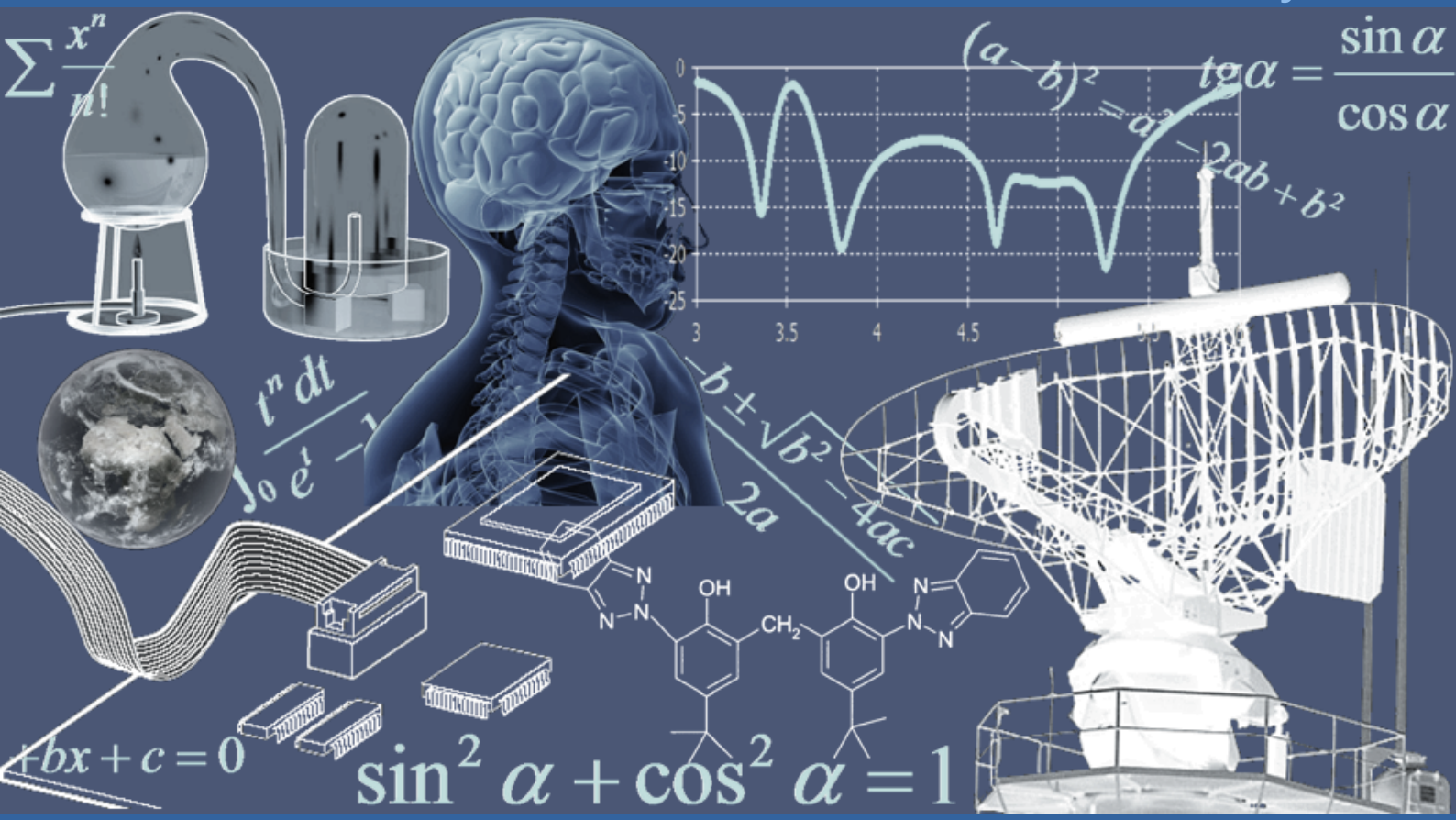
ISSN: 2028-9324
CODEN: IJIABO
Impact Factor: 6.71

INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND APPLIED STUDIES

Vol. 39 N. 3 May 2023



International Peer Reviewed Monthly Journal

Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.issr-journals.org/

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 Pharmaceutics, 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
Malika Maataoui, Mohammed V University, Morocco
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 Kavroudakis, 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 Jula, 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
Saravanan Vasudevan, Arunai Engineering College, India

Table of Contents

Retrospective study of health indicators related to carbon monoxide poisoning in Morocco 1068-1074

Mohammed Chahboune, Badreddine Dahou, Sara El Fellaq, Laila El Younoussi, Safaa Moqaddem, Abdelmajid Soulaymani, and Rachida Soulaymani-Bencheikh

Evaluation de la phytotoxicité d'un compost préparé avec le phosphate calciné de Tahoua (Niger) 1075-1082

Ousmane Mahamane Sani, Abdou Gondah Ismaila, Zanguina Adamou, and Natatou Ibrahim

Perception and adaptation strategies to climate change by market gardeners in the Funa river valley in the city of Kinshasa 1083-1094

Michel Ndengoli Momangi, Alain Kazadi Batubenga, Noël Kalonji Kabemba, Rebecca Mitshiabu Mudiayi, Taylor Ilolo Kunzi, Nipha Ibunga Nkanga, Hugo Masio Elenga, Guillaume Lusambu Anelk, Cherlin Lokanyanga Esobe, and Lasony Mayoke Mokoko

Essai d'analyse sur le conflit lié à la gestion durable de la Réserve Naturelle de Triangle de Ngiri : Impact sur la conservation de la biodiversité des espèces totalement protégées 1095-1107

Matthieu Sekalo Mandele, Steve Iwewe, D.E. Musibono, Camille Nsimanda, and Ekoko Gracia

Dynamique et compacité parcellaire dans la commune de Lemba (RDC): Défis à relever pour les bénéfices des services écosystémiques des habitants 1108-1122

Sylvain Nkate Tshiesese

Dégradation écologique des conditions d'habitabilité des parcelles situées sur les servitudes de la rivière yolo dans la commune de Lemba (RDC) : Cas des quartiers Foire, Molo, Kimpwanza et Salongo 1123-1138

Sylvain Nkate Tshiesese

Vulnérabilités environnementales du Lac Mai-Ndombe: Une contribution à la résolution de la crise environnementale des écosystèmes lacustres en République Démocratique du Congo 1139-1148

Jean Rufin MUNKUOMO GONZALEZE

Profil biologique des allergies alimentaires chez les enfants 1149-1154

Rachid Elfaiz, Fassih Mohamed, Hsai Fatima Ezzahra, Saoutal Hajar, Asmaa Drissi Bourhanbour, and Jalila El Bakkouri

Déficit acquis en facteur V: A propos d'un cas 1155-1160

Rachid Elfaiz, Hanae Bencharef, Kamana Bella, Amane Ghita, Banani Soukaina, and Bouchra Oukkache

Conciliation vie professionnelle-vie familiale et motivation professionnelle 1161-1169

OUYI Badji

Discours décentralisateur et pratique centralisatrice au Congo-Kinshasa: Contrôle administratif des Entités Territoriales Décentralisées mis en relief 1170-1177

Clément Kilutu Kakodi and Jefferson ABDALLAH PENE MBAKA

Le contrôle parlementaire et ses enjeux à l'Assemblée Nationale de la RD Congo: Focus sur le tandem «Majorité-opposition», la politique du ventre et la solidarité provinciale 1178-1185

Jefferson ABDALLAH PENE MBAKA

eWOM quantity, eWOM quality, eWOM content, and consumer engagement in virtual brand community, the moderating role of perceived organizational justice: The case of MTN Cameroon 1186-1199

Eric Noel Anaba Ehongo

De l'efficacité de la modélisation dynamique du trafic des réseaux multiservices, à l'hypothèse de la réaction à la congestion par la compression adaptative du trafic 1200-1208

ILUNGA MBUYAMBA Elisée and Tshibengabu Kalonji Simon

Conception d'un système de géolocalisation et de suivi des véhicules à l'aide de technologies GSM/GPRS/GPS 1209-1219

ILUNGA MBUYAMBA Elisée and Kabuyaya Bahavira Patrick

Pleural effusion revealing a rare haematological disease 1220-1222

Naoual Hasnaoui, Rachid Taoufiq, and Mariem Karhate Andaloussi

Plaidoyer pour la promotion du genre dans le domaine agricole en Côte d'Ivoire 1223-1228

Yéboué ALLANGBA and Bassémory KONE

Des facteurs explicatifs de l'inefficacité des interventions info-Communicationnelles émanant des structures en charge de la prévention de l'usage de la drogue illicite au niveau des jeunes vivant en milieu urbain en Côte d'Ivoire 1229-1243

Ernest Zah Bi Gohi

Analyse des fractions C3-C4 du complément: Corrélation entre la méthode électrophorétique et le dosage turbidimétrique 1244-1247

H. Kouame, Asmaa Drissi Bourhanbour, Jalila Elbakkouri, A. Morjan, and N. Kamal

Capturing the intangible in cross cultural learning: Retracting Intercultural Adult Education in Sub-Saharan Africa 1248-1252

Tangyie Evani, Fokwa Ruth, Teufack Carelle, and Ngala Nadege

Agreement and directionality of possessives in the Meta Language 1253-1259

Fokwa Ruth Eni-Enih, Tangyie Evani, Ngala Nadege, and Annie Carelle Donji Teufack

Approche statistique et fréquentielle corrélées avec le filtre de Wiener pour un débruitage et une détection des défauts des machines asynchrones 1260-1265

Jean Claude Mukaz Ilunga

Extracting indicators for cutting tool wearing detection during turning using vibration analysis 1266-1274

Jean Claude Mukaz Ilunga and Moise Ngoyi Kasanji

Evaluation des risques professionnels dans une usine d'extraction d'huile d'arachide à Ziguinchor 1275-1283

DE Faye, AER Diatta, B. B. Diedhiou, and M Ndiaye

Utilisation des services de santé prénatale et connaissance des risques liés à la grossesse dans les districts sanitaires de l'ex-province du Katanga en RDC 1284-1291

Fortuna Kalam Kamb, Christophe Kaswala Nyambi, Jean-Baptiste Kakoma Sakatolo, and Françoise Malonga Kaj

Contraintes spatiales et développement du transport aérien domestique en Côte d'Ivoire 1292-1305

Flora Carine Elena Koman and N'Guessan Hassy Joseph Kablan

Le rôle de la Réforme de l'Administration Publique sur sa performance: Un constat empirique en France 1306-1312

Adil El Ibrahimi and Ahmed Lakssissar

La responsabilité sociale des entreprises et la création de valeur : Un constat empirique 1313-1327

Adil El Ibrahimi and Ahmed Lakssissar

Improvement of juvenile growth and flowering of cocoa (Theobroma cacao L.) by different types of fertilizers in southwestern Ivory Coast 1328-1339

OUATTARA Tièba Victor, Seydou TUO, Théodore Alla Kouadio, EPONON Eboa Christophe Ghislain, KASSIN Koffi Emmanuel, KOKO Kan Louis Anselme, Maméri Camara, and DICK Acka Emmanuel

L'utilité de la troponine chez les patients atteints de la COVID19: Preuves d'une méta-analyse 1340-1346

Hilmi Chorouk, Kadouri Souhaila, Morjan Asmaa, and Kamal Nbiha

Corrélation du profil Western Blot avec les stades cliniques et immunologiques chez les patients infectés par le VIH au Maroc 1347-1353

Hsai Fatima Ezzahra, Rachid El Faiz, Mahir Loubna, Asmaa Drissi Bourhanbour, Jalila El Bakkouri, Hanane Badi, Latifa Marih, Mustapha Sodqi, and Kamal Marhoum Elfilali

L'évaluation de lien de causalité entre la masse monétaire et la stabilité des prix: Approche par le model VECM (Cas du Maroc) 1354-1368

Abdenbi Belghiti and Hicham Mizab

Les nouvelles technologies de l'information et de la communication vs la proximité géographique: Complémentarité ou substitution 1369-1377

Ahmed Lakssissar and Adil El Ibrahimi

Evaluation de la performance multidimensionnelle des Organisations de Producteurs (OP) dans les régions Camerounaise et Tchadienne du Bassin du Lac Tchad 1378-1395

Julie Fabiola Njambe, Placide Zoungrana, and Coffie Francis José N'Guessan

Indice de performance du matériel didactique MAT MAF appliqué à la compréhension de la loi d'Ohm et de Pouillet aux élèves de la troisième année des humanités scientifiques de la sous-division de Mbanza-Ngungu I en RDC 1396-1404

MAFUTA MELE NLANDU Faustine, Kinyoka Kabalumuna God'El, Tangenyi Okito Marcien, and TSHISHIKU LUAMBUA Patrick

Modélisation de la dynamique des crues dans le bassin versant du fleuve Cavally (Côte d'Ivoire, Libéria, Guinée) 1405-1428

Tivoli Lou Moin Sandrine, Kouakou Koffi Eugene, Kouakou Chistopher, Yao Kouadio Assemien François, and Niamien Adjoa Melaine Roseline

Identification et analyse des germes responsables d'infections urinaires chez les femmes enceintes à Mbujimayi 1429-1437

Tuenda Mbombo José, Kalala Kabamba Marcel, Mukoma Cimunyi Postien, Mutombo Muanabuta Félicien, and Ciamala Kalala Saint-Augustin

Diversité floristique et état de reconstitution des sites mis en défens dans l'espace du barrage hydroélectrique de Soubré (Côte d'Ivoire) 1438-1451

Kouassi Kouamé Attokora, Aboli Méabla Marie Noëlle Odile, and VROH Bi Tra Aimé

Activité anti anémique d'un extrait aqueux de feuilles de Petroselinum crispum (Apiaceae) 1452-1461

Virginie Atto, Adépo Yapo Prosper, and Brou Konan André

Effet des différents types de Systèmes Agroforestiers Traditionnels sur le rendement en cacao (Centre-Ouest, Côte d'Ivoire) 1462-1474

Dramane Koffi Bakari, Annick KOULIBALY, Kouadio N'Dah Kouamé Cyriac, Boko Brou Bernard, and Soro Gnéném a

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1068-1074
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Retrospective study of health indicators related to carbon monoxide poisoning in Morocco

Mohammed Chahboune[1], Badreddine Dahou[1-2], Sara El Fellaq[1-2], Laila El Younoussi[1], Safaa Moqqaddem[1], Abdelmajid Soulaymani[1], and Rachida Soulaymani-Bencheikh[3]

[1]Laboratory of Biology and Health, Department of Biology, Faculty of Sciences, IbnTofail University, Kénitra, Morocco

[2]Department of Health Facilities Networks Provincial Epidemiology Unit, Kenitra Health Delegation, Kénitra, Morocco

[3]Moroccan Anti-poison and Pharmaco-vigilance Center, Rabat, Morocco

Copyright © 2023 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 study is to measure the state of health of the population of Morocco regarding carbon monoxide (CO) poisoning based on the evolution over time and space of health indicators.
A retrospective analytical study of health indicators related to carbon monoxide poisoning, i.e. incidence, mortality, and lethality at the regional and national population level during the period 1999 to 2013.
The evolution over time of the incidence shows continuous growth at the national level. The highest average is thus observed in the region of Meknes-Tafilalt (0.112 per 1000 inhabitants).
Regarding mortality indicators, the evolutionary study reveals overall continuous growth over time at the national level. At the regional level, we note annual fluctuations in rates in virtually all regions and case fatalities record the highest averages in the regions of Fez-Boulmane, Gharb-Chrarda-Beni Hssen, Rabat-Salé-Zemmour-Zaer, Doukkala-Abda, and Souss-Massa-Draa.
The study highlights, on the one hand, that CO poisoning in Morocco is mainly influenced by weather conditions. Indeed, regions characterized by autumn and especially cold winter temperatures record the highest incidences. On the other hand, the fatal risk in the event of poisoning does not depend on the incidence at the level of regional populations, and the chronological evolution of mortality and case fatality rates at the national level is rather dependent on the unforeseeable accidental nature of the occurrence of deaths.

KEYWORDS: Poisoning, carbon monoxide, incidence, mortality, lethality, Morocco.

1 INTRODUCTION

Each year, a significant number of unintentional carbon monoxide poisonings are found to be linked mainly to gas characteristics and human recklessness [1], [2], [3], [4]. These poisonings are at the origin of hundreds of hospitalizations and represent the cause of many deaths in Morocco [5], [6], [7], [8], [9], [10]. This poses a real public health problem.

Despite efforts through the national strategy to combat carbon monoxide poisoning, the figures remain alarming. It is therefore important to further develop knowledge of all aspects of the epidemic to find ways to better understand its morbidity and mortality.

This study of the chronological and spatial evolution of health indicators related to CO poisoning in Morocco proposes to deepen scientific investigations for a better understanding of all aspects of this epidemiological phenomenon and to serve as a support for raising awareness of its severity.

2 DATA AND METHODS

The measurement of the health status of the population, through the analysis in time and space of the incidences, lethality, and mortality related to CO poisoning, is based on the CAPM database formed by the collection of reports using the two information systems: toxicovigilance and toxicological information.

Corresponding Author: Mohammed Chahboune

The analysis of the data and their exploitation is carried out using the Epi-Info and Excel software. The determination of the rates of the indicators is based on the censuses, the retro projections and projections of the population, and the national demographic survey with repeated passages of 2009-2010, established by the High Commission for the Plan of Morocco [11].

The thematic cartographic visualization of the regional distribution of the indicators studied is carried out thanks to the geographic information system.

3 RESULT

Several epidemiological, clinical and evolutionary studies of CO poisoning in Morocco focus on its origins and severity [5], [6], [7], [8], [9], [10], [12], [13].

During the period 1999-2013, the CAPM recorded 20,683 cases of CO poisoning. This represents 20.24% of all poisonings reported during the same period nationwide. The seasonal nature is undeniable. Indeed, 72% of cases are recorded in autumn and winter, with a winter resurgence. We also note an increasing and continuous increase in frequency over time which is explained by the increase in declarations and the reckless behavior of the population in the use of poor quality or faulty water heater systems (43% of cases) [12].

3.1 EVOLUTION OF THE INCIDENCE

The analysis of the regional average impacts of the period 1999-2013, which has already been the subject of previous work, reveals that the highest incidence observed is in the Meknes-Tafilalt region (0.1125 ‰), followed by the Tadla-Azilal region (0.0868 ‰) [12].

The annual evolution of the incidence during the period 1999-2013, illustrated by Figure 1, shows growth over time, despite slight decreases between 1999 and 2002 (from 0.025‰ in 1999 to 0.0227‰ in 2002), between 2006 and 2007 (0.0433‰ in 2006 and 0.0406‰ in 2007) and between 2012 and 2013 (0.0912‰ in 2012 and 0.0736‰ in 2013). In addition, the incidence recorded in 2012 represents the maximum value observed during the entire study period [12].

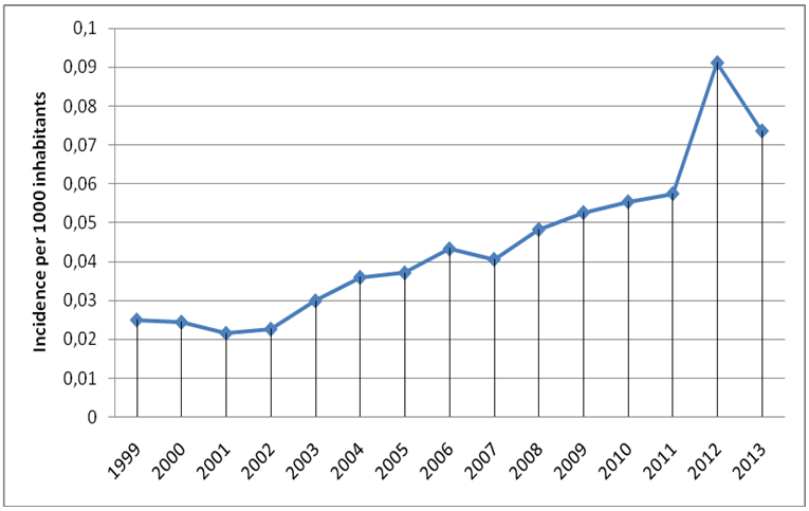


Fig. 1. Annual distribution of incidences of CO poisoning during the period 1999-2013 in Morocco [12]

3.2 EVOLUTION OF MORTALITY

The evolution of regional mortalities associated with CO poisoning, illustrated in Figure 2, highlights four subdivisions according to the vital impact of gas at the regional level:

- The regions of Oriental, Meknes-Tafilalt, and Fez-Boulmane are the most marked by deaths and therefore record the highest average mortality rates

  Indeed, the Oriental region, with 31 deaths during the 15 years studied, recorded the highest mortality at the national level (0.103 per 100,000 inhabitants). It is important to note, however, that this value is estimated from the cases of death that occurred between 2007 and 2013 as no deaths are reported before this period. This suggests that mortality at the regional level is likely underestimated [13].

The region of Meknes-Tafilalt, meanwhile, reports the most cases of death at the national level because of CO during these 15 years, or 32 cases. This high numerator indicates high mortality, i.e. 0.096 per 100,000 inhabitants. This result seems quite likely since the population of the region is assumed, by its climate, more exposed to the risk of CO poisoning [13].In the region of Fez-Boulmane, the impact of poisonings is relatively less important compared to previous regions. Nevertheless, given the 23 deaths reported during the study period, the average mortality remains relatively high (0.0898 per 100,000 population). However, we note that, except for 2 deaths that occurred in 2004, all deaths are concentrated between 2008 and 2013, which suggests that there is no underestimation of mortality.

- The second subdivision corresponds to the regions with lower average mortality, between 0.03 and 0.05 per 100,000 inhabitants: Taza-Al Hoceima-Taounate (0.047 per 100,000), Tangier-Tetouan (0.042 per 100,000), Rabat-Salé-Zemmour-Zaer (0.04 per 100,000), Gharb-Chrarda-Beni Hssen (0.038 per 100,000) and Marrakech-Tensift-Al Haouz (0.034 per 100,000). These values are not attributable to regularly recorded numerators, but a concentration of deaths in certain years [13]. It is also important to stress that cases of deaths not reaching the CAPM can influence these mortality rates, especially in the regions of Taza-Al Hoceima-Taounate, Tangier-Tetouan, and Marrakech-Tensift-Al Haouz where the frequency of CO poisoning must be high, in principle.
- The third subdivision refers to regions where mortality associated with CO does not exceed 0.02 per 100,000 inhabitants, namely Doukkala-Abda (0.02 per 100,000), Souss-Massa-Drâa (0.016 per 100,000), Tadla-Azilal (0.014 per 100,000), Greater Casablanca (0.013 per 100,000) and Chaouia-Ouardigha (0.008 per 100,000). It should be noted that within the Tadla-Azilal region, only 3 cases of death have been reported during the 15 years in a region known for its freezing winter seasons and the inaccessibility of some municipalities during snowy periods. This raises the question of whether all cases of death reach the CAPM and therefore whether the actual mortality is not higher.
- The fourth subdivision relates to the Saharan regions: Guelmim-Es Semara, Laayoune-Boujdour-Sakia El Hamra and the region of Oued Ed Dahab-Laguira do not record any cases of death during the entire period studied, so mortality is zero.

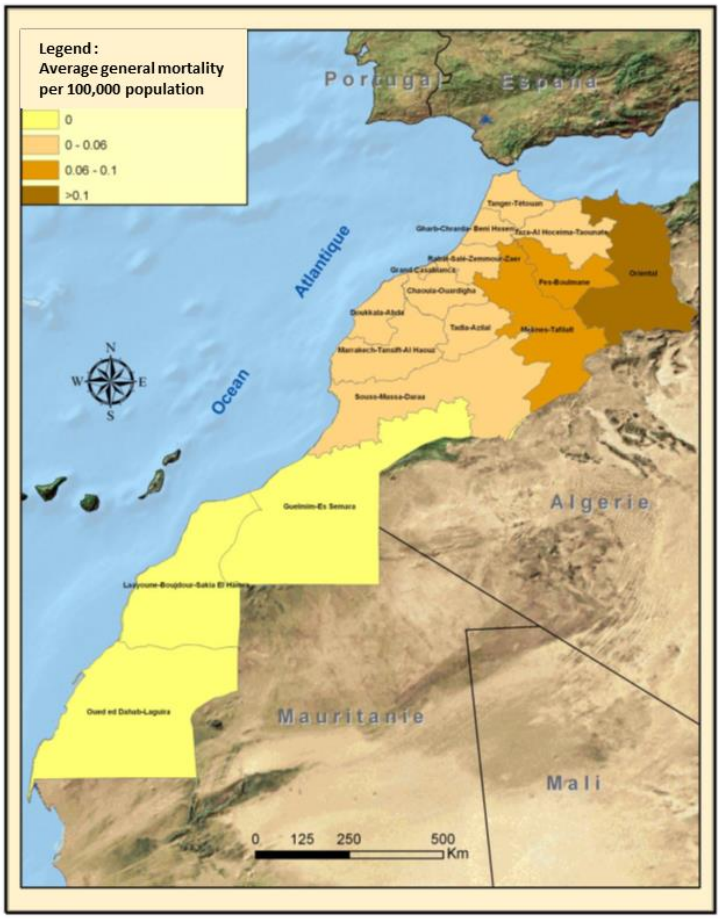


Fig. 2. Regional mapping of average mortalities due to CO poisoning during the period 1999-2013

The evolution of the annual mortality associated with CO poisoning at the national level for the period 1999-2013, which is represented by Figure 3, highlights, on the one hand, an annual variation in the mortality rate, and on the other hand, for the period as a whole, an increasing increase in mortality linked to the annual increasing increase in the reporting of deaths in all regions. The maximum rates are observed in 2012 and 2013, following the occurrence of 30 deaths in each of these years. The rate reaches 0.09 per 100,000 inhabitants, reflecting this growth in mortality over time [13].

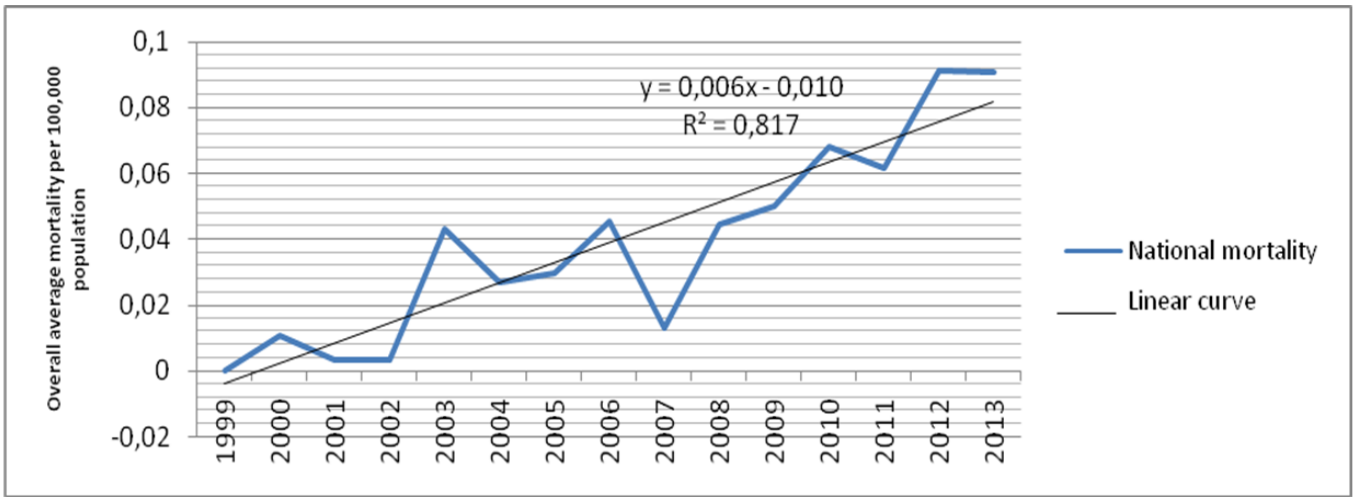


Fig. 3. Annual evolution of mortality due to CO poisoning at the national level [13]

3.3 EVOLUTION OF LETHALITY

The comparative analysis of the mapping and the average case fatality rates of the period 1999-2013, illustrated respectively by Figures 4 and 5, and the annual regional variations in the rates make it possible to subdivide the regions of Morocco into four groups:

- The southern regions of Morocco, namely Guelmim-Es Semara, Laayoune-Boujdour-Sakia El Hamra, and the region of Oued Ed Dahab-Laguira do not record any cases of death during the entire period studied, so the lethality is zero
- Regions with a lower than average case fatality (less than 1%): L'Oriental, Marrakech-Tensift-Al Haouz, Meknes-Tafilalt, Greater Casablanca, Tangier-Tetouan, Chaouia-Ouardigha and Tadla-Azilal. It is important to note that the annual distribution of lethalities in each of these regions does not show a steady evolution
- Regions whose average lethality due to CO poisoning is higher (between 1% and 2%): Fez-Boulmane, Gharb-Chrarda-Beni Hssen, Rabat-Salé-Zemmour-Zaer, Doukkala-Abda, and Souss-Massa-Drâa. These case fatality values result from peaks recorded in specific years without any progression or regression over time
- The region of Taza-Al Hoceima-Taounate indicates a significantly high average lethality (7.685%). However, this value is unreliable in the sense that there is a very clear under-reporting of cases of poisoning in the region. Indeed, this average case fatality is influenced by rates of 66.67% in 2010 and 33.33% in 2011 recorded respectively following two deaths among only three cases of intoxication and one case among only three reported cases

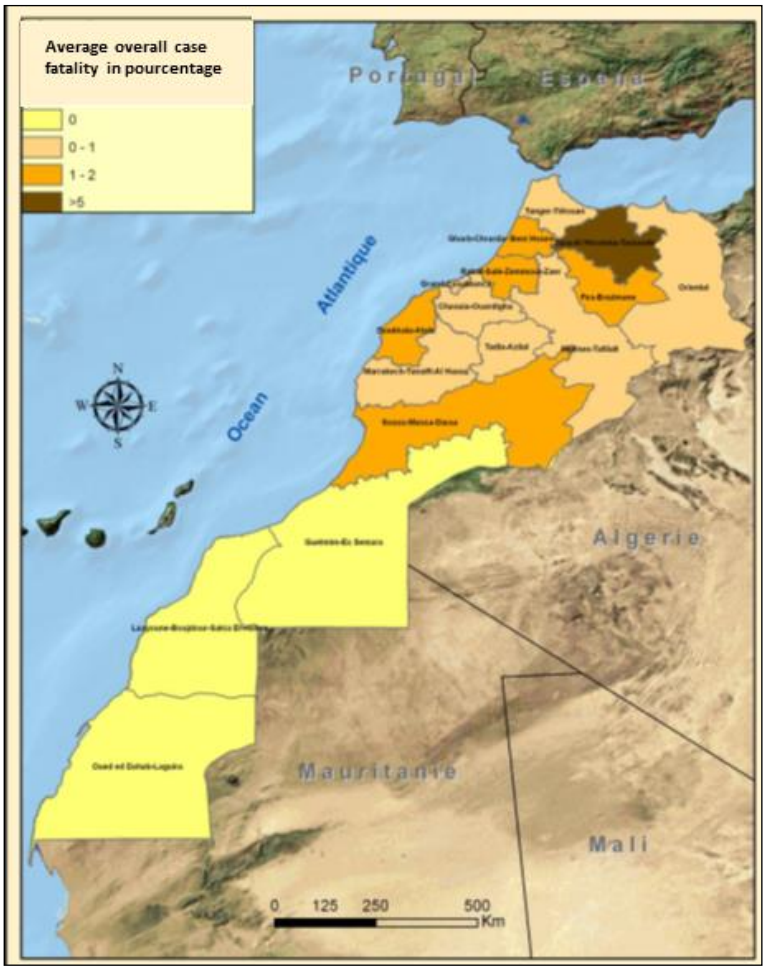


Fig. 4. Regional cartographic representation of mean lethalities due to CO poisoning during the period 1999-2013

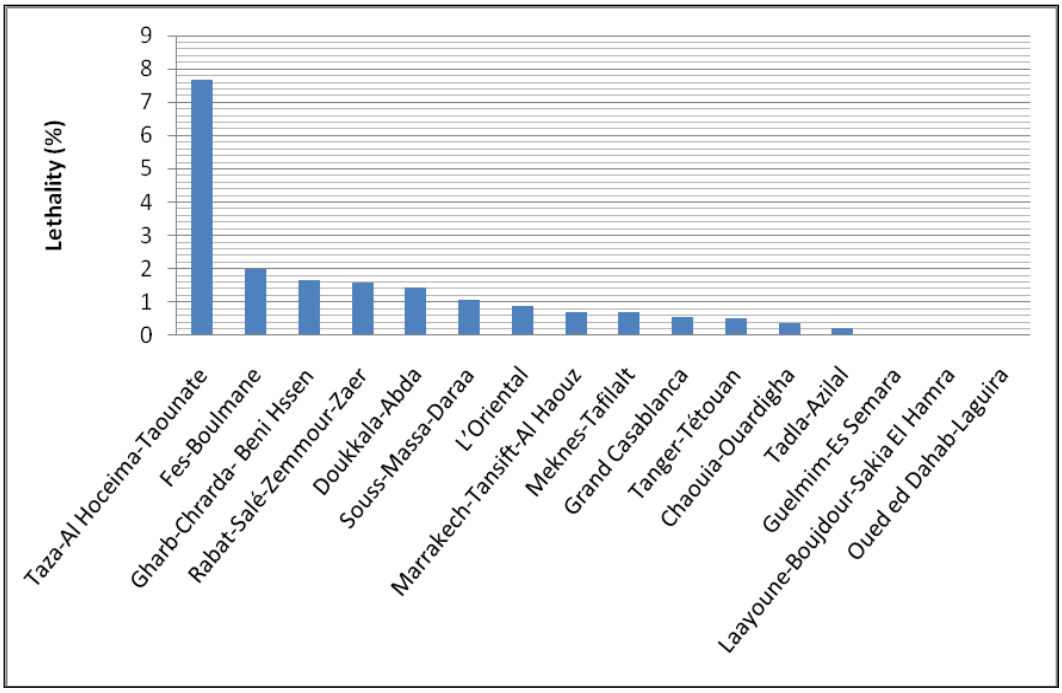


Fig. 5. Distribution of average rates of regional case fatalities due to CO poisoning over the period 1999-2013

On the other hand, considering the annual case fatality rate at the national level from 1999 to 2013, represented by Figure 6, we note that the evolution shows that the year 2003 holds the highest value (1.443%), followed by the year 2010 (1.235%) and finally the year 2013 (1.234%). Overall, there is an increasing increase in lethality. This is linked to the increase in the annual total of death reports in the different regions.

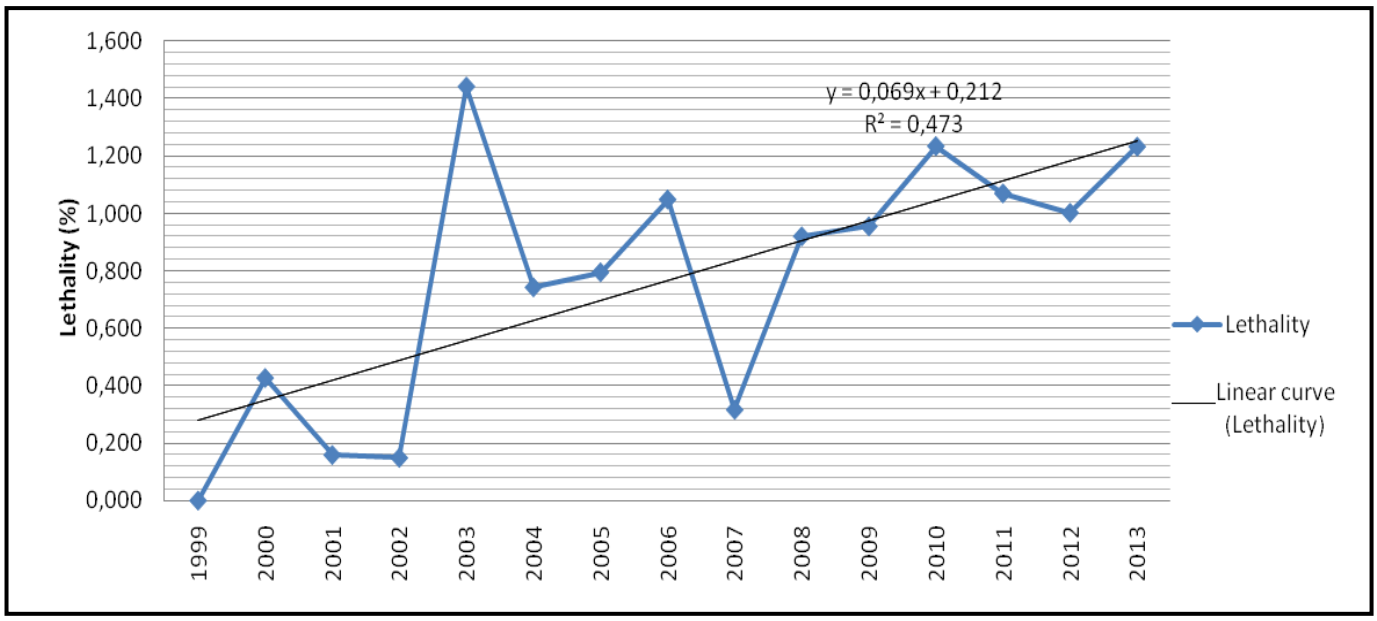


Fig. 6. Annual evolution of case fatality due to CO poisoning at the national level

4 DISCUSSION

The results of the study of the evolution over time (over 15 years: from 1999 to 2013) and in the space of epidemiological indicators related to CO poisoning makes it possible to identify a certain amount of information specific to each indicator.

Thus, the evolution of incidence, as a dynamic indicator of morbidity, during the period 1999-2013 at the regional level is constantly increasing over time [12]. The highest incidence in terms of average concerns the region of Meknes-Tafilalt (with 0.112 per 1000 inhabitants). Also the incidence is significant in the regions of Tadla-Azilal, Fez-Boulmane, Tangier-Tetouan, and Oriental with average incidences of 0.087, 0.078, 0.078, and 0.075 per 1000 inhabitants respectively.

This distribution of incidence reflects a correlation between CO poisoning and the climatic peculiarity of these regions, which are characterized by colder autumn and winter seasons. However, we must not neglect the unpredictable nature of intoxication linked to the sociological behavior of populations. The most concrete example concerns the Greater Casablanca region, the most populous in Morocco. Indeed, it has significant fluctuations in incidence as a function of time. The impacts, therefore, show that the pathology is constantly increasing due to several factors, namely accidentality, climate, and the sociological peculiarities of the populations.

The study of the evolution of mortality, as a dynamic indicator of severity, highlights that, except for the southern regions (Laayoune-Boujdour-Sakia El Hamra, Guelmim-Es Semara, and Oued Ed Dahab-Laguira) which do not record any deaths, the annual retrospective assessment of the frequencies of deaths in the populations of the other regions reveals fluctuations in mortalities from one year to another.

At the national level, mortality is growing overall over time in line with the increase in death reports [13].

We can conclude from this that the evolution of mortality has a more or less random aspect at the regional level because of the accidental nature of the occurrence of deaths. On the other hand, at the national level, the increase in deaths over time leads to a continuous increase in mortality rates.

Regarding lethalities, as for mortalities, and outside the southern regions, the evolution of CO poisoning at the regional level testifies to annual fluctuations in deaths among intoxicated patients. This is explained by their accidental and unpredictable appearance. At the national level, the evolution of lethality reveals overall growth over time-related to the increasing increase in cases of death.

It follows from the study of the evolution of these health indicators that the pathology records an increasing evolution over time, in terms of the frequency of poisonings and deaths generated, and therefore health impact. This results mainly from the accidental occurrence of these poisonings and their fatal course, but also certain regional and behavioral characteristics. Indeed, the impacts are conditioned by the autumn and winter temperatures specific to certain regions, while the annual regional fluctuations in mortalities and lethalities confirm the accidental nature of the occurrence of deaths due to CO poisoning regardless of regional characteristics.

5 CONCLUSION

Unintentional carbon monoxide poisoning persists every year despite preventive control efforts by Morocco's Poison Control and Toxicovigilance Center. These poisonings are the cause of hundreds of hospitalizations and many deaths, hence their cost in terms of public health and human lives. Thus, the information from the study of the spatial-temporary evolution of health indicators related to CO poisoning makes it possible to highlight another aspect of its severity at both regional and national levels. These epidemiological data contribute to a better understanding of the pathology and therefore to better frame its prevention and management of this scourge to improve the health of populations about these poisonings.

REFERENCES

[1] www.appanpc.fr.Dossier: *Intoxications au monoxyde de carbone*. Crée en mars 2005, mis à jour en 2010 (Consulté le 04/10/2022).

[2] Mathieu D, Mathieu Nolf M, Wattel F, Nevière R, Bocquillon N. Intoxication par le monoxyde de carbone: *aspects actuels. Elsevier*; 649-654, 2000.

[3] S. Coquet, C. Flamand, Enquête de perception au risque d'intoxication au monoxyde de carbone en population générale, Lot-et-Garone, *Institut de veille sanitaire,* France, 2006.

[4] Ernst A, Zibrak J. *Carbon monoxide poisoning* 1998. N Engl J Med 339: 1603-1608.

[5] R Aghandous, N Rhalem, I Semllali, S Belarabi, A Soulaymani, L Ouammi, R Soulaymani Benchikh. *Profil épidémiologique des intoxications par le monoxyde de carbone au Maroc* (1991-2007). Toxicologie Maroc-N°3-Octobre 2009.

[6] R Aghandous, H Chaoui, N Rhalem, I Semllali, M Badri, A Soulaymani, L Ouammi, R Soulaymani Benchikh. *Poisoning by carbon monoxide in Morocco* from 1991 to 2008. J Pak Med Assoc. Vol. 62, No. 4, April 2012.

[7] A Khattabi, N Rhalem, R El Oufir, L Ouammi, A Soulaymani, R Soulaymani Bencheikh. Epidémiologie des décès par empoisonnement au Maroc: Données du Centre Anti Poison et de Pharmacovigilance du Maroc (1992-2009). Toxicologie Maroc. N° 13. 2ème trimestre 2012.

[8] B El Bouhali, N Nekkal, A Bidi, S Belamalem, I Nasri, A Mokhtari, M Eddouks, A Khadmaoui, A Soulaymani. Les intoxications par les produits gazeux au niveau de la province d'Errachidia, region de Meknès Tafilalt, Maroc. *International Journal of Innovation and Scientific Research*. Vol 11. N° 1. pp. 41-47, Oct 2014.

[9] R Aghandous, N Rhalem, H Chaoui, L Ouammi, A oulaymani, A Mokhtari, R Soulaymani- Bencheikh R. Perception Survey of Carbon Monoxide Risk in Rabat-Salé-Zemmour-Zaër. *Populations Journal of Life Sciences,* ISSN 1934-7391, *USA,* Vol. 8, No. 1, pp. 89-94, January 2014.

[10] N Attazagharti. Epidémiologie des intoxications au Maroc (1992-2007). *Evaluation des facteurs de risque influençant l'évolution des patients intoxiqués*. Thèse soutenue en 2009.

[11] Haut-Commissariat au plan du Maroc © 2009 Centre National de Documentation www.hcp.ma/Demographiepopulation. (Consulté le 03/10/2021).

[12] M Chahboune, A Soulaymani, M Batchi, R Aghandous, R Soulaymani-Bencheikh, A Mokhtari. Evolution régionale des incidences des intoxications au monoxyde de carbone au Maroc. *International Journal of Innovation and Applied Studies* ISSN 2028-9324 Vol. 17 No. 3, pp. 749-756, Aug 2016.

[13] M Chahboune, A Soulaymani, M Batchi, R Soulaymani-Bencheikh, R Aghandous, A Mokhtari. Mortalité due au monoxyde de carbone dans les régions du Maroc à forte incidence de l'intoxication. *European Journal of Scientific Research* ISSN 1450-216X / 1450-202X Vol. 147 No 2, pp. 118-124, October 2017.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1075-1082
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Evaluation de la phytotoxicité d'un compost préparé avec le phosphate calciné de Tahoua (Niger)

[Evaluation of the phytotoxicity of a compost prepared with calcined phosphate from Tahoua (Niger)]

Ousmane Mahamane Sani[1-2], Abdou Gondah Ismaila[1], Zanguina Adamou[1], and Natatou Ibrahim[1]

[1]Department de chimie, Université Abdou Moumouni de Niamey, Faculté des Sciences et Technique, Laboratoire Matériaux-Eau-Environnement (LAMEE), Niamey, Niger

[1]Department de chimie, Université d'Agadez, Faculté des Sciences et Technique, Agadez, Niger

Copyright © 2023 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 concerns the phytotoxicity test of a compost prepared with calcined Tahoua phosphate in order to increase its solubility. To do this, a test was carried out on two crops: corn and peanuts. For each crop, four treatments were carried out: control To made up of sand, T1 containing 1/4 compost and 3/4 sand, T2 made up of 3/4 compost and 1/4 sand, T3 made up of compost alone. The experiment was carried out in pots arranged in blocks with three repetitions. After 10 days of incubation, the maturity of the compost was evaluated according to the percentage of germination of the treatments compared to the control. The results made it possible to obtain a germination rate of 100% with maize and 122% with peanut for the T1 treatment. For the T2 treatment, the germination rate is 100% with maize and 88.89% with peanuts. As for the T3 treatment, the germination rate is 111% for maize and only 22.22% with peanuts. These results show that the calcination of merchant phosphate from Tahoua does not lead to the formation of phytotoxic products for plants.

KEYWORDS: Calcined phosphate, sprouting, peanut, corn, compost, phytotoxicity.

RESUME: Cette étude porte sur le test de phytotoxicité d'un compost préparé avec le phosphate calciné de Tahoua afin d'accroitre sa solubilité. Pour ce faire, un test a été effectué sur deux cultures: le maïs et l'arachide. Pour chaque culture quatre traitements ont été réalisés: témoin T_o constitué de sable, T_1 contenant 1/4 du compost et 3/4 du sable, T_2 composé de 3/4 compost et 1/4 de sable, T_3 constitué du compost seul. L'expérimentation a été conduite dans des pots disposés en blocs avec trois répétitions. Après 10 jours d'incubation, la maturité du compost a été évaluée suivant le pourcentage de germination des traitements par rapport au témoin. Les résultats ont permis d'obtenir un taux de germination de 100 % avec le maïs et 122 % avec l'arachide pour le traitement T1. Pour le traitement T2, le taux de germination est de 100 % avec le maïs et 88,89 % avec l'arachide. Pour ce qui du traitement T3, le taux de germination est 111 % pour le maïs et seulement 22,22 % avec l'arachide. Ces resultats montrent que la calcination du phosphate marchand de Tahoua n'entraine pas la formation des produits phytotoxiques pour les plantes.

MOTS-CLEFS: Phosphate calciné, germination, arachide, maïs, compost, phytotoxicité.

Corresponding Author: Ousmane Mahamane Sani

1 INTRODUCTION

Dans la période (2015-2030), les pays du monde se sont fixé 17 objectifs à atteindre appelés objectifs du développement durable (ODD). Les deux premiers sont: L'élimination de la pauvreté sur toutes ses formes et la faim zéro [1]. Au Niger, le secteur agricole représente plus de 40% du produit intérieur brut dans l'économie nationale et constitue la principale source de revenus pour plus de 80% de la population du pays [2]. Cependant, la carence généralisée des sols en phosphore et en matières organiques, la dégradation des terres cultivables, l'insuffisance des pluies, le faible pouvoir d'achat des paysans, le manque d'accès aux engrais et aux semences améliorées sont entre autres des maux qui limitent la productivité agricole [3]. Face à cette situation, il est difficile pour le Niger d'être au rendez-vous de ces deux objectifs cités ci-dessus dans les ODD. Or, l'application directe de la poudre du phosphate marchand de Tahoua vendue aux agriculteurs pour corriger la carence des sols phosphore était une alternative à l'utilisation des engrais phosphorés hydrosolubles dont la disponibilité et l'accessibilité posent problèmes aux paysans [4], [5]. De plus, des essais au laboratoire et en milieu paysan ont montrés une faible réactivité du produit [5], [6]. Depuis lors, des travaux des recherches ont été conduits en vue d'améliorer la solubilité du marchand de Tahoua et rendre son phosphore plus disponible aux plantes [7], [8]. La technique du compostage des matières organiques avec le phosphate est bien adaptée au contexte du Niger. Ceci d'autant qu'elle est utilisée pour augmenter l'efficacité agronomique des phosphates naturels et permet d'avoir un produit riche en composés humiques qui peut restaurer la structure et la fertilité du sol. Par ailleurs, la calcination est une méthode qui est utilisée pour améliorer certaines propriétés des phosphates sédimentaires et accroitre leur qualité [9], [10]. Est-ce que le traitement du phosphate marchand de Tahoua par calcination et la mise en compostage du produit obtenu avec les matières organiques peut permettre d'avoir un produit sans phytotoxicité pour les plantes ? Ce travail vise à évaluer la phytotoxicité d'un compost préparé avec le phosphate marchand calciné de Tahoua.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Il a été utilisé dans ce travail, le matériel végétal suivant:

- La balle de riz (BR): déchets issus du décorticage du riz;
- La bouse de vache (BV);
- La Jacinthe d'eau (JPE): plante envahissante récoltée fraichement à la corniche Gamkale;
- La Variété de maïs doux (Zea mays);
- La variété d'arachide Arrachis (hypogaea R1 55-437) production 2018 à AINOMA (Niamey-Niger)

2.2 MATÉRIAU PHOSPHATE

- Du phosphate marchand de Tahoua (PMT): Poudre obtenue après les opérations de concassage, de broyage et de pulvérisation des nodules du phosphate naturel de Tahoua qui est vendue aux agriculteurs pour amender les sols par la Centrale d'Approvisionnement en Intrant et Matériel Agricole (CAIMA)
- Du phosphate calciné (PC): Poudre du phosphate marchand de Tahoua calciné à 850°C pendant 1 heure

2.3 DÉTERMINATION DU CARBONE ORGANIQUE TOTAL (COT)

La teneur en carbone organique total des composts a été déterminée selon la méthode de Walkley et Black [11]. Cette méthode est basée sur l'oxydation à chaud du carbone organique par le bichromate de potassium en milieu acide sulfurique. L'excès du bichromate est ensuite dosé par une solution titrée de sel de Mohr (0,5N) en présence de la ferroine utilisée comme catalyseur. Une masse de l'ordre de 0,1g de compost a été introduite dans un erlenmeyer de 250 mL. Ensuite 10 mL de solution de bichromate de potassium et 20 mL d'acide sulfurique concentré sont ajoutés dans l'erlenmeyer. La solution est agitée pendant 1 mn et laissée reposer pendant 30 min pour développer l'oxydation. Puis 100 mL d'eau distillée sont ajoutés au mélange pour stopper la réaction. Après ajout de 6 gouttes de ferroine, l'excès du bichromate est titré par une solution de sel de Mohr (0,5N) jusqu'au virage au rouge. Un blanc est réalisé dans les mêmes conditions.

2.4 DÉTERMINATION DE L'AZOTE TOTAL

La méthode de Kjeldahl a été utilisée pour déterminer la teneur en azote total [11]. La matière organique est d'abord minéralisée sous l'action oxydante de l'acide sulfurique concentré à chaud en présence du catalyseur Kjeldahl. Les différentes formes d'azote contenues dans l'échantillon sont ainsi transformées en sulfate d'ammonium. Dans un distillateur d'azote, l'ion ammonium est déplacé avec la soude 40% avant d'être entrainé à la vapeur et fixé par l'acide borique 2%. Le produit est tiré par l'acide sulfurique 0,02N en présence d'indicateur coloré. Ainsi, On introduit 0,5g de compost dans un matras. Puis on ajoute une pincée de catalyseur Kjeldahl et 10 mL d'acide sulfurique concentré. Le matras est placé sur la rampe de digestion pour la minéralisation de l'échantillon jusqu'à l'obtention d'une solution claire. Un blanc est fait dans les mêmes conditions. Le minéralisât est refroidi puis récupéré avec 100mL d'eau distillée pour la distillation. Le matras est placé sur l'appareil à distiller. Ensuite, 40 mL de soude 40% sont ajoutés dans le matras puis on procède à la distillation. Le distillat est recueilli dans un erlenmeyer contenant 40 ml d'acide borique 2% et 3 gouttes d'indicateur mixte (rouge de méthyle 0,1 g et vert de bromocrésol 0,5 g dans 500 ml l'éthanol à 95%). L'erlenmeyer est placé au-dessous du réfrigérant en prenant soin de plonger le bec dans l'acide borique. Le distillat est dosé avec de l'acide sulfurique 0,025 N.

2.5 TENEUR EN PHOSPHORE TOTAL

La méthode de dosage du phosphore avec PhosVer 3 a été utilisée. Dans une cuve, on introduit 10 mL du filtrat préalablement dilué. Ensuite on y introduit la poudre du PhosVer 3. Après deux minutes de repos, on effectue le dosage d'anhydride phosphorique dissous à l'aide d'un spectrophotomètre d'absorption moléculaire DR 3800 d'origine HACH CAMPANY à la longueur d'onde de 400 nm.

2.6 MÉTHODE DU COMPOSTAGE

La méthode employée pour élaborer les différents composts est celle des fosses aérées. Dix (10) bassins en ciment ont été utilisés à cet effet (Fig. 1). Ces bassins sont troués par endroit pour permettre une bonne aération des tas. Chaque bassin a pour dimensions 1,20m; 1m; 1m. Ils sont couverts d'un plastique noir sous un hangar pour protéger les composts de l'excès du soleil, des pluies et des vents forts qui peuvent entrainer l'arrêt du processus.



Fig. 1. Photo du Dispositif des fosses utilisées pour le compostage

La quantité des matériaux à composter est de 20Kg pour chaque traitement et les mélanges ont été faits de manière à avoir un C/N qui tourne au tour de 25. Il s'agit de:

- Compost C_0 (20 Kg): 100% MO (80% BR; 10% BV; 10% JPE)
- Compost C_1 (20 Kg): 95% MO (88% BR; 5% BV; 2% JPE) + 5% PMT
- Compost C_2 (20 Kg): 95% MO (88% BR; 5% BV; 2% JPE) + 5% PC

2.7 FORMATION DES TAS

Dans les bassins, les tas sont constitués des différents matériaux disposés en couches alternées. La première couche directement au fond du bassin étant bien arrosée avant de mettre la suivante. Des retournements sont effectués toutes les deux semaines à l'aide d'une fourche pour aérer les tas et assurer la décomposition de l'ensemble des matériaux.

2.8 MESURE DU PH

Le potentiel d'hydrogène des composts a été déterminé selon la norme AFNOR NF ISO 10-390 [12]. Pour ce faire, une suspension de compost a été préparée en mélangeant 10 g de compost et 50 mL d'eau distillée. La suspension est homogénéisée par agitation pendant 10 minutes. Après 30 minutes de repos, la lecture du pH se fait directement à l'aide d'un pH-mètre.

2.9 TEST DE GERMINATION DU COMPOST

Le protocole de Compaoré et al modifié a été utilisé pour conduire ces travaux [13]. Ce test permet d'évaluer l'effet du compost sur la faculté germinative de 2 cultures. Une monocotylédone et l'autre dicotylédone que sont respectivement le maïs et l'arachide. Le compost C_2 a été utilisé dans cette étude. Ainsi, 4 graines de chaque culture ont été semées dans des pots en plastique contenant du sable seul, du compost mélangé à du sable et du compost seul. Le substrat est réparti dans les pots à raison de 1 kg par pot. Les traitements étaient les suivants: T_0: sable seul, T_1: 1/4 compost + 3/4 sable, T2: 3/4 compost + 1/4 sable et T3: compost seul. L'expérimentation a été conduite à ciel ouvert où les pots ont été disposés en blocs avec trois répétitions (Fig. 2). Les pots ont été arrosés tous les jours à l'eau distillée afin de maintenir l'humidité du sol entre 60 et 80% de la capacité au champ. Après 10 jours d'incubation, la maturité du compost a été évaluée suivant le pourcentage de germination des différents traitements par rapport au témoin. Les résultats du témoin (sable seul) ont été pris comme référence et considérés comme 100%.



Fig. 2. Dispositif expérimental pour le test de germination à la semi des graines

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 CARACTÉRISATIONS CHIMIQUES DU MATÉRIEL VÉGÉTAL UTILISÉ

Les pourcentages en carbone organique et en azote total du matériel végétal utilisé sont déterminés dans le but de déterminer la proportion dans laquelle il faudrait mélanger les matériaux afin d'avoir un rapport C/N idéal pour un bon déroulement du processus de compostage. Ce rapport varie selon les auteurs mais se situe en générale de 20 à 30 [14]. Cependant, beaucoup d'auteurs recommandent un rapport C/N de 25 à 40 pour un bon déroulement du processus [15], [16]. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1. Composition chimique du matériel végétal utilisé

Référence	%MO	% COT	% NTK	C/N
JPE	69,28	40,28	2,51	16,04
BR	74,32	43,21	1,65	26,19
BV	42,8	24,89	0,91	27,35

JPE: jacinthe plante entière; BR: balle de riz; BV: bouse de vache

3.2 Evolution De La Température Au Cours Du Compostage

La Fig. 3 présente l'évolution de la température des composts préparés. De façon générale, l'évolution observée est la même pour l'ensemble des composts. Les températures augmentent brusquement et atteignent leurs maximums variant de 52 à 57,5°C dès les cinq premiers jours. A partir du sixième jour, elles diminuent progressivement jusqu'à la stabilisation au tour de 35°C traduisant l'épuisement de la matière organique mise à composter. L'évolution observée fait ressortir les trois phases de décomposition de la matière organique que sont: les phases d'échauffement, de refroidissement et de la maturation. Des résultats similaires ont été trouvés par d'autres auteurs [6], [17].

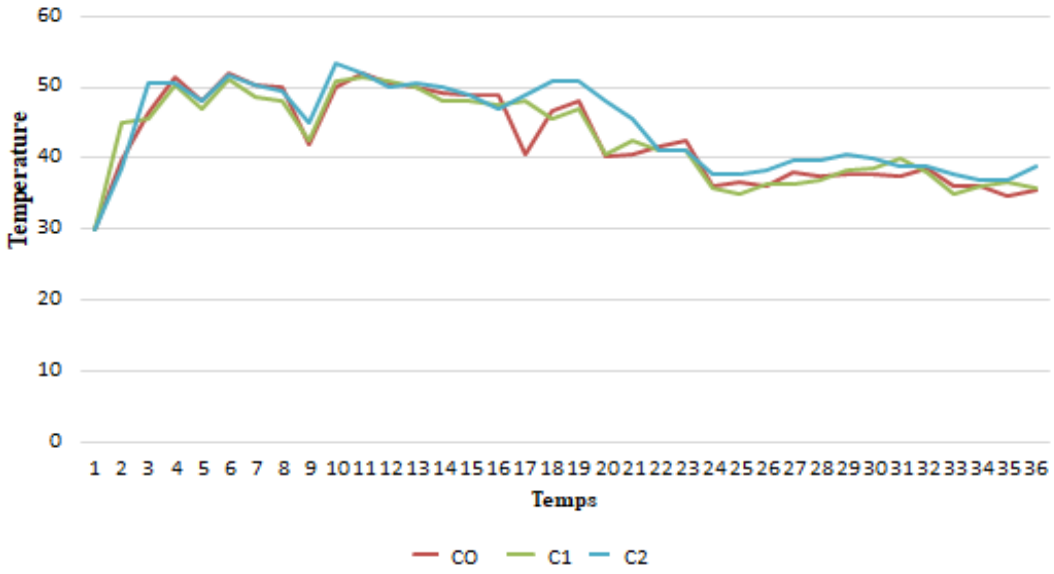


Fig. 3. Evolution de la température au cours du compostage

3.3 PH Et Teneur En Anhydride Phosphorique

Les valeurs du pH des composts sont présentées dans le tableau 2. Elles montrent que les composts élaborés sont à la maturité. En effet, selon certains auteurs le pH d'un compost à maturité est compris entre 7 et 9 [18]. D'autres auteurs affirment qu'en générale le pH d'un compost à maturité est proche de la neutralité [19]. Les teneurs en anhydride phosphorique sont données dans le tableau II. On remarque que la quantité de phosphore total en mg/kg de P_2O_5 est plus importante le compost C2.

Tableau 2. pH des composts

Composts	pH	P_2O_5 (mg/kg)
C_0	7,90	2938,98
C_1	7,99	5949,40
C_2	7,08	5994,54

3.4 Rapport Carbone Azote Des Composts Élaborés

Le rapport carbone-azote est l'un des paramètres qui permettent d'évaluer la maturité d'un compost. Il est rapporté dans la littérature qu'un compost à maturité pressente un rapport C/N compris entre 8 et 20. Tous les composts élaborés ont un C/N compris dans cet intervalle à l'exception de C0 qui a un rapport de 40,08 (tableau 3). Cette valeur élevée est favorisée par la faible teneur en azote total dans ce compost. Ceci pourrait être dû à une perte d'azote sous forme d'ammoniac dans ce compost.

Tableau 3. Rapport carbone azote des composts élaborés

Références	Carbone organique	Azote total	C/N
C_0	20	0,49	40,08
C_1	17,07	1,43	11,93
C_2	18,62	0,97	19,19

3.5 TEST DE MATURITÉ OU TEST DE GERMINATION DU COMPOST

Sur les Fig. 4a et 4b sont présentées les photographies des essais effectués à base du compost C2 illustrant la germination du maïs et l'arachide après 10 jours d'incubation. Le choix du compost C2 a été motivé par ses caractéristiques physicochimiques (pH neutre, meilleur teneur en P_2O_5 et un rapport C/N se trouvant dans l'intervalle donné dans la littérature).



Fig. 4. Photo des pots illustrant la germination après 10 jours d'incubation: du maïs (4a) et d'arachide (4b)

Les taux de germination des cultures ont été évalués suite à un traitement statistique par analyse des variances. Le logiciel utilisé est Minitab version 2016. Les moyennes ont été comparées en utilisant le test de Fischer au seuil de 5%. Le tableau 4 ci-dessous présente les résultats obtenus. Les lettres a, b, c, désignent pour chaque traitement des valeurs moyennes significativement différentes au Seuil de 5 %. Les résultats obtenus indiquent que l'incorporation de 25% du compost au sol permet d'obtenir un taux de germination de 100% avec le maïs et 122% avec l'arachide. Lorsque le compost est incorporé à 75%; le taux de germination est de 100% avec le maïs et 88,89% pour l'arachide. Pour ce qui est du compost seul; le taux de germination est 111% pour le maïs et 22,22% pour l'arachide. Pour le maïs, le taux de germination le plus élevé (111%) est obtenu avec le compost seul, tandis que pour l'arachide le taux le plus élevé (122%) est obtenu avec l'incorporation de 25% du compost au sol. En outre, avec le maïs des taux de germination de 100% ont été enregistrés aussi bien avec l'apport de 25% que 75% du compost. Pour l'arachide le plus faible taux est obtenu avec le compost seul. Ces différents pourcentages relèvent que la germination dépend d'une part de la dos3 de compost apportée et d'autre part le type de culture. Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés dans la littérature [5]. Le test de germination permet d'apprécier de façon fiable, la maturité d'un compost. Un compost immature ne permet pas une bonne germination des graines et empêche la croissante des cultures. Cette phyto-toxicité est attribuée à la présence dans un compost des substances comme: l'ammoniac, les acides organiques à courte chaines et l'oxyde d'éthylène [18], [20], [21], [22], [23], [24]. Les tests de germination réalisés par d'autres auteurs sur la tomate (*Lycopersicon esculentum L.*) et du cresson (*Lepidium sativum L.*) ont permis d'avoir un pourcentage de 90%. Les composts utilisés étaient considérés à maturité [25], [26]. Nous avons obtenus des pourcentages de germination compris entre 100-122% avec l'apport de 25% de compost. Au regard des résultats enregistrés notre étude, les composts que nous avons élaborés pourraient être sans phytotoxicité.

Tableau 4. Taux de germination de Maïs doux et d'arachide dans le compost C2

Variétés	Sable seul	Sable+25% Compost	Sable+75% compost	compost seul
Maïs doux	100±00a	100±00a	100±57,74a	111±38,49a
Arachide 55-437 CR1	100±00a	122±19,05ab	88,89±19,25b	22,22±19,24c

4 CONCLUSION

La phytotoxicité du compost élaboré à base de la matière organique et du phosphate calciné a été étudié. Les caractéristiques physicochimiques du produit obtenu ont été déterminées. Les résultats montrent un pH proche de la neutralité. Le rapport C/N obtenu est dans le domaine indiqué par la littérature et témoigne de la maturité de ce compost. Ce qui a permis de réaliser la germination des graines d'arachides et du maïs. Au regard des résultats obtenus dans ce travail, on peut dire que le compost préparé en dissolvant le phosphate marchand de Tahoua calciné est sans danger pour les plantes. Aussi, le produit obtenu qui est en réalité un engrais organominéral pourrait avoir un effet bénéfique sur le rendement du maïs et d'arachide.

REFERENCES

[1] AFD, Mieux comprendre les objectifs de développement durable. Quiz odd, 2018.

[2] A. H. Zakari, K. B Mahamadou, and A. Toudou, «Les systèmes de productions agricoles du Niger face au changement climatique: défis et perspectives,» *International Journal of Biological and Chemical Sciences,* vol. 10, no. 3, pp. 1262-1272, 2016.

[3] M. Salou, Situation des sols au Niger contraintes et besoins; 2013.

[4] IFDC, Plan de réforme du secteur des engrais au Niger, 2018.

[5] RECA, Un élément clé dans la fertilisation des sols au Niger: Le phosphore. *Bulletin trimestriel d'information du RECA,* 2010.

[6] A. Zanguina, I. Natatou, K. Moursalou, T. Gado, and L. L. Jean, «Dissolution du phosphate naturel de Tahoua en milieu acide, » *Bulletin information de la SOACHIM,* no. 007, pp. 85-93, 2010.

[7] A. Zanguina, Contribution à la caractérisation physico-chimique et à la mise en valeur agronomique du phosphate naturel de Tahoua (Niger): Essai de fabrication de certains engrais minéraux et phospho-compost, Thèse, Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger), 2010.

[8] M. S. Ousmane, Caractérisations physico-chimiques, amélioration de l'efficacité agronomique par phospho-compostage des phosphates naturels du Niger, Thèse, Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger), 2018.

[9] N. Malek, Influence de la matière organique du phosphate noir de DjebelOnk sur le procédé de traitement, Thèse, université A. Mira Bejaia (Algérie), 2007.

[10] A. M. Arafan, A. Benchanaa, and J. M. Chik, «Etude du traitement thermique des minerais de phosphate: Influence des caractéristiques chimiques et minéralogiques, » COVAPHOS II, Marrakech, pp. 10-13, 2006.

[11] C. Mathieu, and F. Pieltain, Analyse chimique des sols; Editions TEC et DOC, Paris.

[12] O.N. Belyaeva, and R. Haynes, «Chemical, microbial and physical properties of manufactured soils produced by co-composting municipal green waste with coal fly ash,» *Bioresource Technology,* no. 100, pp. 5203-5209, 2009.

[13] E. Compaore, L.S. Nanema, S. Bonkoungou, M.S. Sedogo, «Évaluation de la qualité de composts de déchets urbains solides de la ville de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso pour une utilisation efficiente en agriculture,» *Journal of Applied Biosciences,* no. 33: 2076-2083, 2010.

[14] P. Simon, L. Francois, and C. Simon,.Le compostage en fosse en milieu tropical. [Online] Available *http://dakarcompost.ifrance.com/,* 2006.

[15] S. Sadaka, and A. E.Taweel, «Effect of aeration and C: N ratio on household waste composting in Egypt,» *Compost Science & Utilization,* vol. 11, no. 1, pp. 36-40, 2003.

[16] G. B. Willson, «Combining raw materials for composting,» *BioCycle,* vol. 30, pp. 82-83, 1989.

[17] S. Tchegueni, Contribution à la valorisation des déchets agro-alimentaires en compost: caractérisation physico-chimiques des composts et étude de leur minéralisation dans deux sols agricoles de Togo, Thèse, Université de Lomé (Togo), 2011.

[18] Y. Avnimelech, M. Bruner, I. Ezrony, R. Sela, and M. Kochba, «Stability indexes for municipal solid waste compost,» *Compost Science & Utilization* vol. 4, pp. 13-20, 1996.

[19] F. Sellami, S. Hachicha, M. Chtourou, K. Medhioub, and E. Ammar, «Maturity assessment of composted olive mill wastes using UV spectra and humification parameters,» *Bioresour. Technol*., no. 99, pp. 6900-6907, 2008.

[20] E.I. Jimenez, and V.P. Garcia, «Evaluation of city refuses compost maturity: a review,» *Biological Wastes,* vol. 27, pp. 115-142, 1989.

[21] J. C. Tang, N. Maie, Y. Tada, A. Katayama, «Characterizations of the maturing process of cattle manure compost,» *Process Biochemistry,* vol. 41, pp. 380-389, 2006.

[22] J. A. Alburquerque, J. Gonzalvez, D. Garcia, and J. Cegarra, Measuring detoxification and maturity in compost made from «alperujo,» the solid byproduct of extracting olive oil by the two-phase centrifugation system. *Chemosphere,* vol. 64, pp. 470477, 2006.

[23] V.I. Manios, P.E. Tsikalas, and H.I. Siminis, «Phytotoxicity of olive tree leaf compost in relation to the organic acid concentration,» *Biological Wastes,* vol. 27, pp. 307-317,1989.
[24] M. P. Bernal, C. Paredes, M. A. Sanchez, and J. Cegarra, «Maturity and stability parameters of compost prepared with a wide range of organic wastes,» *Bioressource Technology,* vol. 63, pp. 91-99, 1998.
[25] L. Wu, L.Q. Ma, and G.A. Martinez, «Comparison of Methods for Evaluating Stability and Maturity of Biosolids Compost. J. Environ. Qual.,» vol. 29, pp. 424-429.
[26] F. Zucconi, A. Pera, M. Forte, and M. De Bertoldi, «Evaluating toxicity of immature compost,» *Biocycle,* vol. 22, pp. 54–57, 1981.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1083-1094
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Perception and adaptation strategies to climate change by market gardeners in the Funa river valley in the city of Kinshasa

Michel Ndengoli Momangi[1-2], Alain Kazadi Batubenga[1], Noël Kalonji Kabemba[1], Rebecca Mitshiabu Mudiayi[1], Taylor Ilolo Kunzi[3], Nipha Ibunga Nkanga[4], Hugo Masio Elenga[5], Guillaume Lusambu Anelk[6], Cherlin Lokanyanga Esobe[7], and Lasony Mayoke Mokoko[7]

[1]Institut National Pour l'Etude et la Recherche Agronomiques, RD Congo

[2]Faculté des Sciences Agronomiques, Université Pédagogique Nationale, RD Congo

[3]Département de Géographie et Sciences de l'Environnement, Université Pédagogique Nationale, RD Congo

[4]Filière d'Ecologie et Environnement Urbain, Université de Mbandaka, RD Congo

[5]Département d'Economie Publique, Université Technologique Bel Campus, RD Congo

[6]Institut Supérieur Pédagogique de Tshikapa, RD Congo

[7]Centre Interdisciplinaire de l'Université Pédagogique Nationale, RD Congo

Copyright © 2023 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 concerns the adverse effects of climate change on peri-urban agriculture in Kinshasa, Democratic Republic of Congo (DRC). The overall objective of this research is to contribute to a better understanding of the endogenous strategies put in place by market gardeners to adapt to the adverse effects of climate change. To this end, a questionnaire survey was carried out on a sample of 100 randomly selected market gardeners in the Funa valley, on the outskirts of the Monastery of the Our Lady of the Assumption. This was complemented by field observations. Meteorological data covering a period of 30 years (1990-2020) made it possible to assess the evolution of precipitation and temperature. The results indicate that the respondents are informed about climate change and perceive its effects through the increase in temperature (93%) and rainfall (86%). Market gardeners reported that climate change induces water stress, stunting and low crop germination rate. The intensification of the use of fertilizers, the gradual abandonment of the empirical agricultural calendar, the supply of water for the fight against drought and the construction of dykes and drainage canals are the adaptation strategies developed by market gardeners in order to limit the harmful consequences of climate change on agricultural production.

KEYWORDS: Market gardener, climate change, temperature, precipitation, Funa River, Kinshasa.

1 INTRODUCTION

Climate change and its impacts are a major challenge that requires a global response [1, 2]. It induces a slow and continuous increase in the average global temperature of the earth's surface and is already upsetting the rhythm of precipitation [3, 4]. These upheavals are accompanied by an increase in the frequency and intensity of extreme climatic events (droughts, floods, heat waves, heavy and abundant rains, tornadoes, etc.), often the cause of natural disasters [4, 5].

Corresponding Author: Michel Ndengoli Momangi

Therefore, health, terrestrial and aquatic ecosystems as well as socio-economic systems such as agriculture, forestry, fisheries and water resources, essential elements for human development and well-being, are already experiencing the induced effects of climate change [6].

Given the current magnitude of these changes, sub-Saharan Africa appears to be one of the most vulnerable regions of our planet [7, 8]. Indeed, sub-Saharan Africa's great vulnerability to climate change is due to its strong dependence on natural resources, the basis of livelihoods and food security (fisheries and agriculture), and its limited adaptive capacity which is due to the lack of resources and technologies [9].

The Congo Basin, like other sub-regions of Africa, has been subjected for several decades to the harmful effects of climatic hazards. The vulnerability of this area to climate change is all the greater as more than 80% of its populations live exclusively from agriculture, fishing, livestock and gathering, which are activities largely dependent on the climate [10]. The threat to African countries is all the more serious as they do not have the technical means to measure the impact of this climate change in order to consider effective control strategies.

Much of the Congo Basin could suffer by 2050 from a sharp increase in the frequency of intense rainfall [2]. In addition, average and extreme temperatures will increase in the future. These changes in temperature and rainfall will lead to more floods and droughts, damaging crops and potentially causing increased food insecurity among poor families, especially in rural and peri-urban settings [2, 11].

The Democratic Republic of Congo is a typical case of African countries where the rural exodus linked to conflicts and the deterioration of living conditions in rural areas has led to vertiginous and unprecedented demographic growth in the capital, over the course of three last decades [12]. With about 14 million inhabitants in 2020, the population of Kinshasa has quadrupled in the last thirty years. This galloping demography is also due to the concentration of economic, school, university and health infrastructures as well as administrative and political institutions [12].

The development of peri-urban agriculture in general and market gardening in particular are proving to be opportune to meet the growing demand for foodstuffs from urban households. In addition, the market gardening sector is now proving to be one of the best strategies allowing a large number of unemployed city dwellers to face several problems of their survival [13].

However, the vagaries of the weather, which result in long periods of drought, increased temperatures, heavy rainfall and flooding of market gardening sites, limit the development of this activity.

A study recently carried out in the municipality of Masina, in the eastern part of the city-province of Kinshasa, indicates that due to lack of knowledge, nearly half of the market gardeners questioned cannot correctly perceive the harmful effects of climate change on market gardening [14]: which makes the fight against this phenomenon difficult.

In this context, there is reason to wonder if the market gardeners of the Funa river valley, in Kindele quarter, municipality of Mont-Ngafula to the west of the city of Kinshasa are aware of the effects of climate change on their activity.

The general objective pursued in this study is to improve knowledge on the endogenous strategies put in place by the market gardeners of the city of Kinshasa in order to adapt to the adverse effects induced by climate change over the past three decades.

2 METHODS

2.1 STUDY SITE

The study took place in Kinshasa, in the valley of the Funa River, located in the Kindele quarter in the municipality of Mont-Ngafula. The natural vegetation of the study site consists of a forest island, relatively preserved around the Priory of Our Lady of the Assumption monastery and the savannah (Figure 1). The landscape of the whole quarter remains dominated by a cover of mostly fruit trees. However, the demographic pressure which translates into increasing demand for land, with a view to installing new housing, often leads to the felling of these trees, thus jeopardizing the environmental balance of the city.

Located in the city-province of Kinshasa, the climate of the Kindele quarter is of the Aw4 type, according to the Köppen classification [15]. It is a hot and humid tropical climate, which originates from the hill breezes which at a certain time of the day blow from the bottom of the valley to the top bringing a certain freshness [16, 17]. This climate has two seasons, a four-month dry season that runs from mid-May to mid-September and an eight-month rainy season that runs from mid-September to mid-May. The rainy season is interspersed with a short dry season between mid-January and mid-February [18]. The average annual temperature is 24.5°C [14].

The average annual precipitation is around 1400 mm. However, the rains decrease around January-February (the small dry season). [16, 19]. The relief of the Kindele quarter is dominated by hills separated by very deep valleys, through which flow certain streams, sometimes cut by erosion. Two types of soil predominate in this environment, hill soils (erosive) and valley soils (fertile and suitable for agriculture) [20].

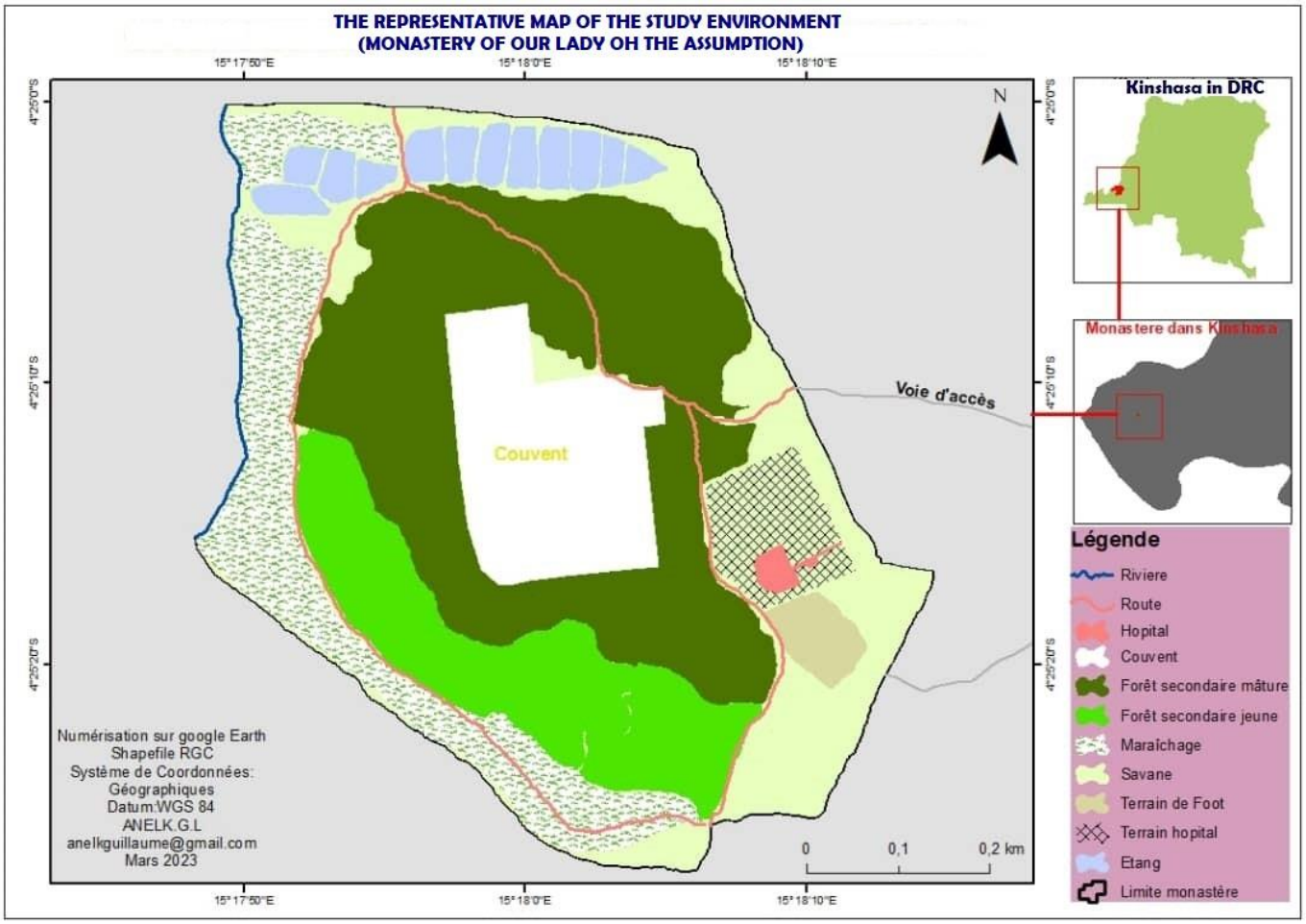


Fig. 1. Land use map of the study area

2.2 DATA COLLECTION AND ANALYSIS

Data collection was carried out on a sample of 100 market gardeners according to a reasoned sampling plan. The semi-structured interview allowed market gardeners to freely express their opinions, which allowed us to collect their perceptions on the effects of climate change on their activities. Such a technique is all the more interesting in that it avoids the biases that could have been recorded during group interviews [21, 22]. The content analysis of the interviews was done manually as described by Wanlin [23].

Non-participant observation allowed us to realize the realities of our study site without directly participating in the activities of market gardeners who are observed subjects [24, 25].

Meteorological data was obtained from the National Meteorological Agency of the DRC (METTELSAT). These cover a period of 30 years (1990-2020). They were then analyzed and processed using Microsoft Excel 2016 software to obtain the trend curves respectively for temperature and precipitation in the study area for a period of three decades. The information obtained was compared with the opinions of market gardeners on the evolution of these two climatic parameters during the same period.

3 RESULTS

3.1 SENIORITY IN THE MARKET GARDENING ACTIVITY

The market gardeners randomly selected in the Kindele district responded favorably to the various questions asked during the survey. These were grouped into a sample of 100 farmers including 71% of men and 29% of women (Figure 2). Regarding their seniority in the exercise of the activity, 85% of the subjects surveyed have embarked on market gardening over the past 11 years. Indeed, in a context of unemployment and impoverishment that characterizes the populations of the peri-urban districts of Kinshasa, market gardening remains one of the main income-generating activities that supports the household economy of these areas.

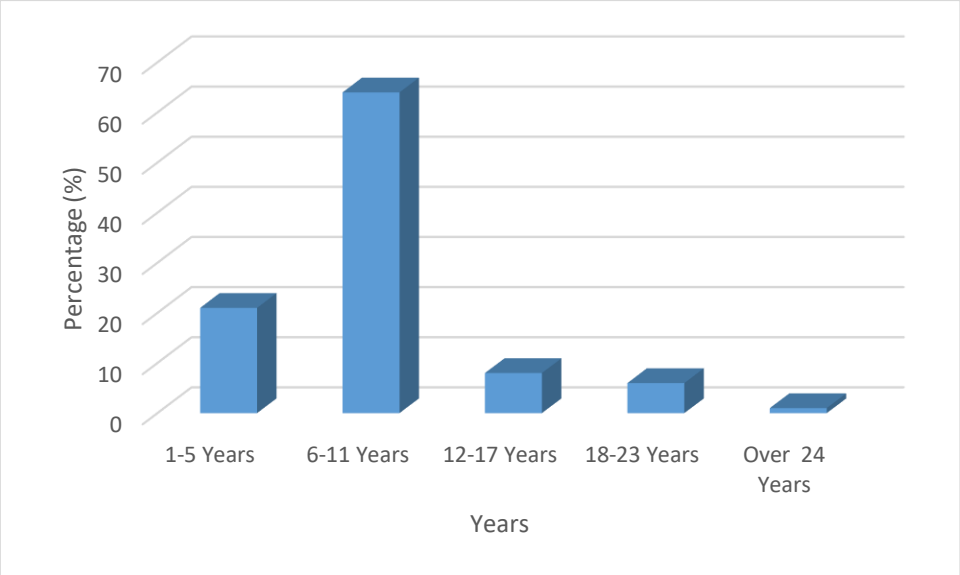


Fig. 2. Time in business in terms of years

3.2 DISTRIBUTION OF CROPS GROWN ON THE SITE

Amaranth (Amarantus sp) and sweet potato (Ipomea batatas) are the two crops most grown by market gardeners in our study area, i.e. 62 % of our subjects; then comes spinach (Basella sp) and sweet potato (Ipomea batatas) 14 % and finally amaranth (Amarantus sp), potato (Ipomea batatas) and eggplant (Solanum melongena) 11 %. The rest of the crops practiced occupy only 13% overall. The low diversity of vegetables cited is explained by the fact that the survey took place during the dry season. These crops adapt easily during the dry season.

Table 1. Distribution of the main crops grown in the Funa Valley

Crop	%
Amarantus sp + *Ipomea batatas* (L.) Lam.	62
Basella sp + *Ipomea batatas* (L.) Lam.	14
Solanum melongena L. + *Amarantus sp* + *Ipomea batatas* (L.) Lam.	11
Solanum lycopersicum L. + *Amarantus sp* + *Ipomea batatas* (L.) Lam.	7
Amarantus sp + *Basella sp* + *Ipomea batatas* (L.) Lam.	2
Solanum lycopersicum + *Solanum melongena* L. + *Amarantus sp* + *Ipomea batatas* (L.) Lam.	2
Ipomea batatas (L.) Lam.	1
Amarantus sp + *Basella sp*	1
Total	**100**

3.3 PERCEPTIONS OF CLIMATE CHANGE

Perceptions of climate change were reported using indicators of change observed among market gardeners in the Funa Valley. These indicators have been classified according to the nature of the climatic parameter taken into account. On the rainfall side, the indicators were perceived at 86% by the producers surveyed while they appear at 93% among the producers concerning the temperature (Table 2).

Table 2. Market gardeners' perceptions of climate change indicators

Climatic parameters	Indicators of change	Percentage of market gardeners on perception
Rainfall	Increase in the amount of rainfall Delayed onset of rains Increase in the length of the rainy season Frequent flooding	86%
Temperature	Increased heat Longer warm period	93%

Climate change is a phenomenon recognized by market gardeners in the Funa Valley, but the causes attributed to them vary. For 72% of the producers surveyed, the climate change observed in recent years is only the result of human actions through deforestation and/or deforestation; 26% of market gardeners attribute it to bush fires and air pollution caused by factories and 2% of producers blame road traffic and slash and burn agriculture (Figure 3).

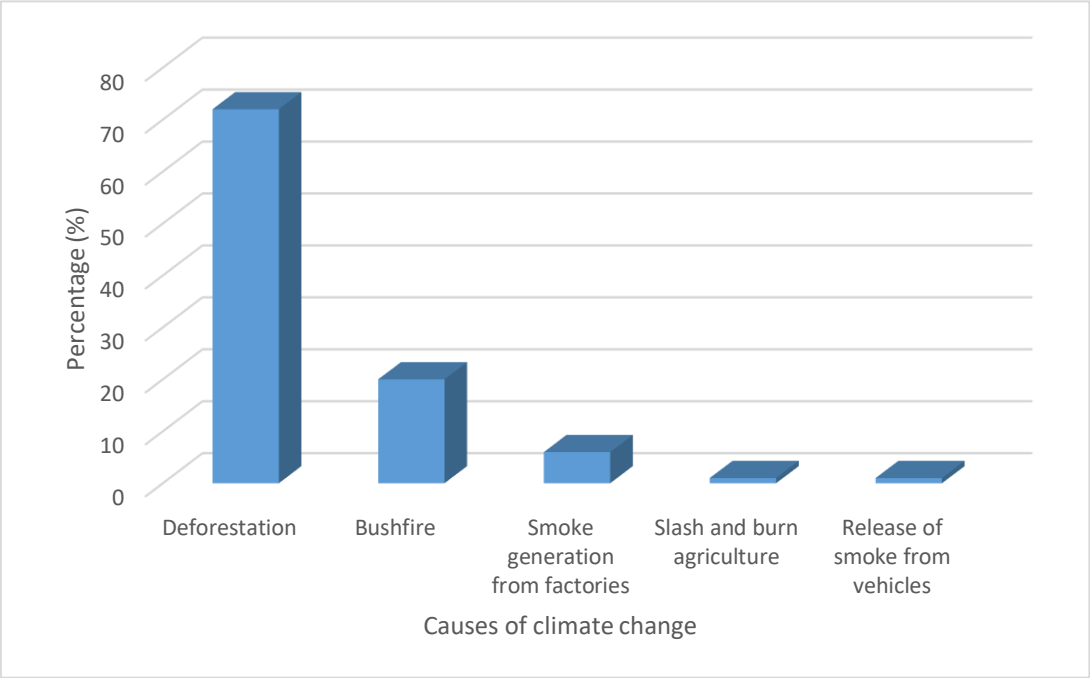


Fig. 3. Causes of climate change

Regarding information on climate change, 46% received it through their friends and relatives, 44% through television and 7% through a conference (Figure 4).

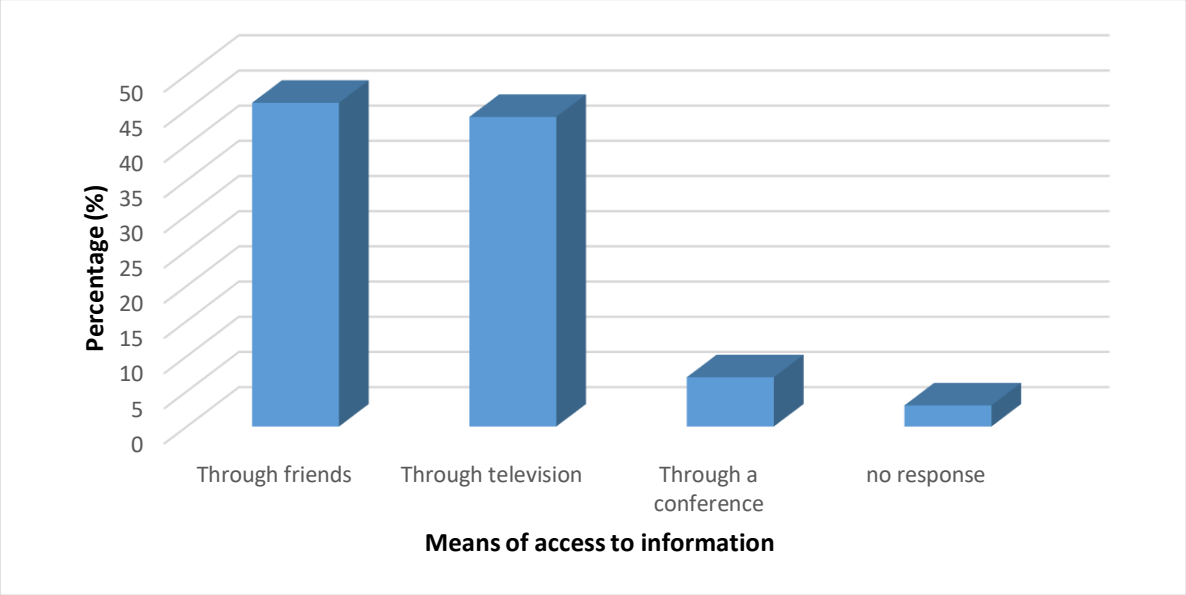


Fig. 4. Means of access to information on climate change by market gardeners

3.4 Analysis Of Climate Trends

3.4.1 Analysis Of Temperature Trends In The Study Area

According to market gardeners' opinions, temperatures have increased over the past thirty (30) years. This temperature trend is confirmed by 93% of respondents. However, 5% mention temperature stability and 2% say that temperatures are getting lower and lower (Figure 5).

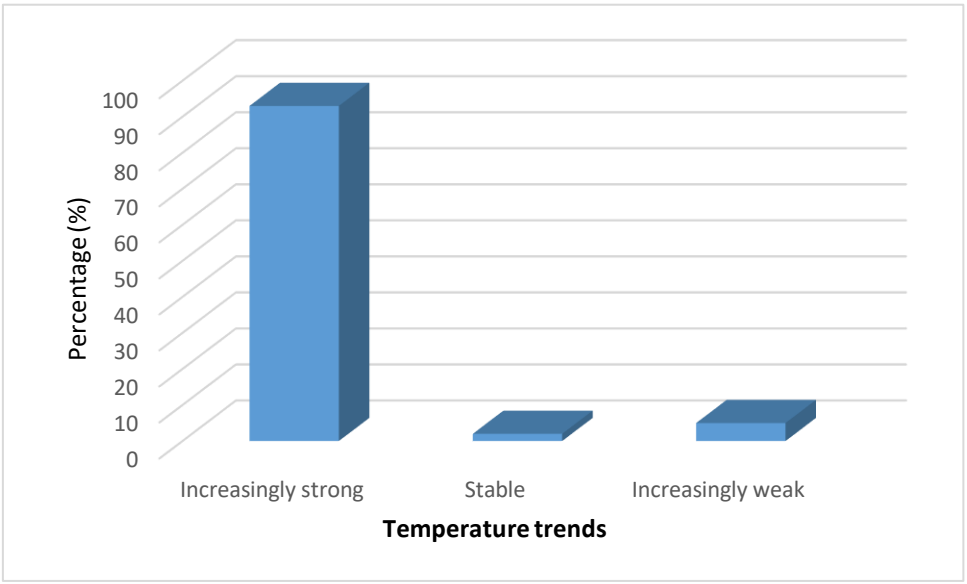


Fig. 5. Observed temperature trends

The information obtained from market gardeners was not sufficient to identify the changing trends in temperatures. Hence the need to compare them with meteorological data.

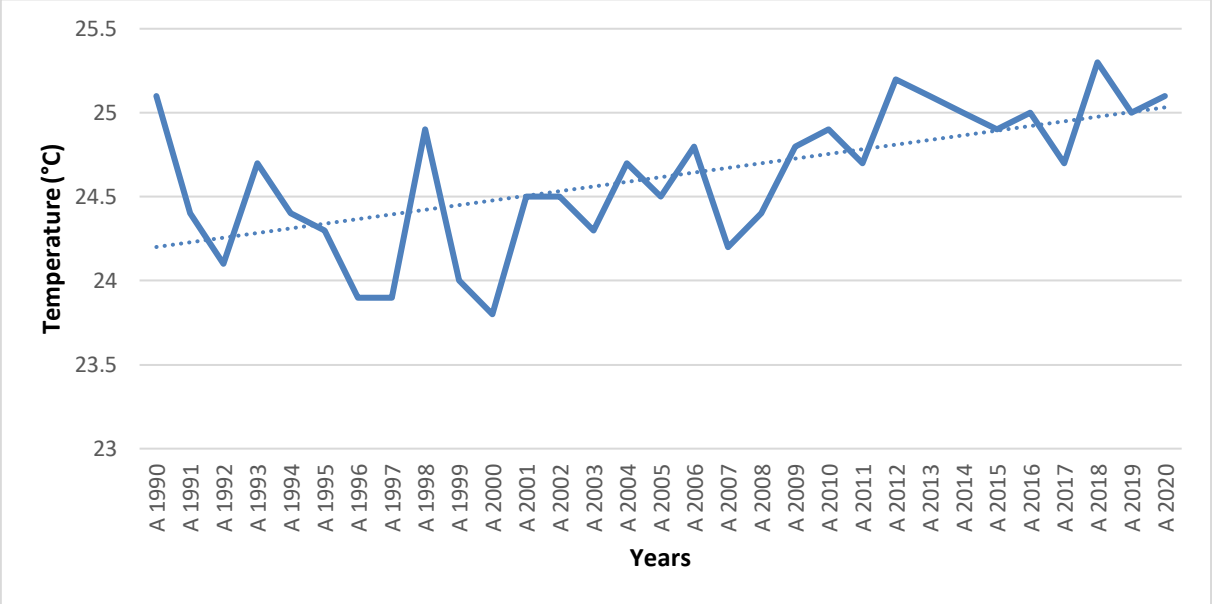


Fig. 6. Evolution of annual average temperatures according to Kinshasa station (1990-2020)

The analysis of the meteorological data shows that the annual mean temperatures have developed in a sawtooth pattern, i.e. large deviations from the mean values have been reported over three decades. The trend curve showed a strong upward trend in temperatures over this period (Figure 6).

3.4.2 Analysis Of Rainfall Trends

The interest of the study of rainfall parameters is the comparison of theoretical results with the perceptions of market gardeners. In order to better examine the trend of evolution of theoretical data of the last thirty (30) years, the graph showing the opinions of market gardeners on the evolution of rainfall data is presented in Figure 7.

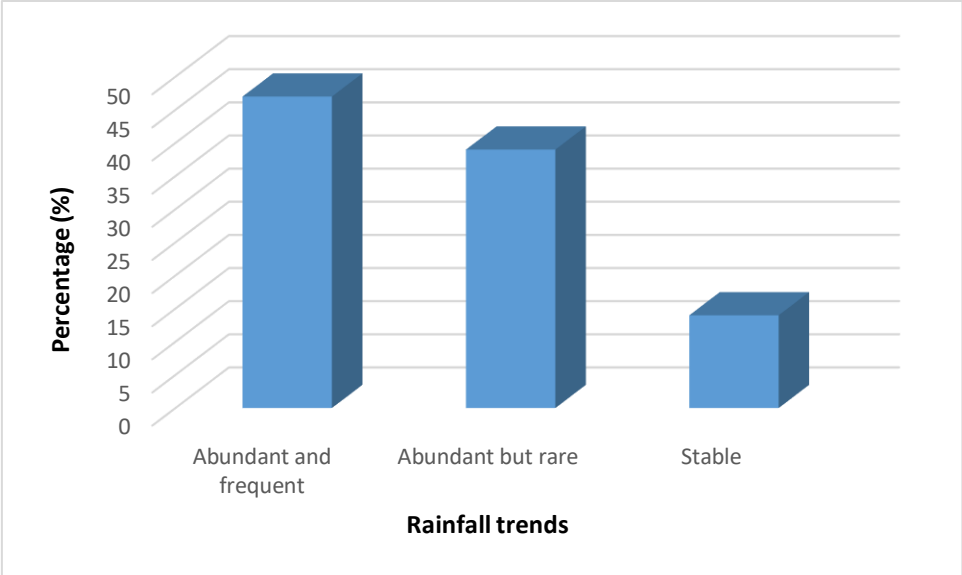


Fig. 7. Rainfall trends

The analysis of Figure 7 shows that overall there is an upward trend in annual rainfall and the number of annual days of rain during the last thirty (30) years in our study area, i.e. 47%. However, 39% said that they are abundant but rare and only 14% of the subjects said that the evolution of the rains is stable.

As for temperatures, rainfall data collected at the Kinshasa meteorological station were also analyzed. These are shown in Figure 8.

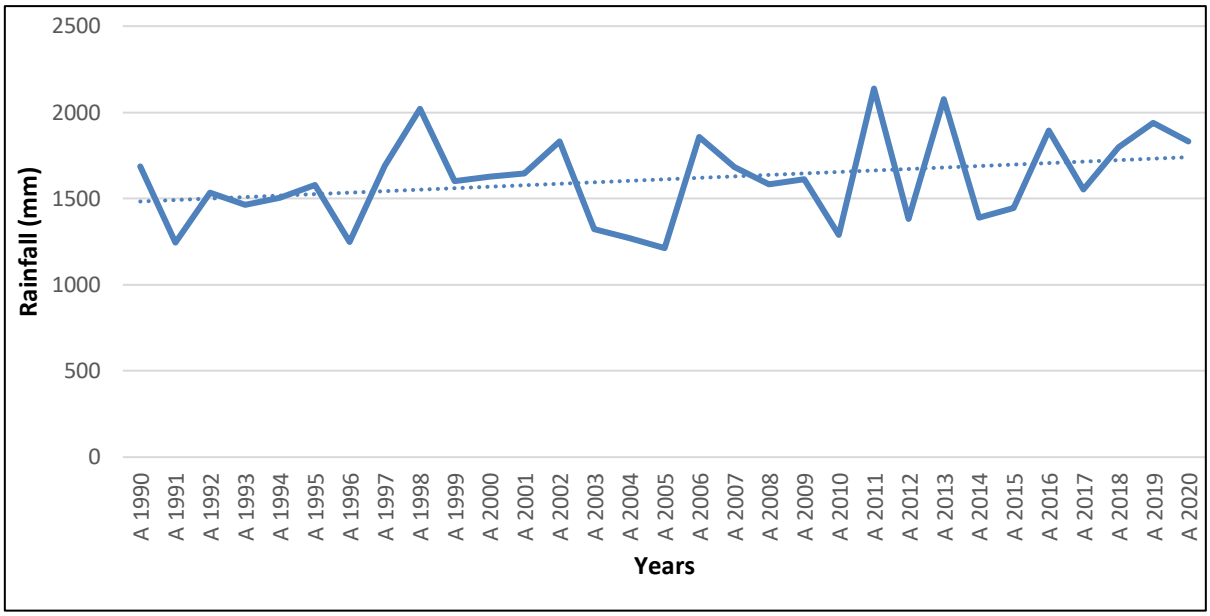


Fig. 8. Rainfall evolution according to Kinshasa station (1990-2020)

It emerges from the analysis of Figure 8 that the precipitation values recorded over the last thirty years have experienced large interannual variations. However, the trend curve generated has a relatively weaker curve than that of the temperature.

3.5 Consequences Of Climate Change On Crops

According to 44% of the producers surveyed, changes in rainfall and temperature have negative consequences on crops through reduced yields and crop loss (low germination rate).

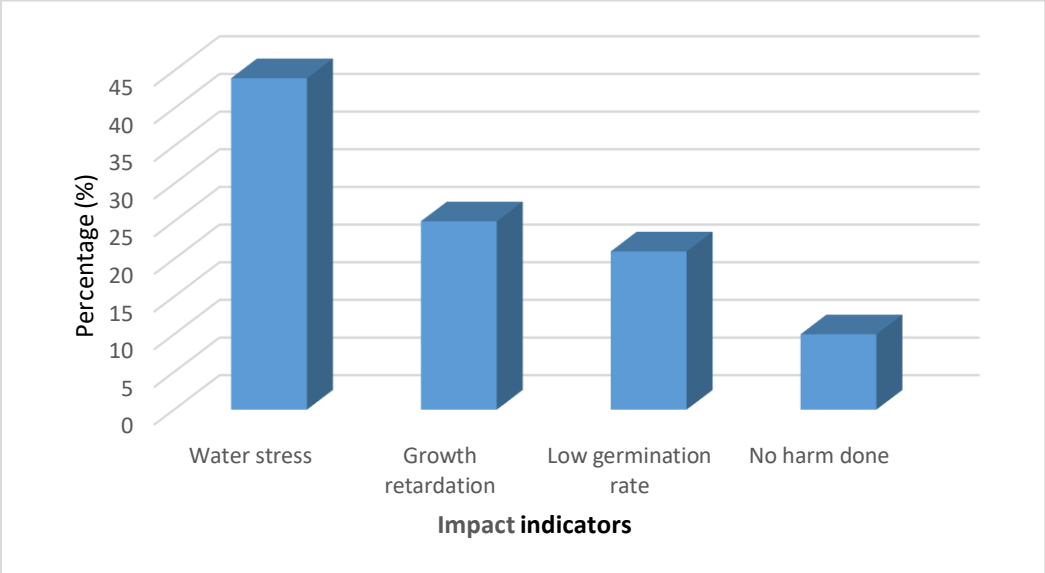


Fig. 9. Impacts of climate change on crops

3.6 CLIMATE CHANGE ADAPTATION STRATEGIES

The adaptation strategies developed by the market gardeners of the Funa Valley allow them to limit the harmful consequences of climate change likely to affect their activities. These are the intensification of the use of fertilizers, the gradual abandonment of the empirical agricultural calendar, the supply of water for the fight against drought and the construction of dykes and canals for the fight against floods.

3.6.1 INTENSIFICATION OF FERTILIZER USE

Climate change and particularly rainfall deterioration constitute an additive effect to the problems of fertility decline that arise in our study area. And to allow plants to complete their vegetative cycle before the rains stop, market gardeners apply urea. Urea is used for the fertilization of the plants in order to facilitate its growth and to obtain an acceptable harvest before the interruption of the rains. This intensive use of inputs has repercussions on the environment in the medium and long term, even if they make it possible to improve production and/or limit the efforts made for weeding activities.

3.6.2 GRADUAL ABANDONMENT OF THE EMPIRICAL AGRICULTURAL CALENDAR

One of the legacies of the market gardening world of our study environment is the agricultural calendar. This calendar resulted from the perception and climatic conditions enjoyed by previous generations. It was respected and rigorously followed for several years. But the pockets of repeated droughts, the early cessation of the rains and the frequent bad distribution of the rains made it difficult to respect the calendar. According to the producers surveyed, this agricultural calendar is no longer in line with current climatic realities.

3.6.3 SUPPLY OF WATER FOR THE FIGHT AGAINST DROUGHT

In order to fight against the drought, the market gardeners proceed by bringing water to the crops by watering, a preponderant factor, says the market gardeners. However, the growers proceed with the watering including twice a day in an abundant way, but it is not an easy task to do. Sometimes faced with the difficulty of the availability of water, in times of shortage, market gardeners are especially unable to cope.

3.6.4 CONSTRUCTION OF DYKES AND CANALS FOR FLOOD CONTROL

The market gardeners proceed with the construction of the dikes and the installation of the water evacuation channels in all the directions where the water enters. This technique allows them to channel and make the water flow.

3.7 REDUCTION MEASURES

When it comes to measures to mitigate the effects of climate change, reforestation comes first (66%), followed by banning bushfires (22%). 12% of market gardeners wanted the joint application of these two measures.

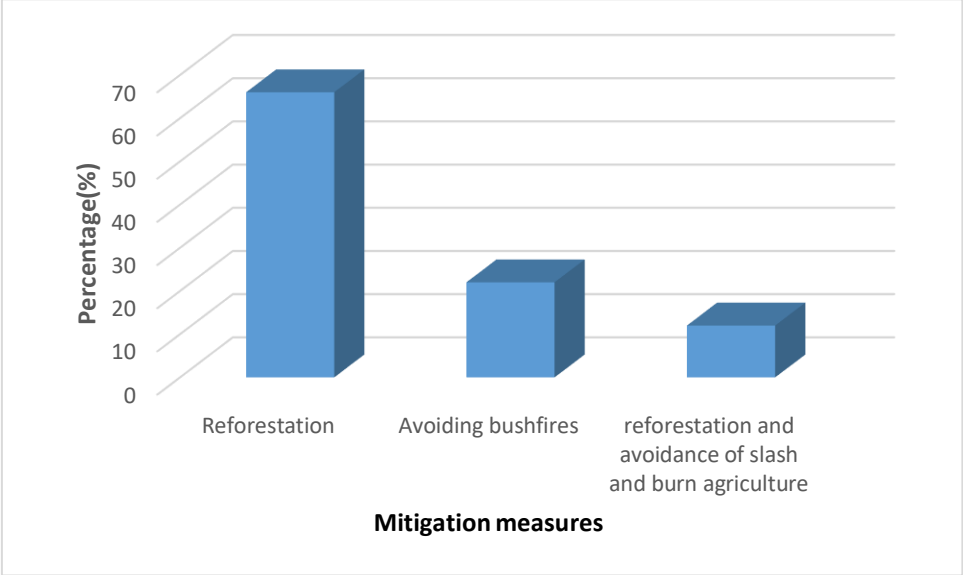


Fig. 10. Measure of mitigations to the effects of change

4 DISCUSSION

This study revealed the perception of market gardeners on climate change in the Funa Valley, in the peri-urban municipality of Mont-Ngafula, in the city of Kinshasa. The results of this study showed that nearly three quarters of market gardeners surveyed (72%) incriminate deforestation as the main cause of climate change. This result is more or less consistent with a study carried out in Benin by Dimon [26]. Indeed, producers surveyed in his study area conclude that the climate change observed in recent years is the result of human actions through deforestation. Bellassen et al. [27] claim that deforestation is one of the causes of climatic disturbances in tropical regions. In the context of the municipality of Mont-Ngafula in general and that of the Kindele quarter in particular, the effects of deforestation are visible. The natural vegetation, once lush as evidenced by the forest island of the monastery, has visibly deteriorated over the years due to demographic and land pressure [15]. Disappeared, it was replaced by an artificial cover of mostly fruit trees. Thus, due to a lack of sufficient vegetation cover on the slopes, the Funa River valley is occasionally flooded during the rainy season, thus making it difficult to practice market gardening.

From the point of view of the assessment of the consequences of climate change on market gardening, 44% of the surveys confirmed that climate change induces a low germination rate of their crops, water stress, and a delay in the growth of crops. Similar results have been found by the work of the Ministry in charge of the Environment and Nature Protection of Benin [28] which demonstrated during the development of the National Action Program for Adaptation to Changes that these disturbances induce impacts on agriculture. These relate to crop behavior, soil modification and declines in crop yield. Phenomena of shortening of the vegetative cycles and early deflowering are also observed, due to the rise in temperature. Houndénou [29] and Ogouwale [30] confirm that seasonal rainfall disruption and defiance disrupt crops, upset the peasant agricultural calendar and render the empirical cultural norms in force non-functional. Producers also report a drop in production or yield, crop yellowing, crop attack by insects, wilting. The same observation was made by Aho et al. [31] in their study; They found that climate change leads to a decrease in agricultural production. In Benin, the studies carried out respectively by Issa [32] and in Ogouwale [33] Ogouwale [30] concluded that additional thermal stress induces the reduction of yields in the different agro-ecological regions. In addition, the multiplications and expansion of crop pests due to climate change tend to aggravate the risk of post-harvest losses amplifying the vulnerability of farmers, the rural and urban poor, etc. [33; 34; 35]. With regard to adaptation measures to deal with the effects induced by climate change, market gardeners are developing various strategies, namely: Intensification of the use of inputs, gradual abandonment of the empirical agricultural calendar, supply of water for the fight against drought, construction of dykes and canals for the fight against floods. This finding is consistent with that noted by Dimon [26], which states that in Benin producers resort to the application of urea and inputs to cope with the adverse effects of climate change on crops. From the analysis of meteorological data, it reveals a consistency between them and the opinions of market gardeners. There is an upward trend for the two climatic parameters studied (temperature and precipitation). However, based on these two lines of information, the upward trend of annual temperatures over the three decades of study appears to be relatively greater than that of precipitation recorded over the same period.

5 CONCLUSION

The study on the perceptions of climate change by market gardeners in the Funa Valley in the municipality of Mont-Ngafula seems relevant to combat the harmful consequences of this phenomenon in the agricultural sector. Deforestation is attributed by 72% of market gardeners surveyed as the main cause of climate change. This is also recognized by numerous studies as being one of the main causes of this scourge in the tropics.

Almost all of the respondents clearly perceive the effects of climate change on market gardening in the Funa valley. The consequences of climate change on the activities of producers are reflected, among other things, in lower yields and crop losses. In addition, climate change induces a low crop germination rate according to 44% of market gardeners and water stress according to 25% of producers and a delay in crop growth according to 21% of them.

The adaptation measures developed in the study area to cope with the effects induced by climate change are: intensification of the use of inputs, the gradual abandonment of the empirical agricultural calendar, the contribution of water to fight against drought, the construction of dykes and canals to fight against floods.

In view of the results of this study, it is necessary to conduct similar studies at other sites throughout the Democratic Republic of Congo in order to put in place a national strategy for mitigation and adaptation and climate change. This will have made it possible to manage the harmful effects of climatic disturbances on agriculture in general and market gardening in particular.

Given the low female participation during this study, the gender aspect should be taken into account in future studies.

REFERENCES

[1] Maguire R. (Ed). Global Forest Governance. Edward Elgar Publishing, 355 p, 2013.
[2] De Wasseige C., Tadoum M., Eba'a Atyi R. & Doumenge C. Les Forêts du Bassin du Congo - Forêts et changement climatique, Weyrich, Belgium, 128 p., 2015.
[3] Badolo M. Indications on the potential impacts of climate change on food security in the Sahel, Cahier du changement climatique, Bulletin mensuel sur le changement climatique de l'institut d'applications et de vulgarisation scientifique, N°6, September 2008, 9p, 2008.
[4] Nature Québec, 2011. Climate change: what are the causes and impacts? http://www.naturequebec.org/ressources/fichiers/Agriculture/fermeszerocarbone_2011/TXT1103_refChangClimat.pdf
[5] Decamps H. Extreme Climate Events: Reducing the Vulnerabilities of Ecological and Social Systems, Science and Technology Report No. 29, Académie des sciences, Paris, France, 194p, 2010.
[6] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Summary for policy makers. In M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, (eds.), Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2007.
[7] Nolte K. & Chamberlain W. Africa Remains a Target as Global South 'Land Rush' Moves to Production, 2016. http://theconversation.com/africaremains-a-target-as-global-south-land-rush-moves-to-production-66345.
[8] Attfield, R. Africa and Climate Change, Utafiti, 14 (2), 281-294, 2020. doi: https://doi.org/10.1163/26836408- 14010016.
[9] Hamani D.O. Adaptation of agriculture to climate change: the case of the Tera department in Niger. Master's thesis in development, Department of Environment, Alexandria University, Egypt, 94 p, 2007.
[10] Brown, H. C. P., Nkem, J. N., Sonwa, D.J. and Bele, Y. 2010 Institutional adaptive capacity and climate change response in the Congo Basin forests of Cameroon. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 15: 263-282, 2010.
[11] Van Garderen & Ludwig F. Climate change adaptation options for the Congo Basin countries. In: Climate change scenarios for the Congo Basin. Haensler A., Jacob D., Kabat P., Ludwig F. (eds.). Climate Service Centre Report No. 11, Hamburg, Germany, 2013.
[12] Kibala J. K. Poverty and unemployment in the Democratic Republic of Congo: Status, analysis and prospects. ffhal-02909695, 2020.
[13] Kasanda N. M., Mushagalusa B. A., Kitsali J. H., Nkulu J. M. F., and Bogaert J., 2016. Peri-urban market gardening in Lubumbashi: land access patterns and farmland management, International Journal of Innovation and Applied Studies, ISSN 2028-9324 Vol. 14 No. 1 Jan. 2016, pp. 27-36, 2016.

[14] Bolaluembe P.-C.B., Lele B. N., Ngwey W., Semeki J. N., Ifuta S.N., Jean-Paul Tasi J.-P. M, Ndengoli M. M., Kafuti C. M., Yusufu E.K., Kalawu S.M., Mbumba M.B. Perceptions of market gardeners at the Tshuenge site in the city of Kinshasa on climate change. African Journal of Environment and Agriculture, 4 (4), 10-22, 2021.
[15] Ndengoli M. M., Kazadi A. B., Kalonji N. K., Mitshiabu R. M., Pungi S. P., Mongobo D. M., and Masio H. E. Perceptions of Residents of Mitendi Quarter on the Role of Trees in the Peri-urban Environment of Kinshasa, Democratic Republic of Congo. International Journal of Innovation and Applied Studies, 38 (3), 755-764, 2023.
[16] Masiala B. M. Contribution of peri-urban agricultural concessions to the food supply of the city of Kinshasa. Thesis in cotutelle presented and defended in view of obtaining the degree of Doctor in agronomic sciences and biological engineering, University of Kinshasa and University of Liège-Gembloux-Agrobiotech (Original thesis) P.89, 2021.
[17] Biloso A. Valorisation of non-timber forest products from the Batéké plateaux in the periphery of Kinshasa (R D Congo). PhD thesis in agronomic sciences and biological engineering, ULB, 252p, 2008.
[18] Lele B.N., Kachaka C.S. & Lejoly J. Effect of biochar and Tithonia diversifolia leaves combined with mineral fertilizer on maize (Zea mays L.) cultivation and ferralitic soil properties in Kinshasa (DRC). Biotechnol. Agron. Soc Environ, 20 (1), 2016.
[19] Ndamiyehe, N. J-B, Ndamiyehe, N. E., Habiyaremye, M. F., and Kadiata B. D., Role, presence and need of trees in the urban landscape of Kinshasa, Annals of the University of Goma, (2) 87-102, 2017.
[20] Bukele T.B. & Abata J.K. Revenus des exploitants maraîchers de Kinshasa: diagnostic technicocommercial et analyse économétrique. African Journal of Environment and Agriculture, 3 (3), 81-88, 2020.
[21] Limerick T., Grace M. & Limerick B. The Politics of Interviewing: Power Relations and Accepting the Gift. International Journal of Qualitative Studies in Education, 9 (4), 449-460, 1996.
[22] Babbie E. The basics of social research, fourth edition. Belmont, CA: Thomson Wadsworth, 550 p, 2005.
[23] Wanlin P. Content analysis as a method of qualitative interview analysis: a comparison between manual processing and the use of software. Recherches qualitatives, 3 (3), 243-272, 2007.
[24] Bastien S. Participatory observation or observant participation? Uses and justifications of the notion of observant participation in social sciences. Recherches Qualitatives, 27 (1), 127-140, 2007.
[25] Choudhury B. Social Disclosure. Berkeley Business Law Journal, 13 (1), 2016.
[26] Dimon R. Adaptation to climate change: perceptions, local knowledge and adaptation strategies developed by producers in the communes of Kandi and Banikoara, northern Benin, 2008.
[27] Bellassen V., Crassous R., Dietzsch L., and Schwartzman S. Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation: What Contribution from Carbon Markets? Climate Study n°14, Mission Climat of Caisse des Dépôts, Paris, France, 49 p., 2008.
[28] Ministry of Environment and Nature Protection. National Action Program for Adaptation to Climate Change of Bénin. Cotonou. 81p, 2008.
[29] Houndenou, C. Climatic variability and maize growing in the humid tropics: the example of Benin, diagnosis and modelling. Doctoral thesis in geography, UMR 5080, CNRS «climatologie de l'Espace Tropical», University of Burgundy, Climatology Research Centre, Dijon, 341p, 1999.
[30] Ogouwale, E. (2006) Changement climatique dans le Bénin méridional et central: indicateurs, scénarios et prospective de la sécurité alimentaire. PhD thesis, LECREDE/ FLASH/ EDP/ UAC, 302p.
[31] Aho N., Boko M., Afouda A. Evaluation concertée de la vulnérabilité aux variations actuelles du climat et aux phénomènes météorologiques extrêmes. PANA/Benin. 93 p, 2006.
[32] Issa M. S. 1995. Potential impacts of climate change due to the doubling of atmospheric CO2 on agriculture in the Republic of Benin. Dissertation of DESS Université Senghor d'Alexandrie, 113 p.
[33] Ogouwale E., 2004. Climate change and food security in southern Benin. DEA thesis, UAC/EDP/FLASH, 119p.
[34] IPCC. Impacts of Climate Change in the Regions: Special Report on Vulnerability Assessment in Africa. Island Press, Washington, 53p, 2001.
[35] FAO. Food insecurity: When people must live with hunger and fear starvation. The state of food insecurity in the world 2002. FAO. Rome, Italy, 214p, 2002.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1095-1107
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Essai d'analyse sur le conflit lié à la gestion durable de la Réserve Naturelle de Triangle de Ngiri : Impact sur la conservation de la biodiversité des espèces totalement protégées

[Analytical essay on the conflict related to the sustainable management of the Ngiri Triangle Nature Reserve : Impact on biodiversity conservation of fully protected species]

Matthieu Sekalo Mandele[1], Steve Iwewe[1], D.E. Musibono[2], Nsimanda Camille[2], and Ekoko Gracia[2]

[1]Institut Supérieur de Développement Rural (ISDR), Province de l'Equateur, Mbandaka, RD Congo

[2]Université de Kinshasa, Faculté des sciences, RD Congo

Copyright © 2023 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: Although officially created, the protected reserve of Ngiri remains virtual, existing only on paper, many reasons can explain this hypothesis:
- The insufficient national regulations, at least at the time of the establishment of this protected reserve, which had the effect of not having any application at the local level.
- Conflicts of administrative and community interest arising from the overlapping of different laws or measures.
- The authorities' lack of interest in safeguarding biodiversity or the priorities given to other aspects of environmental management (development of fishing).
- The local situation too complicated due to various conflicts between fishermen and eco-guards.
- The lack of qualified personnel, of means, in particular financial resources, to implement measures for the sustainable management of the reserve.
- The lack of skills in assessing the state of the environment and planning management.
- The poor definition of the limits of the protected reserve, thus reducing its interest for the fauna and flora.
- The very significant human pressure on the outskirts and the lack of ecological corridors to connect the reserve.
- The lack of economic valuation of the said reserve.

KEYWORDS: Conflict, Reserve, Ngiri, Impact, Conservation, Biodiversity.

RESUME: Bien que créée officiellement, la réserve protégée de Ngiri reste virtuelle, n'existant que sur le papier, de nombreuses raisons peuvent expliquer cette hypothèse:
- La réglementation nationale insuffisante, tout au moins au moment de l'instauration de cette réserve protégée, ce qui a eu pour effet de ne pas avoir d'application au plan local.
- Des conflits d'intérêt administratif et communautaire nés de la superposition de différentes lois ou mesures.
- Le manque d'intérêt des autorités pour la sauvegarde de la biodiversité ou des priorités données à d'autres aspects de la gestion de l'environnement (développement de pêche).
- La situation locale trop compliquée en raison de conflits divers entre les pêcheurs et les éco-gardes.
- Le manque de personnel qualifié, de moyens, notamment financiers pour mettre en œuvre les mesures d'une gestion durable de la réserve.
- Le manque de compétences en matière d'évaluation de l'état des milieux et de programmation de la gestion.
- La mauvaise définition des limites de la réserve protégée, réduisant ainsi son intérêt pour la faune et la flore.
- La pression humaine très importante en périphérie et le manque de corridors écologiques permettant de relier la réserve.
- Le manque de valorisation économique de ladite réserve.

MOTS-CLEFS: Conflit, Reserve, Ngiri, Impact, Conservation, Biodiversité.

Corresponding Author: Matthieu Sekalo Mandele

1 INTRODUCTION

Les ressources naturelles dans le monde disparaissent ou sont menacées à cause de surexploitation par l'homme. Le développement durable nous oblige non seulement de faire une prudence écologique, c'est –à-dire préserver ces ressources naturelles. Des méthodes de préservation sont entre autres la gestion durable et la création des Aires protégées [1].

Les réserves et les aires protégées sont les garants de la préservation d'un patrimoine collectif encore lourdement impacté par le développement durable de notre civilisation, ils offrent les biens et services, régularisent le climat… la faune, la flore, les habitats qu'elles permettent de sauvegarder présentent une valeur universelle non seulement en tant qu'espèces et espaces originaux, mais également en raison du rôle actuel ou potentiel qu'ils peuvent jouer pour l'homme. Il y a donc nécessité pour tous de se sentir concernés par la gestion de toute réserve et l, aire protégée, sur toute la surface du globe [2].

Les réserves forestières ont pour objectif de protéger la forêt naturelle, de promouvoir la recherche sylviculturale, voire d'enrichir la forêt naturelle en vue de promouvoir la production de bois industriel et de bois de feu. La gestion de ces réserves relève du Ministère de l'Environnement, Conservation de la Nature et Tourisme, par le biais de la Direction de Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables [3].

2 MILIEU D'ETUDE

Notre milieu d'étude c'est la réserve naturelle de triangle de Ngiri qui se trouve dans le Territoire de Ngiri.

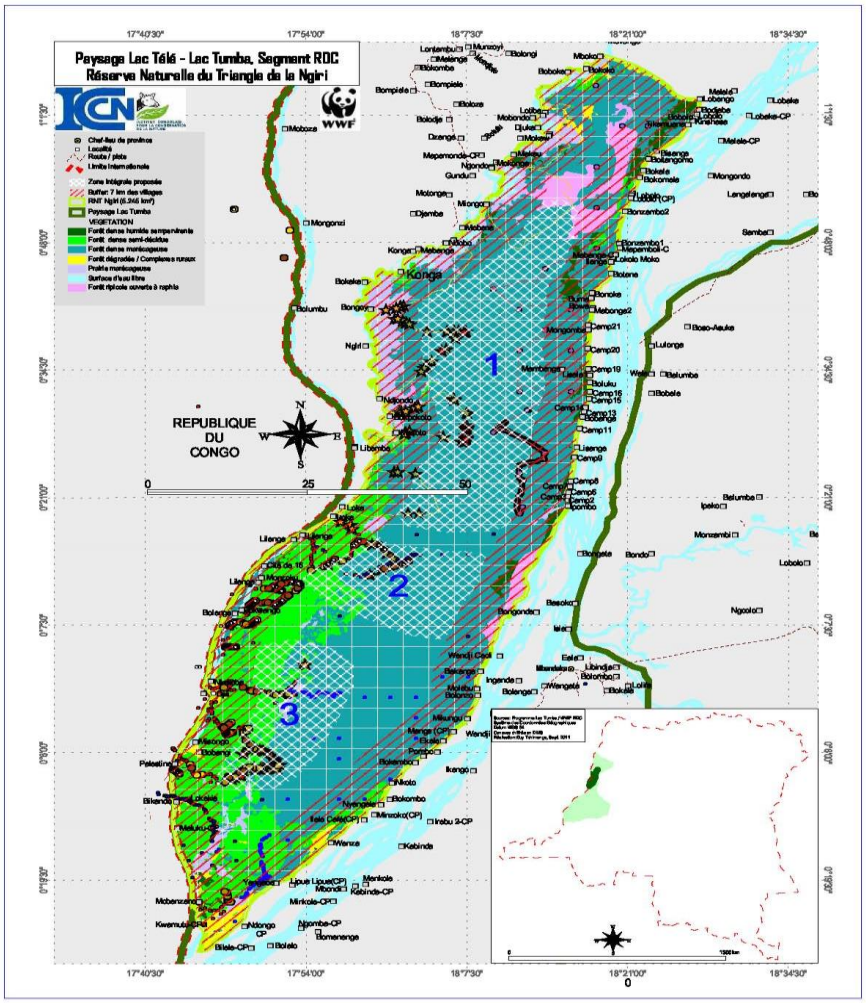


Fig. 1. Carte de la Reserve Naturelle de Triangle de Ngiri: zones à multiples usages

Source: Bureau administratif de la réserve de Ngiri 2022

L'Institut Congolais pour la Conservation de la Nature (ICCN) propose la création d'une Réserve à Ngiri, ayant statut de parc. Celle-ci sera appelée à protéger l'écosystème caractéristique de la bande savanicole du Sud du pays à galerie forestière typique et où vivent des troupeaux de buffles de Simpson, des antilopes, espèces de tortues etc [4].

Du point de vue juridique, ces aires sont en principe régies selon les concepts de l'UNESCO. Elles sont par ailleurs érigées par ce dernier qui délivre des permis ou des attestations ad hoc à l'issue des études préliminaires de délimitation et de faisabilité [5].

3 METHODOLOGIE

3.1 RECOLTE DES DONNEES

Les prélèvements des données destinées pour cette recherche ont été effectués dans le Territoire de Ngiri, plus précisément dans la reserve naturelle de triangle de Ngiri

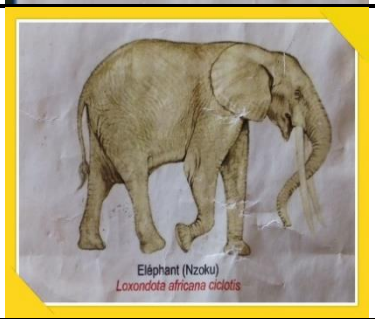
3.2 MATERIEL ET METHODES

3.2.1 MATÉRIEL

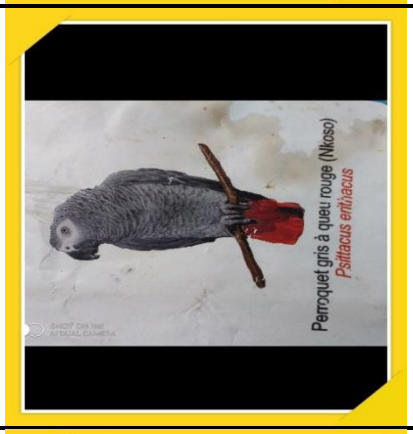
Le matériel de cette recherche est constitué essentiellement de 15 espèces animales constituant la création de la réserve naturelle de triangle de Ngiri comme étant une aire protégée. Il s'agit de: *Loxodonta africana, cyclotis, Colobus angolensis, Tragelaphus euryceros, Crocodylus nyloticus, Manis gigantea, Hippopotamus amphibius, Manis gigantea, Syncerus caffer,* Psittacus enithacus, *Cryctérope Oryctepus* [6]

Ces espèces sont classées parmi les espèces animales totalement protégées par CITES menacées d'extinction et sont repris sur le tableau ci-dessous:

Tableau 1. Les espèces totalement protégées dans la réserve de Ngiri

Espèce	Nom scientifique et vernaculaire
	*Pan troglodytes schweinfurthii (le chimpanzé de l'est),* Nom commerciale: Bonobo Nom vernaculaire: Mokomboso
	*Hippopotamus amphibius*, Nom commerciale: Ngubu
	*Loxodonta africana, cyclotis* (l'éléphant de forêt d'Afrique) *Nom commerciale:* l'éléphant Nom vernaculaire: Nzoku

	*Crocodylus nyloticus* Nom commerciale: Crocodile du nil Nom vernaculaire: Ngando
	Nom commerciale ngando Nom vernaculaire lokekele
	*Colobus guereza* Nom vernaculaire: Mboma
	*Manis gigantea* Nom commerciale: Pangolin géant Nom vernaculaire: kelaba
	*Colobus angolensis angolensis;* Vit en groupe sociaux de 6 à 20 individus et les nouveau-nés sont entièrement blancs. En outre, la situation politique explosive qui frappe la RDC pèse sur l'avenir des singes (*Colobus angolensis*); selon le dernier recensement de l'iccn en 1990, le nombre de ces singes oscillerait entre 5 400 et 20 000; ces primates vivent dans le bassin du Congo en RDC, entre le fleuve Congo au Nord et la rivière Kasaï au sud, mais leurs espaces naturels sont de plus en plus réduits, une situation d'autant plus préoccupante que ces singes (*Colobus angolensis*) ne font qu'un seul petit tous les 5 à 6 ans; ainsi, le trafic illégal de viande de brousse et d'animaux de compagnie menace aujourd'hui leur survie. (Mike, 2004).

	*Tragelaphus eurycerus,* aussi appelé (*Okapia johnstoni*), *Nom commerciale:* Okapis Nom vernaculaire: Mondonga
	*Syncerus caffer nanus* Nom commerciale: Buffle de forêt Nom vernaculaire: Pakasa
	Nom commerciale: Léopard Nom vernaculaire: Nkoy
	*Psittacus erithacus erithacus* Nom commerciale: perroquet gris à queue rouge (Nkoso) Une espèce vulnérable
	*Cryctérope Oryctepus* Nom vernaculaire: libenge

Source: Bureau de la réserve naturelle de triangle de Ngiri 2022

Sur ce tableau, il révèle que certaines espèces fauniques totalement protégées ne sont pas identifiées lors de la mise en œuvre de la réserve.

Tableau 2. Espèces des poissons les plus pêchés dans la réserve de Ngiri et ses environs

Familles	N°	Noms scientifiques	Noms vernaculaires	Statut UICN
LATIDEA	1	*Lates niloticus*	*Capitaine*	LC
CHANNIDEA	2	*Ophiocephalus obscurus*	*Mongusu*	LC
	3	*Channallabes apus*	Nkamba nyoka	LC
ALESTIDEA	4	*Hydrocyon goliath*	*Mbenga*	LC
DISTICHODONTIDAE	5	*Distichodus fasciolatus*	*Mboto*	LC
	6	*Xenocharax spilurus*	Libobu	Pas d'information au niveau de l'UICN
PROTOPTERIDAEE	7	*Protopterus dolloi*	*Nzombo*	LC
CYPRINIDAE	8	*Labeo lineatus*	*Monganza*	LC
POLICTERIDAE	9	*Polypterus palmas*	*Nkonga*	LC
ANABATIDAEA	10	*Ctenopoma fasciolatum*	*Mokonga*	LC
	11	*Ctenopoma nanum*	Mokenga	LC
CITHARINIDAE	12	*Citharinus gibbosus*	Liyanga	LC
	13	*Citharinus macrolepis*	Mpongo	LC
	14	*Bathyaethiops altus*	Mponde	LC
CICHLIDAE	15	*Oreochromis niloticus*	Mabundu	Information niveau de l'UICN
	16	*Hemichromis fasciatus*	Mbese	LC
OSTEOGLOSSIDAE	17	*Heterotis niloticus*	Congo ya sika (la mer)	LC
CLARIDAE	18	*Clarias gariepinus*	Ngolo	LC
HESPETIDAE	19	*Hepsetus odoe*	Mwenge	LC
MOCHOKIDAE	20	*Synodontis decorus*	Likoko	LC
	21	*Synodontis nummifer*	Epoyo	LC
NOTOPTERIDAE	22	*Xenomystus nigri*	Kombe	LC
MORMYRIDAE	23	*Petrocephalus sauvagei*	Mbongo	LC
CLUPEIDAE	24	*Odaxothrissa losera*	Mpoka	LC
ELESTIDAE	25	*Bathyaethiops altus*	Mpiki	LC

Source: www.iucnredlist.org (UICN Red List of Threatened Species. Version 2014.1).

Légende:

UICN; Union Internationale de la Conservation de la Nature

LC;

Les équipements ci-après ont été utilisés pour la récolte des données:

- GPS: L'outil qui nous a servi de prendre les coordonnées géographiques. Cela a aidé à la cartographie de notre site de recherche, l'appareil camera pour la prise des images.
- La méthode d'enquête a servi de base dans cette recherche. Elle a permis à l'identification de certaines espèces animales totalement protégées par Cites lors de l'évaluation. En outre connaitre l'implication de la communauté sur leur limite dans la réserve.

3.3 ECHANTILLONNAGE

La population concernée de la recherche est constituée de 72 personnes de toutes les couches confondues

3.4 COLLECTE DES DONNEES

Un calendrier de décente sur terrain a été élaboré, et cela nous a permis de récolter les données auprès de nos enquêtés.

Tableau 3. Problèmes spécifiques rencontrés liés à la conservation de la réserve de Ngiri

Reserve naturelle de triangle de Ngiri	Problemes identifiés	Causes	Conséquences	Mésures d'attenuation
	- Braconnage;	Commerce de trophées (ivoirs, cornes de rhinoceros)	Perte de la biodiversité, destruction de l'habitat, but lucraif	
	- Peche artisanale	Besoins alimentaires, economie de ménage, scolarisation…	Dégradation de freyeur, disparition d'espèces aquatiques	
	- Déforestation et - Dégradation	-Besoins des bois pour l'énergie, -Agriculture sur brulis -besoins alimentaires des produits non lignés	Changement climentique, Prte de la biodiversité, maque de gagner pour le secteur de tourisme	
	-			
	- Errosion faunique;	Besoins alimentaires, Commerce de trophées (ivoirs, cornes de rhinoceros)	Prte de la biodiversité, maque de gagner pour le secteur de tourisme	
	- Conflits	Besoins alimentaires, et économie de ménage, scolarisation…	Insecurité sur la gestion de la reserve, disparition de la biodiversité.	
	- Non implication de la communauté et l'autorité de l'Etat dans la gestion de la reserve	Manque d'approche participative à la mise en œuvre du projet de reation de la reserve	La megestionde sur la biodiversté, manque de collaboration	
	- Niveau bas des ecogardes	Mauvais choix par le bailleur	Conflits entre la communauté et les eco-gardes	Renforcement de capacités et aorganiser les atteliers de reciclage
	- Absence de textes legaux en matières de gestion et conservation	Precipitation dit à la création de la reserve, il faudrais une étude d'impact en vironnementale en prealable.	Meconnaissance de limite (Toute la partie prenante ne connais pas son cahier de charge	Vulgarisation des textes legaux à tout le niveau des parties prenantes

Source: étude ménée en 2022

En dehors de la reserve, les principaux problèmes de gestion qui se posent se rencontrent également en dehors de celle-ci et se manifestent de façon cofluctuelle.

Concernant les ressources halieutiques, les problèmes ci-après démontrent à suffisance l'absence des plans rigoureux pour leur conservation et leur gestion durable dans la reserve, par exemple; du non mise en exécution jusqu'à ce jour du plan directeur de pêche.

Tableau 4. Valeurs de conservation et menaces

Valeurs de conservation	Cibles de conservation	Menaces	
		Directes	**Indirectes**
Naturelles	• Eau douce (bassin hydrologique du fleuve Congo)	• Destruction du bassin versant • Pollutions physico-chimiques et organiques	• Mauvaise gouvernance • Prolifération des campements, immigration incontrôlée • Augmentation de la population, manque de PF Etc
	• Zones de frayère	• Pêche illicite	• Mauvaise gouvernance • Prolifération des campements, immigration incontrôlée • Augmentation de la population, manque de PF • Manque d'opportunités économiques et des moyens de subsistance • Pauvreté Etc
	• Divers habitats: forêt dense marécageuse, Foret mono dominante, forêt mixte et prairies marécageuse	• Agriculture sur brulis • Exploitation illégale Feu de brousse	• Prolifération des campements, immigration incontrôlée • Augmentation de la population, manque de PF • Manque d'opportunités économiques et des moyens de subsistance • Pauvreté • Absence de plan d'utilisation de terre Etc
	Espèces phares: Eléphant de foret, Chimpanzé, Hippopotames	Braconnage	• Mauvaise gouvernance • Prolifération des campements, immigration incontrôlée • Augmentation de la population, manque de PF • Manque d'opportunités économiques et des moyens de subsistance • Pauvreté • Absence de plan d'utilisation de terre • Prolifération des armes de chasse et munitions • Demande d'ivoire sur le d'ivoire • Prolifération des marchés de viande de brousse • Insuffisance de connaissance sur la conservation Etc
	Oiseaux	• Braconnage • Feu de brousse	• Mauvaise gouvernance • Prolifération des campements, immigration incontrôlée • Augmentation de la population, manque de PF • Manque d'opportunités économiques et des moyens de subsistance • Pauvreté • Absence de plan d'utilisation de terre • Prolifération des armes de chasse et munitions • Prolifération des marchés de viande de brousse

			• Insuffisance de connaissance sur la conservation Etc
Socio-économiques	Sites culturels (forêts sacrées) • Sites touristiques: villages des pêcheurs, ilots d'oiseaux migrateurs, etc.)	• Pêche illicite Braconnage	• Mauvaise gouvernance • Prolifération des campements, immigration incontrôlée • Augmentation de la population, manque de PF • Manque d'opportunités économiques et des moyens de subsistance • Pauvreté • Absence de plan d'utilisation de terre • Prolifération des armes de chasse et munitions • Prolifération des marchés de viande de brousse • Insuffisance de connaissance sur la conservation Etc
Scientifiques	• Ecosystèmes d'eau douce, • Habitats insulaires • Diversité biologique	• Braconnage • Pêche illicite • Destruction du bassin versant • Pollutions physico-chimiques et organiques • Agriculture sur brulis	• Mauvaise gouvernance • Prolifération des campements, immigration incontrôlée • Augmentation de la population, manque de PF • Manque d'opportunités économiques et des moyens de subsistance • Pauvreté • Absence de plan d'utilisation de terre • Prolifération des armes de chasse et munitions • Demande d'ivoire sur le d'ivoire • Prolifération des marchés de viande de brousse • Insuffisance de connaissance sur la conservation Etc

4 PRESENTATION DES RESULTATS DE RECHERCHES

4.1 IDENTIFICATION DES ENQUÊTÉS

Après que la taille de notre échantillon soit déterminée, soit 72 sujets de nature confondue ont été sélectionnés et enquêtés.

Nous avons procédé à l'identification en tenant compte de certaines variables jugées nécessaires en vue de bien valider notre enquête sur terrain. Il s'agit des variables telles que le sexe, le niveau d'instruction, la situation matrimoniale, la taille de ménage.

Tableau 5. Répartition des enquêtés selon le sexe, l'âge, l'état civil, le niveau d'instruction et la taille de ménage

VARIABLES		FREQUENCE	%
SEXE	Féminin	2	3
	Masculin	70	97
	Total	72	100
Age	18 à 30 ans	23	32
	31 à 40 ans	40	56
	41 et plus	9	12
	Total	72	100
Etat civil	Mariés	36	50
	Divorcés	18	25
	Célibataires	10	14
	Veufs	8	11
	Total	72	100
Niveau d'étude	Analphabètes	10	14
	Primaire	32	47
	Secondaire	22	31
	Supérieur et universitaire	6	8
	Total	72	100
Taille de ménage	2 personnes	15	21
	3-4 personnes	19	26
	5-6 personnes	22	31
	7 personnes et plus	16	22
	Total	72	100

Source: nos enquêtes sur terrain 2022

Du point de vue de sexe, 97 % des enquêtés sont du sexe masculin et 3% seulement sont féminins.

Du point de vue d'Age, 32% des enquêtés sont âgés de 18 à 30 ans, 56% âgé de 31 à 40 ans et 12% sont âgés de 41 ans et plus.

Du point de vue d'Etat civil, 50% des enquêtés sont des mariés, 25% des divorcés, 14% des célibataires et 11% des veufs.

Du point de vue niveau d'étude, 47% des sujets enquêtés sont de niveau primaire, 31% du niveau secondaire, 14% des analphabètes et 8% du niveau supérieur et universitaire.

Du point de vue de la taille des ménages, 21% des enquêtés renferment 2 personnes par ménages, 26% 3 à 4 personnes par ménage, 31% 5 à 6 personnes par ménage et 22% 7 personnes et plus.

5 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Cette partie concerne l'interprétation des résultats de l'enquête précédemment présentés dans les différents tableaux. Les résultats obtenus lors de notre recherche prouvent à l'insuffisance, le non-respect et l'exploitation irrationnelle des espèces des poissons, Les animaux totalement protégés sont visibles dans les différents marchés de la province.



Fig. 2. Espèces de poissons et viande de Bonobo capturés et vendu au marché

Les alevins capturés par les pêcheurs et *Pan troglodytes schweinfurthii (le chimpanzé de l'est),*

Il ressort de ces figures que l'exploitation des produits de pêche et de chasse dans la réserve naturelle de triangle de Ngiri est irrationnelle, cela occasionne la mauvaise conservation et gestion durable de la biodiversité faunique et floristique de la réserve.

Sur le terrain, nous avons observé l'abondance des viandes sauvage des espèces totalement identifiées et protégées d'être vendu dans les marchés publics, tué et vendu

Les résultats issus de cette recherche se présentent sur les tableaux ci-dessous:

Tableau 6. Ancienneté des enquêtés dans la réserve ngiri

Réponses	Effectifs	%
1 à 10ans	5	6.9S
11 à 20ans	7	9.7
21 à 30ans	10	13.8
31 à 40ans	20	27.7
41 à 50 ans plus	30	41.6
Total	72	99.7

Source: Nos enquêtes sur terrain 2022

Au regard de ce tableau il révèle que 41,6 % de la population ont mis longtemp dans notre milieu d'étude contre 9,7% des répondants ont mis peu du temps dans ce milieu

Tableau 7. Implication de la population dans le processus de la mise en œuvre de la réserve de ngiri

Réponses	Oui	Non	%
1 à 10 ans		5	6.9
11 à 20 ans		7	9.7
21 à 30 ans		10	13.8
31 à 40 ans		20	27.7
41 à 50 ans plus		30	41.6
Total		72	99.7

Source: Nos enquêtes sur terrain 2022

Au regard de ce tableau 99,7% des répondants n'étaient pas associés dans le processus de la mise en œuvre de la réserve naturelle de triangle de Ngiri, c'est ce qui occasionne le conflit entre les éco-gardes avec une partie de la population (les pécheurs).

Tableau 8. Connaissance de la population sur l'importance de la réserve naturelle de triangle de Ngiri

N°		Fréquence	Pourcentage
1	Agriculture	14	19,4
2	Pêche	14	19,4
3	Chasse	16	22,2
4	Cueillette	5	6,9
5	Recherche des bois du feu,	9	12,5
6	L'exploitation des bois	10	13,8
7	Recherche des produits non lignés	4	5,5
Total		72	100

Source: nos enquêtes sur terrain, 2022.

Il ressort de ce tableau que, 22,2% des sujets enquêtés connaissent la forêt de réserve naturelle pour raison de produit de chasse contre 19,4% pour la pêche, 19,4% l'agriculture itinérante sur brulis, suivi de 12,5% de bois d'énergie et 13,8% l'exploitation des bois.

Tableau 9. Causes principales de pression anthropique de la population sur la réserve naturelle de Ngiri

N°	Causes	Fréquence	Pourcentage
1	Auto-substance	32	45
2	Accroissement démographique	11	15
3	Besoins socio-économiques	29	40
Total		72	100

Source: nos enquêtes sur terrain, 2022

Dans ce tableau nous retenons que: 45% des sujets enquêtés estiment que c'est à cause de besoin de leur auto-substance ou recherche des revenus qu'ils exploitent des façons anarchiques la biodiversité de la réserve de Ngiri tout en détruisant les habitats naturels; 40% évoquent les besoins socio-économiques inoubliables de la population locale. Enfin, 15% brandissent le phénomène d'accroissement démographique de Ngiri qui menace la biodiversité faunique et floristique parfois rares ou souvent fragiles en détruisant ces milieux



Fig. 3. Espèces des poissons capturés avant la maturité (crime faunique et environnemental)

6 STRATEGIES DE CONSERVATION DURABLE DE LA RESERVE

En vue d'une conservation et gestion durable de cette réserve, nous proposons la mise en œuvre des projets en termes d'activités alternatives:

Renforcer la lutter contre la criminalité environnementale dans la réserve naturelle de triangle de Ngiri:

- Développer les activités de pisciculture,
- Rendre disponible les foyers améliorés en vue de réduire la pression sur la forêt (coupe de bois de chauffe);
- Développer les activités agropastorales (élevage de gros et petit bétails);
- Développer les activités d'agroforesterie et de reboisement (arbres à chenilles, arbres fruitiers etc.)
- Soutenir les activités de sensibilisation à l'attention des communautés notament les peuples autochtones (les pécheurs, les chasseurs, les agriculteurs sur l'importance de forêt et de conservation de la réserve naturelle,
- Renforcer les capacités des éco-gardes, des acteurs impliqués dans les questions liées à la gestion et la conservation de la réserve

7 CONCLUSION

Notre recherche a porté sur Essai d'analyse sur le conflit lié à la gestion durable de la Réserve Naturelle de Triangle de Ngiri; impact sur la conservation de la biodiversité des espèces totalement protégées, Territoire de Ngiri, Province de l'Equateur République Démocratique du Congo (RDC), L'objectif était d'analyser le conflit entre les pêcheurs et les Eco gardes, afin d'envisager les stratégies pour une conservation et gestion durable de la réserve.

REMERCIEMENTS

Le groupe des auteurs remercient tous les chercheurs et les partenaires ayant contribué de près ou de loin pour la réalisation de cette recherche, nous citons:

Le ministère de l'environnement, conservation de la nature et tourisme, la Société civil de l'Equateur, Faculté des sciences de l'environnement de l'Université de Mbandaka (UNIMBA), département de l'environnement de l'institut Supérieur de Développement Rural de Mbandaka (ISDR), Ministère Provincial et la coordination provinciale de l'environnement, l'ICCN, ainsi que le WWF antenne de l'Equateur, de leur implication pour la réussite de cette de cette recherche.

REFERENCES

[1] DECOSTER S., GILLEAU. F, le chimpanzé nain du zaïre: une synthèse bibliographique de son écologie et de son éthologie in: cahiers d'éthologie appliqué musée de zoologie et Aquarium, Liège, 1987.
[2] TAILFER.Y, la forêt dense d'Afrique centrale, tome I, 1998.
[3] JEAN.G, La dégradation de l'environnement coté, conséquence écologique, Masson, Paris, 1993.
[4] Panorama de l'environnement, Paris, 1990.Salonga au cœur de la grande forêt, congolaise, 2017.
[5] JEAN.P.VANDE WEGHE ET GAEL; R. VANDE WEGHE; ICCN; WWF., foret d'Afrique centrale; rapport final sur les relevés démographiques d'éléphants, U.S.A, 2004.
[6] MIKE, une conférence sur l'évolution des primates, 2017.
[7] THIERRY SMITH, Lier la conservation des grands singes et la réduction de la pauvreté en RDC, 2014.
[8] Biologie des populations animales et végétales; Dunaud, Paris, 2001.
[9] HENRY.C, Rapport des inventaires des grands mammifères sur les axes Ngiri-fleuves Congo, 2005.
[10] DINOGWABINI BI ET ABOKOME.M, codes enviro: faune et biodiversité, RDC, 2014.
[11] Colyin, A, G. et Gautier, J, P (1999). Histoire naturelle des primates d'Afrique centrale.
[12] Méthodes de recherche scientifiques, Paris, 1985.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1108-1122
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Dynamique et compacité parcellaire dans la commune de Lemba (RDC): Défis à relever pour les bénéfices des services écosystémiques des habitants

[Dynamics and parcel compactness in the commune of Lemba (DRC): Challenges to be met for the benefits of the ecosystem services of the inhabitants]

Sylvain Nkate Tshiesese

Chef de travaux, Département de Géographie-Sciences de l'environnement, Faculté des Sciences, Université Pédagogique Nationale (UPN), BP 8815, Kinshasa 1, RD Congo

Copyright © 2023 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 commune of Lemba was formerly called commune of the evolved because inhabited by cadres who formed a class of intellectuals and civil servants. It was furnished with houses of the ONL type or stylish houses, roads, equipment, infrastructure… in planned neighborhoods (marked nowadays by self-production and self-construction).

Today, where infrastructures exist, they are poorly maintained, poorly sized by the rapidly growing population with intermunicipal mobility difficult to control.

Nowadays, urban planning standards of constructability, principles of habitability in plots, principles of hygiene and environmental protection, principles of migration and rural exodus, etc. that allowed positive models to live in neighborhoods, are no longer known and respected by populations. This is what has irreversibly tipped towards negative models of living in all plots of the commune of Lemba in particular, and the city of Kinshasa in general.

Populations are increasing without taking into account any communal or urban restrictions relating to inter-municipal mobility, rural exodus and natural increase. These increases create housing needs that impose an anarchic pace of house construction that characterizes the compactness of all living environments that have already reached their limits in plot spaces, living environment. The compactness in progress throughout the municipality is irreversible, it is at the root of multiple vulnerabilities (social, physical, and environmental) that do not allow the inhabitants to benefit from the ecosystem services generated by the various municipal resources (parcel spaces, urban trees, rivers, communal soils…) in «suffering» and losing speed.

KEYWORDS: Dynamics, compacteness, municipality, services, eco-systemic, fragmented.

RESUME: La commune de Lemba était appelée autrefois commune des évolués car habitée par des cadres qui formaient une classe d'intellectuels et des fonctionnaires. Elle était aménagée avec des maisons du type ONL ou maisons stylées, des voiries, des équipements, des infrastructures…dans des quartiers planifiés (marqués aujourd'hui par l'autoproduction et l'auto construction). Aujourd'hui, là où des infrastructures existent, elles sont mal entretenues, mal dimensionnées par la population en croissance rapide avec une mobilité intercommunale difficile à maîtriser.

De nos jours, les normes urbanistiques de constructibilité, les principes d'habitabilité dans les parcelles, les principes d'hygiène et de protection de l'environnement, les principes de migration et d'exode rural, etc. qui permettaient les modèles d'habiter positifs dans les quartiers, ne sont plus connus et respectés par les populations. C'est ce qui a fait basculer irréversiblement vers les modèles d'habiter négatifs dans toutes les parcelles de la commune de Lemba en particulier, et de la ville de Kinshasa en général.

Les populations augmentent sans tenir compte des restrictions communales ou urbaines quelconques relatives à la mobilité intercommunale, à l'exode rural et à l'accroissement naturel. Ces augmentations créent les besoins en logement qui imposent un rythme anarchique de constructions de maisons qui caractérisent la compacité de tous les milieux de vie qui ont déjà atteints leurs limites en espaces parcellaires, cadre de vie. La compacité en marche dans toute la commune est irréversible, elle est à la base de multiples

vulnérabilités (sociales, physiques, et environnementales) qui ne permettent pas aux habitants de bénéficier des services ecosystémiques générées par les différentes ressources communales (espaces parcellaires, arbres urbains, cours d'eau, fonciers communaux…).

MOTS-CLEFS: Dynamique, compacité, commune, services, éco systémiques, parcellaire.

1 PROBLEMATIQUE

Les impacts de l'occupation du sol sur l'environnement sont notamment influencés par la localisation des occupations selon le contexte géographique, dont plusieurs peuvent être analysés notamment la démographie, les infrastructures, les activités, le relief, l'altitude… (M. GRANDDJEAN et al., 2004). Et pourtant les impacts de l'occupation du sol sur l'environnement devraient être régulés en partie par les plans, les schémas et les opérations relevant de l'aménagement. Les établissements humains, dans toute la diversité de leurs formes s'approprient des terres de façon différente. De même que les organismes vivants, les villes grandissent, transportent, s'adaptent, innovent et changent selon les tendances émergentes (HERNANDEZ, 2014). Toutes ces tendances de la ville sont intimement liées aux facteurs tels que les changements démographiques, la productivité et les potentialités économiques, les conditions physiques et sociales existantes, la présence des politiques favorables aux actions…

En Afrique, l'inefficacité des marchés fonciers apparaît particulièrement problématiques en raison de l'opposition entre le droit écrit "moderne" et la majorité coutumière (HALLEUX, 2015); HATCHEU, 2013).

P. DEIS et C.GERARD (1985) avaient constaté qu'à Kinshasa, tous les quartiers sont caractérisés par une fébrilité foncière et immobilière, une atomisation généralisée des conflits parcellaires et des acteurs impliqués, une consommation sans fin d'espaces par des parcelles semi-bâties, etc. Les récentes études estiment que la surface totale construite à Kinshasa a fortement augmenté ces dernières années (ANGEL et al., 2016; SOSAK, 2014). Par contre la fourniture d'infrastructures et des services collectifs ne suit pas le rythme de cette croissance (INS, 2014).

Dans la commune de Lemba, les espaces orignaux se dégradent en se morcelant en fonction de l'état et des conditions de divers réseaux (de circulation, de la croissance non contrôlée des habitats, de mouvements des populations, d'occupation du sol, etc.), de l'absence d'une mise en place d'une politique d'habitat réaliste, etc. Ces espaces communaux sont donc recomposés du point de vue de l'environnement et de l'habitat, à cause d'une occupation incontrôlée du sol, surtout dans les parcelles. En plus, les ensembles géographiques communaux se redessinent par la dégradation et la croissance non contrôlée des lieux bâtis et par la disparition irréversible des espaces publics et de rares interstices.

Certains usagers de l'environnement des espaces communaux, ont la capacité de créer des espaces là où les destinataires n'en avaient pas prévus (MEHU, 2004). Ce sont des pratiques irrégulières qui se sont développées davantage ces dernières années, suite au phénomène de l'urbanisation mal contrôlée dans toute la ville de Kinshasa. Et pourtant, l'enregistrement des droits fonciers sur les terres urbaines donne lieu au préalable, à l'établissement d'un plan cadastral ou parcellaire précédé d'un plan d'aménagement urbain (ou plan d'urbanisme).

De nos jours, les services d'aménagements urbains, souvent corrompus et dépourvus des capacités logistiques et techniques suffisantes, et débordés par l'afflux urbain, ne parviennent pas à imposer les normes urbanistiques, et à résister aux mécanismes qui renvoient à l'urbanisation anarchique.

Et pourtant, ces aménagements urbains devraient en principe s'effectuer dans le cadre du décret de 20 Juin 1957, complété par des arrêtés et des ordonnances, malheureusement, ils ne cadrent plus avec le contexte politique, économique et social du moment.

Dans toute la commune, l'occupation du sol n'a pas respecté des variations topographiques et des contraintes des pentes et des exigences d'autres facteurs physiques, humains et socio-économiques. La croissance démographique implique une augmentation des besoins en logements, en équipements, en infrastructures et en commerces favorisant ainsi le développement de l'urbanisation.

Et pourtant d'après le Fonds Européen de Développement (FED, 2015), les schémas d'assainissement n'existent pas en République Démocratique du Congo, et ceux qui existaient ne sont plus définis pour répondre aux plans d'aménagement qui sont absents. D'où les multiples problématiques qui se posent dans les parcelles et les quartiers, c'est le cas de la compacité qui est étudiée.

La croissance du nombre de ménages constitue par contre une explication davantage significative. A tout point de vue, l'occupation du sol continuera à poser des problèmes, aussi longtemps que la croissance démographique entraînera l'augmentation du nombre de ménages qui devraient continuer à exiger les besoins en espaces, et à influencer la demande en logements. L'occupation du sol par la résidence devrait donc continuer à croître dans toute la commune qui est pourtant marquée aujourd'hui par les limites géographiques et par l'absence des espaces libres pouvant permettre des éventuels aménagements.

Au sens large, l'occupation du sol qui est surtout non contrôlée a exercé des effets sur tout l'environnement communal. Elle a favorisé la disparition progressive de la végétation urbaine qui prive les habitants des bénéfices des services éco systémiques. Elle a induit entre autre une imperméabilisation des sols parcellaires en modifiant le cycle naturel de l'eau causant notamment des inondations, des glissements de terrain (surtout sur les sites collinaires), de pertes des terres arables (qui n'existent plus presque partout dans toute la commune). Elle a également conduit aujourd'hui à la disparition des habitats sensibles de la faune et de la flore. De nos jours, les facteurs en faveur du boisement ne sont pas équilibrés, et n'existent pas parce que l'occupation anarchique des sols communaux continue (dans les parcelles et les quartiers), et les densifications s'accélérant et les habitudes et les mentalités n'étant pas prêtes à changer.

2 PRÉSENTATION ET DESCRIPTION DU MILIEU

L'étude a été réalisée dans la ville de Kinshasa, dans les quartiers planifiés et non planifiés de la commune de Lemba, une entité politico-administrative. Selon M. LUSAMBA KIBUYU et F. NTUNGILA NKAMA (2015), à ses origines, la localité de Lemba était placée le 23/12/1957 sous le statut juridique du territoire annexe de la ville de Kinshasa et gouvernée par un administrateur du territoire, secondée par les chefs de village. Plus tard, Lemba eut le privilège d'héberger des jeunes élites intellectuels et devient une zone urbaine conformément à l'ordonnance n°63-024 du 20/02/1968 des communes annexes en communes.

Du point de vue géographique, toute la commune est comprise entre les méridiens 15° et 16° de la longitude Est, et les parallèles 4° et 5° de latitude Sud. Elle est l'une de 24 communes constituant la ville de Kinshasa, capitale de la République Démocratique du Congo. Sa géologie est caractérisée par les grès tendres, les alluvions et les sols argileux. Elle fait partie de la situation générale des sols de la ville de Kinshasa, qui sont décris comme des sols à texture essentiellement sablonneuse, assortie des quelques éléments grossiers (PNUD/UNOPS, 1998).

Son relief est dominé par les plaines (partie Nord), et les collines (Centre et Sud). Du Nord au Sud, les courbes de niveau s'élèvent de 275 m à 500 m (topographie), et toute la commune fait partie du bassin versant de la rivière Ndjili qui est son principal cours d'eau se jetant dans le fleuve Congo. Les autres cours d'eau drainant la commune sont Yolo et Matete.

Du point de vue climatique, la région de Kinshasa appartient au climat tropical humide, chaud de type Aw_4 (selon la classification de Koppen) avec un total annuel de précipitation de plus ou moins 1400 mm et une température moyenne annuelle de 24^0 c (NTOMBI et al., 2004).



Fig. 1. Présentation de la commune de la commune de Lemba dans la Ville de Kinshasa



Fig. 2. Division administrative de la commune de Lemba

Source: Mettalsat L. système de Project WG S84/2023 et aménagements de l'auteur, 2023

Dans la ville de Kinshasa, la commune de Lemba est limitée: au Nord par la commune de Limete, au Sud par la commune de Mont Ngafula, à l'Est par les communes de Matete et de Kisenso, et à l (Ouest par les communes de Ngaba et de Makala. Elle est subdivisée en treize quartiers dont 11 quartiers planifiés (Salongo, Kemi, Molo, Gombele, Masano, Kimpwanza, Echangeur, Mandrandele, Commercial, Foire, Ecole) et deux quartiers non planifiés (Mbanza Lemba et Livulu).

3 ECHANTILLONNAGE

Tableau 1. Parcelles cible, parcelles échantillonnées et types de parcelles

Parcelles	N	%
Parcelles cible	12.119	100
Parcelles échantillonnées	1211,9 (1212)	10
Parcelles à une maison	159	13,11
Parcelles à deux maisons	353	29,12
Parcelles à trois maisons	358	29,53
Parcelles à quatre maisons	283	23,34
Parcelles à cinq maisons et plus	59	4,86

Source: service de l'habitat de la commune de Lemba, et calculs personnels, 2023

Selon le bureau de services de l'habitat de la commune de Lemba, 12.119 parcelles ont été déclarées fin 2022 et début 2023. C'est la population cible pour notre étude. 10% de cette population cible constituent la population échantillonnée (soit 1211,9 parcelles environ 1212 parcelles). Nos enquêtes sur terrain ont reparti les parcelles selon leurs types.

4 MATÉRIELS ET MÉTHODES

Les études systématiques sur l'occupation spatiale parcellaire des communes dans la ville de Kinshasa sont rares ou insuffisantes. Si elles existent, elles sont analysées sous autres problématiques et hypothèses, autres que les nôtres. L'approche systémique, l'analyse, la description, l'approche statistique sont plus utilisées dans la rédaction de cet article.

Comme techniques de récolte des données, en dehors de la recherche bibliographique et de l'observation directe qui sont plus utilisées, les données Raster (tirées des images satellitaires) ont été traitées et analysées à haute résolution pour avoir les cartes de l'occupation du sol de la commune de Lemba.

5 PRÉSENTATION DES RESULTATS

La dynamique de l'occupation parcellaire dans toute la commune de Lemba est exclusivement négative. Elle se manifeste particulièrement à travers une occupation anarchique des espaces urbains, principalement dans les parcelles. Pour démontrer cette dynamique, il y a lieu de relever de multiples rapports négatifs qui existent entre certains facteurs choisis. Ces rapports justifient les différentes vulnérabilités sociales et environnementales auxquelles les habitants sont exposés. Parmi les multiples facteurs qui peuvent exister, nous avons retenu: le nombre de personnes dans les parcelles, les superficies de parcelles, la tendance anarchique de l'occupation parcellaire, les rapports entre la compacité des parcelles et les arbres urbains, la disparition des espaces parcellaires extérieurs et intérieurs, la tendance à la densification parcellaire, les types des parcelles et les types d'habitat.

5.1 NOMBRE DE PERSONNES ET TYPES DE PARCELLES

La pression démographique dans les parcelles, associée à d'autres facteurs tels la disparition des espaces parcellaires, la densification parcellaire, la diminution des arbres urbains, l'augmentation du nombre de maisons, a des relations avec la compacité des parcelles, ainsi que les vulnérabilités sociales et environnementales qui peuvent en découler. Le fait que les populations doivent nécessairement trouver des terrains dans un espace limité engendre la tyrannie de l'espace (BRETEAU, 2011).

Tableau 2. Nombre de personnes dans les types de parcelles

Parcelles /personnes	Moins de 5 personnes		5 à 10 personnes		16 à 20 personnes		Plus de 20 personnes	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Parcelles à 1 maison	23	1,9	48	4	5	0,5	1	0,08
Parcelles à 2 maisons	4	0,3	110	9,1	172	14,2	33	2,7
Parcelles à 3 maisons	-	-	4	0,3	96	7,9	108	8,9
Parcelles à 4 maisons	-	-	-	-	95	7,8	136	11,2
Parcelles à 5 maisons et plus	-	-	-	-	132	10,9	245	20,22
Totaux	27/1212	2,2	162/1212	13,4	500/1212	41,3	523/1212	43,1

Source: enquêtes sur terrain, 2023

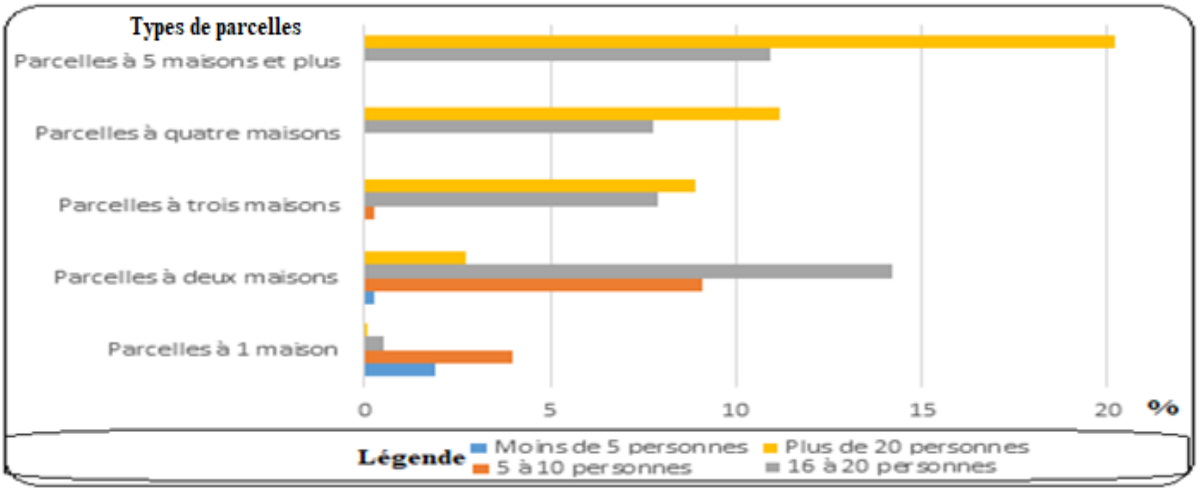


Fig. 3. Le nombre de maisons d'habitation dans les parcelles

D'une manière générale, le tableau 2 et la figure 1. démontrent que les populations sont nombreuses dans tous les types de parcelles de la commune. Les parcelles ayant plus ou moins 3 maisons, sont habitées surtout par plus de 20 personnes. Les parcelles à deux maisons sont plus habitées par 16 à 20 personnes. Seule la faible proportion de parcelles à 1 maison (1,9 %) est habitée par moins de 5 personnes.

Dans l'ensemble, il est difficile de comprendre comment les parcelles généralement moins vastes (tableau 3. et figure 2.) où se posent indéfiniment les problèmes d'espaces extérieurs et intérieurs (tableau 5. Et figure 4.) avec une tendance irréversible à la densification générale (tableau 6. et figure 5.) créant la disparition ou la diminution des arbres parcellaires (tableau 4 et figure 3), puissent vivre en évitant des vulnérabilités sociales et environnementales dans les milieux où les conséquences de la compacité sont visibles (ilots de chaleur, absence de bénéfices des services éco systémiques), c'est ainsi que AMEUR (2018) remarque que les tissus-auto construits spontanés restent néanmoins caractérisés par la compacité élevée. Et BOTENS (2003) affirme que l'augmentation de la population entraine nécessairement une pression croissante sur l'exploitation des ressources ou sur l'occupation de l'espace.

La consommation du sol est particulièrement préoccupante car il s'agit d'une utilisation urbaine des terres (BOGAERT et al., 2015). Et d'après DURKHEIM (2009), la densité interroge sur la qualité de vie et le rapport du voisinage. Il se pose ainsi la question de son acceptabilité par les usagers qui la vivent et l'habitent, mais aussi par ceux qui, simplement la côtoient et l'observent quotidiennement.

5.2 LES SUPERFICIES ET LES TYPES DES PARCELLES

Dans la plupart de quartiers de la commune, les parcelles très réduites au départ, sont de plus en plus démembrées par les propriétaires pour plusieurs raisons. Cependant, plusieurs études montrent qu'un meilleur contrôle de terrain pour l'urbanisation et l'occupation du sol, constitue le principal moyen d'anticipation de l'expansion urbaine à toutes les échelles (ANGEL et al., 2016; HAILLEUX, 2005). Les superficies de parcelles (tout type confondu), associées à d'autres facteurs sont déterminantes pour apprécier les échelles de valeur de toutes les parcelles, ainsi que de leurs occupants.

Tableau 3. Superficie des parcelles

Types de Parcelles/ superficies	Moins de 100 m²		100 à 199 m²		200 à 300 m²		Plus de 300 m²	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Parcelles à 1 maison	155	12,8	4	0,34	-	-	-	-
Parcelles à 2 maisons	193	15,9	148	12,21	12	0,99	-	-
Parcelles à 3 maisons	189	15,6	139	11,46	23	1,9	7	0,57
Parcelles à 4 maisons	148	12,2	115	9,49	14	1,15	6	0,5
Parcelles à 5 maisons et plus	38	3,1	14	1,15	4	0,35	3	0,24
Totaux	723/1212	59,65	420/1212	34,65	53/1212	4,39	16/1212	1,31

Source: enquêtes sur terrain, 2023

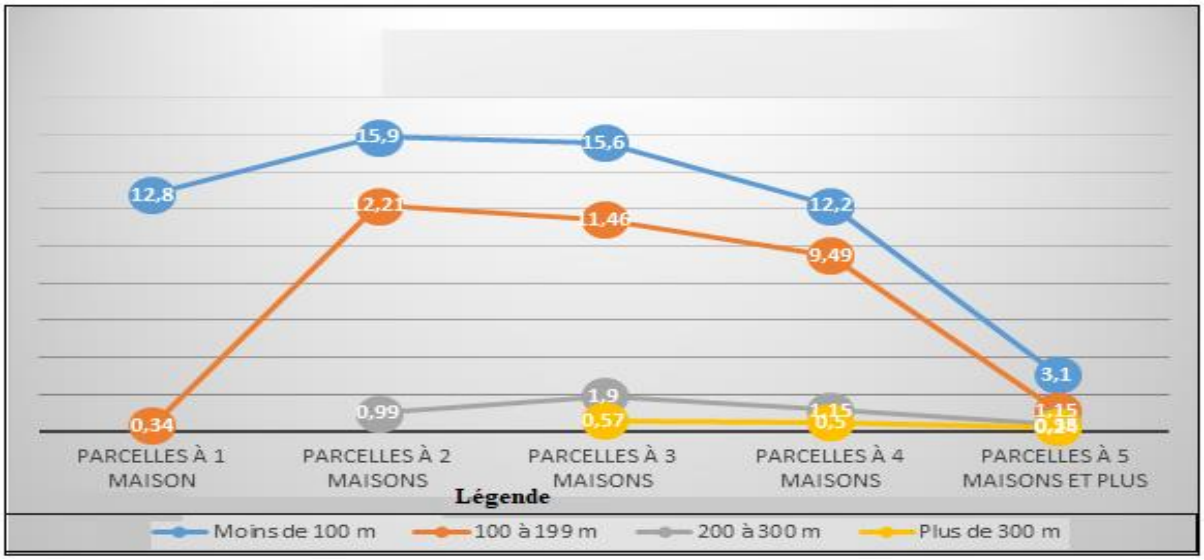


Fig. 4. Les superficies de parcelles

Le constat général qui ressort du tableau 3 et de la figure 2. est que les parcelles moins vastes (moins de 100 m^2) à 1 et à 2 maisons (28,7%), et à plus ou moins 3 maisons (30,9%) sont nombreuses (soit dans l'ensemble 69,6%). Les parcelles vastes (plus ou moins 200 m^{2}sont très moins nombreuses pour tous les types de parcelles (4,37% de l'ensemble), et les parcelles vastes à une maison manquent dans tous les quartiers.

Paradoxalement, la plupart des parcelles étant moins vastes, n'ont pas d'espaces extérieurs et intérieurs (tableau 5 et figure 4), ainsi que d'arbres (cartes 1 et 2, tableau 4 et figure 3). En plus, la population et la densification y sont en croissance considérable et irréversible (tableau 6 et figure 5). La compacité des milieux de vie entraînant les vulnérabilités sociales et environnementales pour les populations, est effective.

5.3 Tendance Négative Et Anarchique De L'occupation Du Sol Parcellaire

La comparaison des cartes de l'occupation du sol de 2015 et de 2022 de la commune de Lemba, démontrent que les arbres urbains sont en voie de disparition rapide. Et pourtant, les arbres du milieu urbain remplissent des fonctions écologiques (services éco systémiques) et thérapeutiques. Ils contribuent au confort et au rôle social, esthétique et économique, etc. Les études de DALLY (1977) et de COSTANZA et al. (1987) définissent les services ecosystémiques comme " les conditions et les processus par lesquels les écosystèmes naturels et les espèces naturels qui les composent soutiennent et accompagnent, la vie humaine.

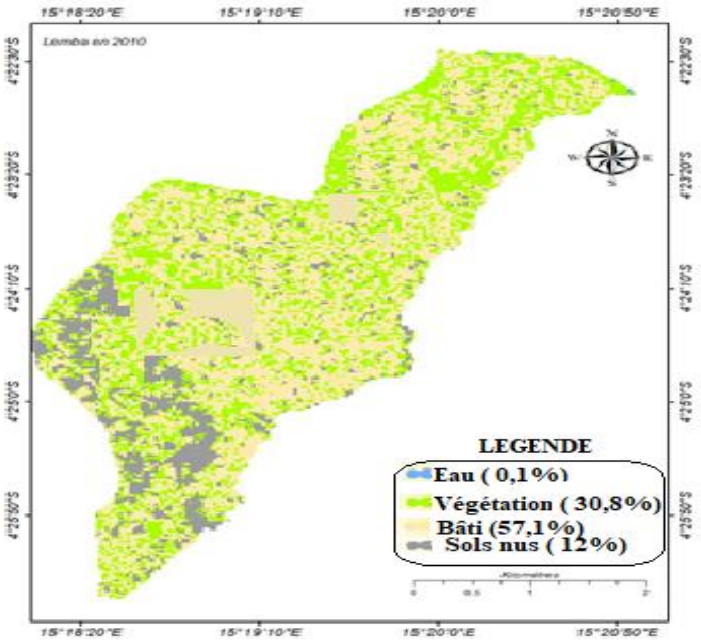


Fig. 5. Occupation du sol parcellaire en 2015

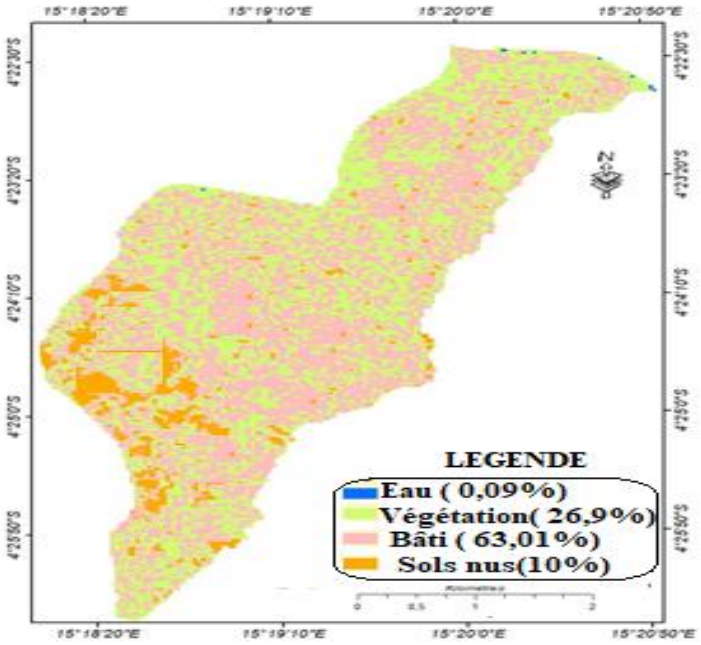


Fig. 6. Occupation du sol parcellaire en 2022

Source: Mettalsat L. système de Project WG S84/2023 et aménagements de l'auteur, 2022

Sur les deux cartes, la végétation urbaine (arbres urbains) en 2015 (30,8%) a diminué sensiblement en 2022 (26,9%). Cette végétation est l'ensemble des arbres urbains dans les parcelles, le long des voies de circulation et sur les rares espaces publics existants… Aussi, îl n'existe plus de végétation régulière dans l'ensemble de la commune (forêts, savanes, espaces boisés permanents, jardins botaniques, parcs, etc.). Le bâti gagne le terrain dans les parcelles de moins en moins vastes, au détriment des espaces nus et de la végétation. Donc il se pose clairement de plus en plus des problèmes relatifs à l'absence des services ecosystémiques que doivent bénéficier les populations. Ainsi les vulnérabilités sociales et environnementales subséquentes qui sont liées à la compacité des milieux parcellaires, y sont effectives.

5.4 COMPACITÉ DES PARCELLES ET LE DÉNOMBREMENT DES ARBRES URBAINS DANS LES PARCELLES EN 2023

Selon ONU-HABITAT (2018), les villes qui ne sont pas compactes, sont confrontées à une demande élevée de mobilité, à une forte consommation d'énergie, à la dégradation de l'environnement, aux coûts toujours plus élevés de la fourniture des services de base par habitant (eau, assainissaient, système de drainage…), aux coûts élevés des infrastructures par habitant, à la baisse de la productivité urbaine…

Cette situation est prouvée autrement dans la commune de Lemba où la compacité apparente est confrontée à une très forte mobilité et à tous les problèmes tels qu'ils sont évoqués. Cela occasionne plusieurs vulnérabilités effectives et potentielles pour les habitants.

Tableau 4. Les rapports entre augmentation des maisons et diminution des arbres dans les parcelles

Types de parcelles /Nombre d'arbres	Un arbre		Deux arbres		Trois arbres		Quatre arbres		5 arbres et plus		Sans arbres	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Parcelles à 1 maison	43/159	27,05	26/159	16,36	14/159	8,8	4/159	2,52	2/159	1,25	70/159	44,02
Parcelles à 2 maisons	62/353	17,57	49/353	13,89	18/353	5,09	5/353	1,42	6/353	1,7	213/353	60,33
Parcelles à 3 maisons	34/358	9,49	29/358	8,1	13/358	3,64	5/358	1,39	-/358	-	277/358	77,38
Parcelles à 4 maisons	19/283	6,71	11/283	3,88	8/283	2,83	-/283	-	-/283	-	245/283	86,58
Parcelles à 5 maisons et plus	9/59	15,25	4/59	6,78	3/59	5,08	-/59	-	-/59	-	43/59	72,89

Source: enquêtes sur terrain, 2023

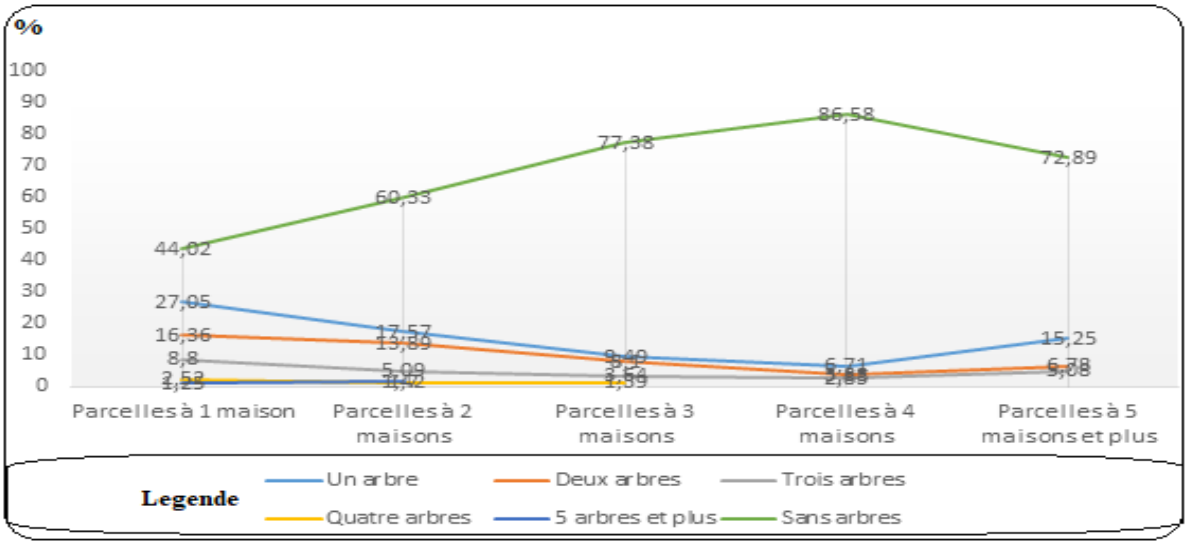


Fig. 7. Les arbres dans les parcelles

La tableau 4 et la figure 3 démontrent que de manière générale, la plupart de parcelles n'ont pas d'arbres (tout type confondu) soit une moyenne de 79,42 %. Le nombre de parcelles diminue en fonction de leurs types. Plus le nombre de maisons augmente dans les parcelles (qui sont généralement moins vastes), plus les arbres diminuent sensiblement, tendant à confirmer la situation de la compacité effective et relative à l'augmentation des maisons.

En plus, il n'existe pas dans toute la commune de parcs urbains, de jardins botaniques ou d'autres espaces réservés couverts d'arbres. Les bienfaits que procurent les parcs et les jardins botaniques ne sont pas connus et ressentis par les populations à savoir la diminution des températures dans les milieux de vie, la limitation des rayons solaires, la purification de l'atmosphère locale des particules fines et

autres polluants, la purification de l'air, le renforcements des liens entre les habitants des quartiers, l'augmentation des activités physiques, la réduction de stress thermique, les bénéfices de l'isolation thermique (DEVRIES et al., 2008). Pour KEMPERMAN et TIMMER MANAS (2014), un environnement vert incite à passer plus de temps à l'extérieur et à être plus actif, il a un effet positif apaisant qu'un environnement construit (T.HARTIG, MITCHELL et al., 2014). L'absence du confort thermique des habitats dans les parcelles est réelle: essentiellement liée à la quantité d'ombre offerte par la végétation, malheureusement absente dans les quartiers (J.M.ZELENSKI et R.L. DOPKO, 2015).

5.5 Compacité Justifiée Par La Disparition Ou L'inexistence Des Espaces Parcellaires Extérieurs Et Intérieurs

Serge SALAT (2011) affirme que " la qualité de la vie urbaine dépend de la structure des espaces parcellaires et des espaces publics, de leur caractère ordonné et signifiant, ou bien chaotique, amorphe et vide de sens. " Ces espaces apparaissent comme le formule BERNADO SECCHI (2006), comme " des matériaux urbains fondamentaux".

Tableau 5. Espaces parcellaires intérieurs et extérieurs d'après les types de parcelles

Parcelles /espaces	Espaces extérieurs		Espaces intérieurs		Espaces extérieurs et intérieurs		Absence d'espaces	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Parcelle à 1 maison	35/159	22,01	31/159	19,49	28/159	17,62	65/159	40,88
Parcelles à 2 maisons	51/353	14,44	59/353	16,71	71/353	20,12	172/353	48,73
Parcelles à 3 maisons	39/358	10,89	43/358	12,01	73/358	20,39	203/358	56,8
Parcelles à 4 maisons	29/283	10,25	18/283	6,37	43/283	15,19	193/283	68,19
Parcelles à 5 maisons et plus	6/59	10,16	5/59	8,48	7/59	11,87	41/59	69,49
Totaux	160/1212	13,2	156/1212	12,87	222/1212	18,31	674/1212	55,61

Source: enquêtes sur terrain, 2023

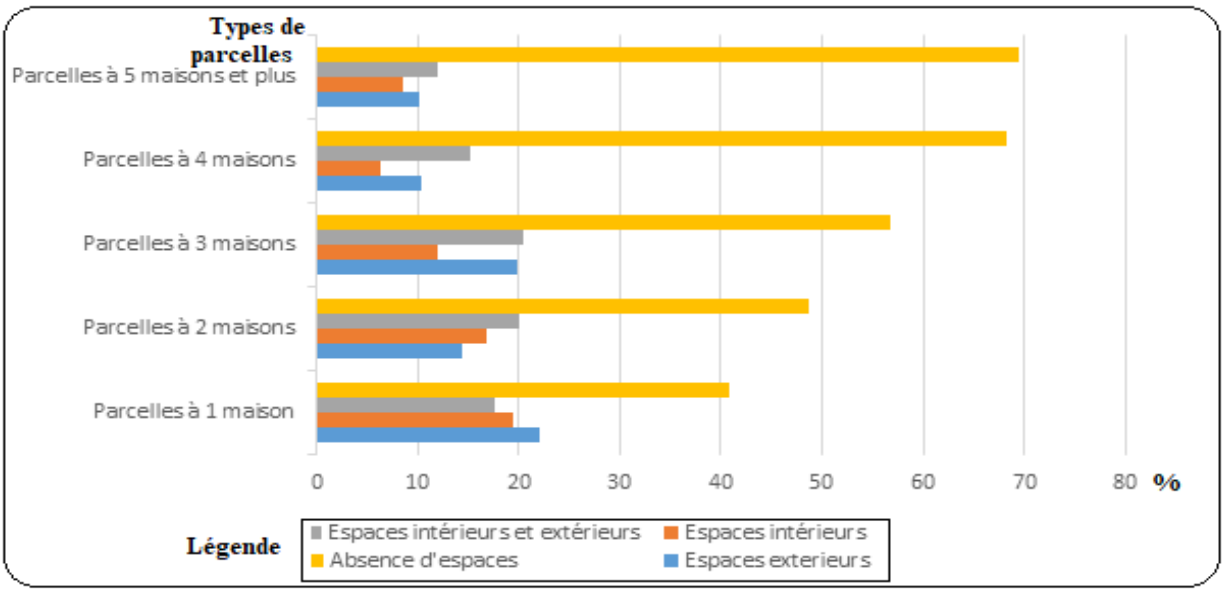


Fig. 8. Les espaces parcellaires intérieurs et extérieurs

Selon le tableau 5 et la figure 4, la moyenne de parcelles de 55,61% n'a pas d'espaces extérieurs et intérieurs. Ces derniers diminuent en fonction des types de parcelles. Plus le nombre de maisons augmente dans les parcelles, plus les espaces diminuent sensiblement, la densification étant réelle et effective. D'où l'effectivité de la compacité, et la confirmation des vulnérabilités sociales et

environnementales auxquelles les populations sont exposées. Ces vulnérabilités sont justifiées par l'absence des bénéfices des services eco systémiques, thérapeutiques, etc.

5.6 LA COMPACITÉ JUSTIFIÉE PAR LES DENSIFICATIONS PARCELLAIRES NÉGATIVES

D'après GHESQUIERE (2014), une ville ne se fabrique pas seulement à coup des zones d'aménagement concerté ou des projets urbains, mais également de manière plus discrète et douce. Les effets négatifs des densités dans les quartiers se remarquent à travers l'anarchie de l'organisation des charges spatiales, la mauvaise qualité de la composition urbaine et communale, la diversité morphologique (horizontale et verticale) négative, le mal développement et le mauvais choix des typologies du bâti, les difficultés d'accessibilité aux aménités sociales et environnementales…

BENDRIMERAD (2015) confirme que les densifications sont des opérations de plus petites tailles qui s'opèrent particulièrement à l'initiative des acteurs privés. Il pense que la densification horizontale peut se traduire par l'augmentation progressive et discrète de l'habitabilité d'un territoire.

La connaissance de la densité urbaine constitue une autre possibilité de mesure précise et normalisée de la consommation du sol urbain indispensable à la question de l'efficacité urbaine (ANGEL et al., 2016; WOLF et DELBART, 2002).

Tableau 6. Tendance négative à la densification parcellaire

Types de parcelles/Densifications	Densification horizontale		Densification verticale		Densifications horizontale et verticale		Absence de densification	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Parcelles à 1 maison	68/159	42,78	45/159	28,31	17/159	10,69	29/159	18,22
Parcelles à 2 maisons	153/353	43,35	127/353	35,97	56/353	15,86	17/353	4,82
Parcelles à 3 maisons	127/358	35,47	107/358	29,89	102/358	28,49	22/358	6,15
Parcelles à 4 maisons	109/283	38,51	99/283	34,98	67/283	23,68	8/283	2,83
Parcelles à 5 maisons et plus	24/59	40,68	20/59	33,89	11/59	18,65	4/59	6,78

Source: enquêtes sur terrain, 2023

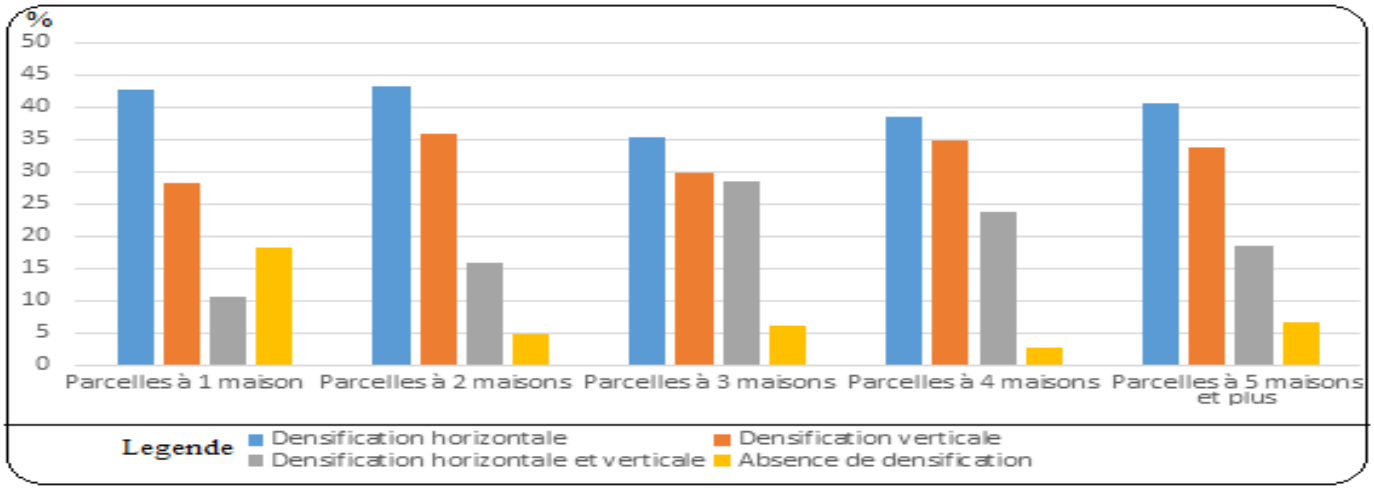


Fig. 9. La tendance des types de densification parcellaire

L'analyse du tableau 6 et de la figure 5 fait ressortir que les deux sortes de densification sont présentes dans les parcelles en fonction de leurs types. Les densifications se confirment dans les parcelles en fonction de nombre de parcelles. L'augmentation du nombre de maisons dans les parcelles est conséquente à l'absence des densifications parcellaires, c.à.d. plus le nombre de maisons augmente dans les parcelles, plus les densifications diminuent sensiblement.

Il y a donc lieu de remarquer que les densifications sont négatives dans les parcelles, car elles ne sont pas contrôlées, elles se déroulent dans toute anarchie par la voie de la volonté des propriétaires de parcelles, qui ne suivent pas les normes de constructibilité, ni celles

d'urbanisme, d'habitat, de respect des espaces privés et publics, de respect des espaces ouverts (rues, avenues…), des infrastructures existantes, etc. Ainsi, la compacité qui en découle est négative, anarchique, illégale et informelle (photo 1.). En d'autres termes, la compacité des milieux parcellaires est fonction de l'augmentation du nombre de maisons dans les parcelles et dans les quartiers. D'où les réels problèmes liés à l'absence d'espaces.

Selon Hellène NOIZET et al. (2021), l'analyse systémique de l'espace urbain aboutit au principe suivant, largement partagé par les chercheurs en morphologie urbaine: le processus fondamental de l'urbanisation est l'interaction entre les voies, les parcelles, et le bâti, qui entretiennent des relations complexes d'interdépendance.

Cette dernière est si forte entre ces trois éléments qu'une action ne portant que sur l'un d'eux a nécessairement des conséquences sur les deux autres tant que les liens sont imbriqués: ces éléments forment donc véritablement un système.

Pour MESSINA NDZONZO (2020), sur le plan de l'efficacité urbaine spatiale et de l'occupation du sol à Kinshasa, la production de l'urbanisation résidentielle souffre de deux problèmes majeurs: le premier est celui du gaspillage de la ressource foncière dans les zones périurbaines, le deuxième problème est celui de la surexploitation de cette ressource dans la zone centrale et dans la banlieue. Et les zones périurbaines sont la cause de nombreuses privations, telles que la réduction de l'accès à certains services (école, hôpitaux, eau, électricité, etc.) (MPIANA TSHITENGE, 2015).

5.7 Types D'espaces Et Types D'habitats Dans Les Parcelles

DIDIER (2012) considère les espaces ouverts urbains comme les éléments constitutifs de la diversité urbaine et périurbaine au même titre que les formes urbaines qu'ils portent ou les habitants qui les ont plus ou moins choisis. Ils imposent selon les modalités multiples, comme une des composantes majeures des modes d'habiter urbains et péri-urbains, et participent pleinement de l'autoconsommation de ces espaces (DIDIER-FEVRE et al., 2014). Ils viennent s'articuler à la quasi-totalité des mobilités urbaines et péri-urbaines, et accompagnent un réapprentissage du temps et de la lenteur (ROSA, 2010) et deviennent des lieux d'un vivre en commun (BANOS et SABATER, 2011).

Tableau 7. Types d'espaces dans les parcelles selon les types d'habitats

Types d'habitats/types d'espaces	Espaces ouverts existants		Espaces fermés existants		Espaces horizontaux existants		Espaces verticaux existants	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Parcelles à habitats planifiés	11/806	1,36	795/806	98,64	411/806	50,99	395/806	49,01
Parcelles à habitats auto construits	14/405	3,45	391/405	96,55	232/405	57,28	173/405	42,72
Totaux								

Source: enquêtes sur terrain, 2023

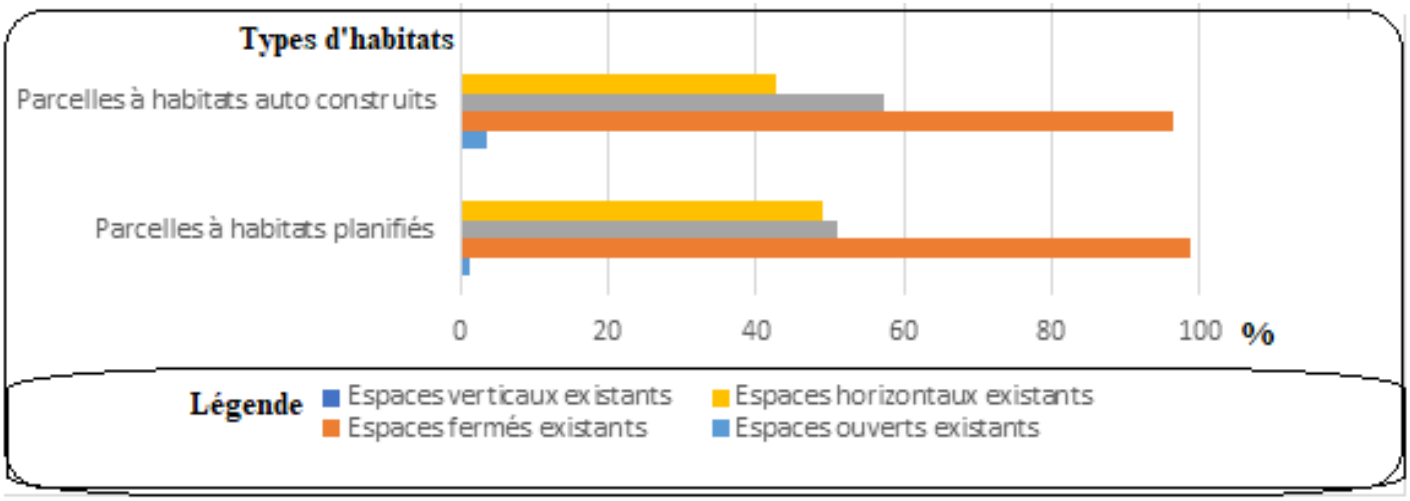


Fig. 10. Types d'espaces selon les types d'habitats dans les parcelles

Selon la lecture du tableau 7 et de la figure 6., les espaces ouverts existants dans les parcelles sont selon les cas rares, très rares, avec la tendance vers l'inexistence totale pour les deux types d'habitats (planifiés et auto-construits).

Les espaces sont surtout fermés. C'est ce qui confirme la compacité de tous les milieux parcellaires de vie. Les espaces horizontaux et verticaux existent presque dans les mêmes proportions. Les espaces horizontaux à l'origine ont actuellement tendance vers une verticalisation (photos 1.).



Fig. 11. Vues de la compacité, des densifications horizontales et verticales, et de l'absence des espaces parcellaires extérieurs et intérieurs dans la commune de Lemba

6 DISCUSSION

La croissance spatiale de la ville de Kinshasa est corrélée à une absence de planification urbaine. Elle est aujourd'hui l'œuvre d'un accroissement non maîtrisé dû à la crise du logement, et à l'occupation anarchique des espaces (publics, privés, parcellaires, etc.) par les populations en augmentation constante. C'est une ville où il y a absence de l'anticipation sur les extensions urbaines, avec une attention qui n'est pas tirée sur le transfert du paradigme de la compacité urbaine.

Par principe, la compacité permet de créer des milieux de vie à la fois dense et conviviaux respectueux de l'échelle humaine, et favorables à la création d'une ville des courtes distances (Juan TORRES et al., 2021). Ce mode d'occupation du territoire se veut une réponse aux problèmes engendrés par l'étalement urbain. Cependant, la situation dans les quartiers de la commune de Lemba se présente comme une exception car la compacité est vécue et comprise dans le sens des milieux très serrés et sans espaces pour une vie digne des habitants, engendrant par conséquent divers problèmes liés à des densités parcellaires croissantes des populations et des logements… Les rapports entre les surfaces bâties et non bâties sont négatifs dans toutes les parcelles, les vides étant de plus rares ou absents, les discontinuités parcellaires sont plus renforcées dans tous les quartiers.

Dans toute la commune, la compacité soulève l'enjeu de la cohabitation, de la gestion des incompatibilités des usages parcellaires distincts. Elle s'inscrit dans un continuum, au cœur de la tension entre d'une part l'intérêt à se rapprocher des ressources parcellaires disponibles (espaces, maisons d'habitation…) et d'autre part par l'éloignement des nuisances engendrées par la concentration des personnes et des activités dans l'espace et dans le temps. Les densités parcellaires élevées des populations et des logements, les faibles

densités des espaces et des arbres parcellaires constituent des variables à la base de l'absence des services ecosystémiques que devraient bénéficier les habitants pour ne pas être exposé aux vulnérabilités sociales et environnementales.

L'arbre est un élément important pour le repos et le plaisir, il est indispensable à la santé, à l'équilibre psychique et physique des citadins qui apprécient sa présence dans les espaces où se promener les chiens, pratiquer le jogging, le cyclisme, etc. (J.MAAS et al., 2010). Le conseil de l'Europe a encouragé à augmenter l'offre en espaces verts par habitant, en les ouvrant aussi à plus de naturalité et plus de biodiversité.

Comment limiter aujourd'hui contre les densifications parcellaires irréversibles, l'augmentation du nombre des maisons dans les parcelles, justifiées par l'occupation anarchique du sol et l'absence de l'application des normes urbanistiques existantes, dans les parcelles très réduites (marquées de plus en plus par le morcellement) qui n'ont plus d'espaces, est un défi majeur qu'il faut relever. La compacité doit être comprise et vécue dans toute la commune comme créatrice de milieux dense et conviviaux, porteuse des ressources génératrices des valeurs éco systémiques pouvant limiter des vulnérabilités parcellaires effectives ou potentielles.

De nos jours, dans toutes les parcelles, l'augmentation de la population est certaine et incontournable. Plus le nombre de maisons augmente dans les parcelles, plus le nombre de personnes augmente également en toute logique.

Il n'existe pas de parcelles de plus ou moins 3 maisons qui sont habitées par moins de 5 personnes. Toutes les parcelles sont surpeuplées, à ce niveau, il y a lieu de parler déjà des vulnérabilités sociales, environnementales, physiques, etc. La compacité est aussi expliquée par cette concentration humaine sur des espaces très réduites. 59,65 % de parcelles (tout type confondu) ont une superficie de 100 $m^{2,}$ néanmoins elles sont habitées par plusieurs personnes, et les surfaces bâties couvertes par plus d'une maison.

Cette incohérence entre superficies des parcelles, nombre de maisons et les effectifs de population, explique le défi majeur à relever, qui est relatif à la compacité dont la de densification parcellaire est à la base de l'utilisation de l'espace de manière plus extensive dans les parcelles où il en manque en amont et en aval.

Pour le bien-être des habitants, les arbres sont à la base des services éco-systémiques qui manquent sensiblement dans toutes les parcelles. Les espaces nus et les arbres urbains parcellaires disparaissent au profit du bâti (soit une augmentation de 5,91% de 2015 à 2022, et une réduction de la végétation de 3,9 % pour la même période, et une disparition de rares espaces nus de 2 %). Il faut retenir que dans tous les cas, les tendances sont maintenues à long terme car il n'y a pas de facteurs pouvant favoriser leur changement dans un sens ou un autre. Le morcellement des parcelles, l'augmentation du nombre de maisons à la base de la disparition progressive des espaces parcellaires, associées à l'inconscience des habitants, soulèvent les problématiques de vulnérabilités dans toutes les parcelles tendant vers une compacité apparente et difficile à combattre.

Une moyenne de 15,2% parcelle (tout type confondu) possède seulement un arbre, compte non tenu de l'état à cause de manque d'entretien et de stress urbain qu'il subisse. Les moyennes de parcelles (tout type de parcelles) de 9,8%, 5,088%, 1,066%, 0,59% possèdent respectivement deux arbres, trois arbres, quatre arbres, cinq arbres et plus.

68,24% de parcelles (tout type confondu) n'ont pas d'arbres contre une moyenne de 56, 8% de parcelles n'ayant pas d'espaces (extérieurs et intérieurs) pour moins de 15, 3 % seulement qui ne sont pas caractérisées aujourd'hui par les densifications. Ces dernières étant également à la base des espaces fermées, justifiant l'absence des espaces ouverts dans tous les quartiers. Pour PAQUOT (2009), les espaces ouverts sont tributaires de l'évolution des modes et des logiques d'occupation de l'espace, des dynamiques foncières, du développement d'infrastructures de transport, des politiques de logements, de la planification urbaine, ou encore de la réorganisation du rapport entre espaces centraux et périphériques. Pour J. IVANA DENTAMARO (2011), l'arbre urbain contribue dans une certaine mesure, à diminuer la dette écologique des villes en y restaurant des puits de carbone.

7 CONCLUSION

Au terme de l'analyse de cet article, il a été question de démontrer que la dynamique et la compacité parcellaire dans la commune de Lemba, sont à la base de beaucoup de défis qui peuvent être relevés pour que les habitants puissent bénéficier des services éco systémiques. La population étant en croissance rapide, celle-ci justifie une mauvaise occupation du sol dans les parcelles, bien qu'il faille y relever beaucoup d'autres facteurs.

Les populations nombreuses habitent des parcelles à l'origine moins vastes, et aujourd'hui morcelées de plus en plus, et caractérisées par les densifications horizontales et verticales négatives.

Dans ces parcelles, la tendance est marquée par l'augmentation du nombre de maisons, en dépit de leur petitesse. Cette augmentation explique également la tendance vers la disparition de tous les espaces extérieurs et intérieurs, ainsi que les arbres urbains. C'est donc une situation communale qui caractérise une compacité apparente de tous les milieux de vie qui n'offrent plus des services ecosystémiques pour les bénéfices des habitants qui sont exposés aux différentes sortes de vulnérabilités notamment sociales, physiques, environnementales, etc.

REFERENCES

[1] ALLAIN, R., 2010, *Formes urbaines et développement urbain durable,* Université de Lausanne, ESO UMR 6590 CNRS, Lausanne.

[2] BOCHET, B., *2005, « Morphologie urbaine et développement durable: transformations urbaines régulation de l'étalement»,* in enjeux du développement durable urbain: transformations urbaines et régulations de gouvernance, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.

[3] BUCHHEIT, P. et al., 2006, Cadres théoriques mobilisant les concepts de résilience et de vulnérabilité, volume 6, numéro 1.

[4] DE SAINT MOULIN, L., 2010, Ville et Organisation de l'espace en République Démocratique du Congo, L'harmattan, Paris.

[5] DELBART, V. et WOLFF, E., 2002, « Extension urbaine et densité de la population à Kinshasa: contribution de la télédétection satellitaire», Belgeo, 3,1, pp. 45-59.

[6] FELTS, L., 2005, Vulnérabilités des réseaux urbains et gestion des crises, CERTU, Lyon, France.

[7] FLOUROT, 1974, Atlas de Kinshasa, IGC, Kinshasa.

[8] GALINIE, H. et al., 2004, Entités fonctionnelles, entités spatiales et dynamique urbaines dans la longue durée, histoires et mesures XIX (¾).

[9] HALLEUX, J.M. et MESSINA, J.P., 2018, Un monde en voie d'urbanisation et des villes en voie de Périurbanisation: Perspectives Globale et Focus sur Kinshasa, Université de Liège et ECOGEO.

[10] KABAMBA K., 2007, « Densité parcellaire et mobilité résidentielle à Kinshasa» in communication à l'atelier Kinshasa, organisé par l'hôtel de ville de Kinshasa en décembre 2010.

[11] LEUBA, P., 2011, Actions pour la durabilité dans les communes, Unité de Développement Durable, Département des infrastructures, Etat de VAUD, Suisse.

[12] LUSAMBA KIBAYU, M., 2008, La typologie des quartiers dans l'histoire du développement de Léopoldville-Kinshasa en République Démocratique du Congo, UCL, Louvain-la Neuve, Belgique.

[13] MPURU, M.B. et MBUKULU, N., 2008, Crise de la planification de la métropole congolaise: Kinshasa in les Annales de l'IBTP, n°7, pp. 33-46.

[14] MUDABA YOKA LYE, *2010, Kinshasa, signes ouverture de vie,* Institut Africain CEDAF (Belgique, Tervuren).

[15] MULENDA ZANGELA, A. J., 2010, Congo-Kinshasa est un eldorado, A qui profite-t-il ? éd. L'Harmattan, Paris.

[16] NAHASSIA, L., 2016, Analyser la dynamique intra-urbaine dans le temps long: une approche par la localisation des activités SAGEO (Spatial Analysis and Geomatics), Nice-France.

[17] NZUZI LELO, F., 2011, Kinshasa, Planification et Aménagements, L'Harmattan, Paris.

[18] SAMBIENI et al., 2018a, Les statuts morphologiques d'urbanisation de la ville de Kinshasa. Tropicultura, 36, 3, 520-586.

[19] SHOMBA, K.S. et al., *2015, Monographie de la ville de Kinshasa,* ICREDES, Kinshasa-Montréal-Washington.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1123-1138
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Dégradation écologique des conditions d'habitabilité des parcelles situées sur les servitudes de la rivière yolo dans la commune de Lemba (RDC) : Cas des quartiers Foire, Molo, Kimpwanza et Salongo

[Ecological degradation of the living conditions of plots located on the easements of the Yolo river in the municipality of Lemba (DRC): Case of the Foire, Molo, Kimpwanza and Salongo districts]

Sylvain Nkate Tshiesese

Chef de travaux, Département de Géographie-Sciences de l'environnement, Faculté des Sciences, Université Pédagogique Nationale (UPN), BP 8815, Kinshasa 1, RD Congo

Copyright © 2023 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: At its origins, the commune of Lemba was made up of the planned. Free and intertitial spaces were planned for the future development of the town (respect for easements of watercourses and traffic lanes, protection of reserved green spaces, municipal wasteland, land for the construction of housing, etc). Since independence, the city of Kinshasa has not been governed by any sanitation plan. It was a time marked by the absence of regulations relating to land use (constructability standards, town planning standards, envirronmental protection standards, housing standards, etc.) This is what justified self-construction in all municipalities. The occupation of non aedificandi areas has sometimes been carried out with the complicity of local, urban, political and customary authorities throughout the city of Kinshasa.

The occupation of spaces by the inhabitants has taken place without taking into account urban planning standards for construction, environmental protection and housing. This engendered negative inhabiting patterns of building, inhabitingand living.

The models of living determine today, in the minicipality, the compacteness which translates in its own way the negative morphological and functional diversities in all the districts. They characterize most of the plots which have more parcel space and effective means of Kinshasa to menage rainwater, which has made all closed living environments characterized by difficult accessibility conditions, with the absence of termsanitation fears.

KEYWORDS: degradation, habitabiliity, parcels, servitudes, quarters, conditions.

RESUME: A ses origines, la commune de Lemba était constituée des quartiers planifiés. Des espaces libres et interstitiels étaient prévus pour l'aménagement futur de la commune (respect des servitudes des cours d'eau et des voies de circulation, protection des espaces verts, espaces ouverts réservés, friches communales, terrains pour la construction des logements, etc.). Depuis l'indépendance, la ville de Kinshasa n'est pas régie par un plan d'assainissement quelconque. C'est une époque marquée par l'absence de la règlementation relative à l'occupation de sol (normes de constructibilité, normes d'urbanisme, normes de protection de l'environnement, normes de l'habitat…). C'est ce qui a justifié l'autoproduction et l'auto construction dans toutes les communes. L'occupation des zones non «aedificandi» s'est réalisée parfois avec la complicité des autorités locales, urbaines, politiques et coutumières dans toute la ville de Kinshasa.

L'occupation des espaces par les habitants, s'est réalisée sans tenir compte de normes urbanistiques de construction, de protection de l'environnement et d'habitat. Cela a engendré des modèles négatifs de construction, d'habiter et de vivre…

Les modèles d'habiter déterminent aujourd'hui, dans la commune, la compacité qui traduit de sa manière les diversités morphologiques et fonctionnelles négatives dans tous les quartiers. Ils caractérisent la plupart des parcelles qui n'ont plus d'espaces parcellaires et des moyens de gérer les eaux usées pluviales, ce qui a rendu tous les milieux de vie fermés et caractérisés par les conditions d'accessibilité difficiles, avec l'absence des conditions criantes d'assainissement.

MOTS-CLEFS: Dégradation, habitabilité, parcelles, servitudes, quartiers, conditions.

Corresponding Author: Sylvain Nkate Tshiesese

1 PROBLEMATIQUE

L'habitabilité est un concept qui englobe de multiples composantes nécessaires pour atteindre une bonne qualité de vie. Le dictionnaire OXFORD (2010) la définit comme " apte à vivre". Selon différents auteurs, les facteurs qui déterminent l'habitabilité d'un lieu sont le climat, la sécurité, l'économie, la société et sa culture, l'environnement et l'organisation urbaine qui implique les équipements, les infrastructures et les services disponibles.

Il est important de souligner que, bien que les facteurs nécessaires à une bonne qualité de vie varient en fonction de l'époque et des habitudes sociales, il existe des besoins fondamentaux qui sont essentiels à tout individu. L'habitabilité permet donc de comprendre la capacité d'un milieu de vie (maison, parcelle, quartier, commune, ville, etc.) à maintenir et à améliorer la viabilité et la vitalité.

L'ONU-Habitat (2018) conceptualise la prospérité d'une ville à travers six dimensions: productivité, développement des infrastructures, qualité de vie, équité et inclusion sociale, durabilité environnementale, gouvernance et législation. Ces indicateurs sont des catalyseurs de l'action locale en faveur de la prospérité, y compris la capacité de réguler le processus d'urbanisation, et des modes d'habiter positifs dans les quartiers. L'ONU-HABITAT (Programme des Nations Unies pour les établissements humains, 2020) a mis l'accent sur les objectifs qui visent à créer les villes durables, englobant des indicateurs liés à 17 objectifs qui sont désignés comme les stratégies à mettre en place pour définir les villes vivables parmi lesquels, on retient: l'absence de la pauvreté, la qualité de la santé et de l'éducation, l'égalité des sexes, l'eau potable, l'énergie accessible et propre, l'emploi et la croissance économique, l'action climatique, la paix et la justice, l'urbanisation durable, etc.

En République Démocratique du Congo, beaucoup de ménages habitant de parcelles se trouvant le long des cours d'eau dans la ville de Kinshasa, vivent dans les conditions d'habitabilité qui n'offrent pas de garanties pour une quelconque sécurité plurielle (humaine, sociale, environnementale, physique, sanitaire, etc.). Elles présentent l'absence apparente des équipements, des infrastructures et des services privés ou publics pouvant assurer la protection des personnes et de leur environnement. Les services publics d'assainissement sont totalement absents dans les quartiers et les parcelles, et les habitants généralement pauvres, sont exposés aux effets négatifs des inondations, de l'humidité permanente, de l'ensablement, des pollutions humaines, physiques et biologiques (surtout pendant les épisodes des crues).

Cette situation est amplifiée par le fait que la plupart des parcelles sont situées dans les zones de servitudes des cours d'eau qui, en plus de la violation des règlementations relatives à l'interdiction de l'occupation de ces zones, les populations accentuent par leur occupation anarchique, la dégradation de ces milieux qui ont d'impacts négatifs continus dans les liens de continuité et de contiguïté de l'occupation de l'espace qui est par conséquent anarchique dans l'ensemble des quartiers des communes.

Restant dans le cadre de cette recherche envisagée, sur les plans de l'urbanisation durable, de la durabilité environnementale locale, du développement des infrastructures, des modes d'habiter, il y a lieu de retenir pour les quartiers (choisis et drainés par la rivière yolo) de la commune de Lemba, les indicateurs pouvant mesurer ou analyser le degré d'habitabilité, il s'agit notamment des facteurs tels que l'occupation anarchique des servitudes des cours d'eau, des espaces parcellaires intérieurs et extérieurs se situant sur les servitudes, de l'humidité dans les parcelles et les maisons, de la résurgence des eaux souterraines dans les cours parcellaires et dans les maisons, etc. La dégradation des conditions d'habitabilité dont il est question dans cette étude, concerne particulièrement les frontières ouest des quartiers choisis dans la commune de Lemba (quartiers drainés par la rivière yolo), mais dont les conclusions peuvent singulièrement s'étendre à beaucoup d'autres quartiers se trouvant dans les conditions similaires.

Ces derniers sont des quartiers ayant des parcelles se trouvant dans les servitudes des cours d'eau de la ville de Kinshasa, dont la plupart coulent dans les vallées soit encaissées, soit envasées qui constituent l'un des moyens indispensables pour l'évacuation des eaux de la capitale, occasionnant actuellement des inondations et des érosions à chaque pluie. Ces zones de servitudes sont caractérisées par l'auto construction, l'autoproduction et l'appropriation illégale et anarchique des terres autrefois réservées pour l'aération de la ville, pour les bassins de rétention ou pour un aménagement éventuel dans l'avenir. Elles sont marquées aussi par l'inefficacité spatiale.

2 PRÉSENTATION DU SITE D'ÉTUDE

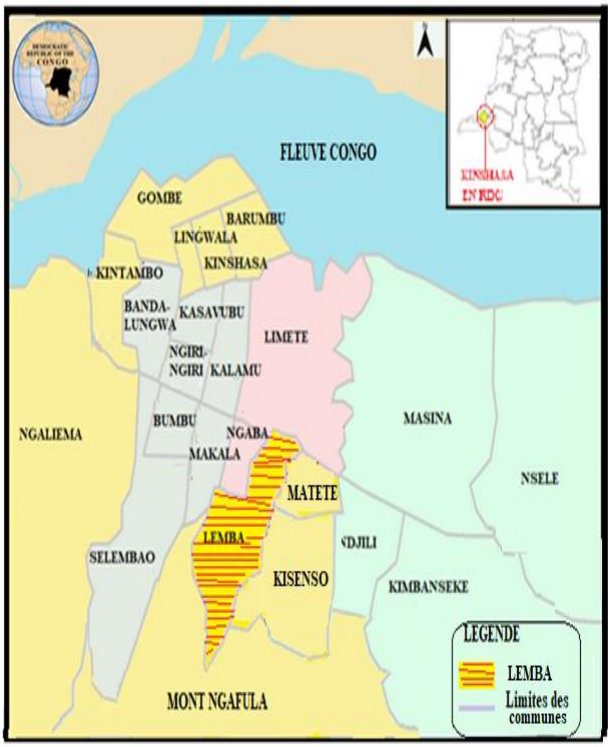


Fig. 1. La comme de Lemba dans la ville de Kinshasa

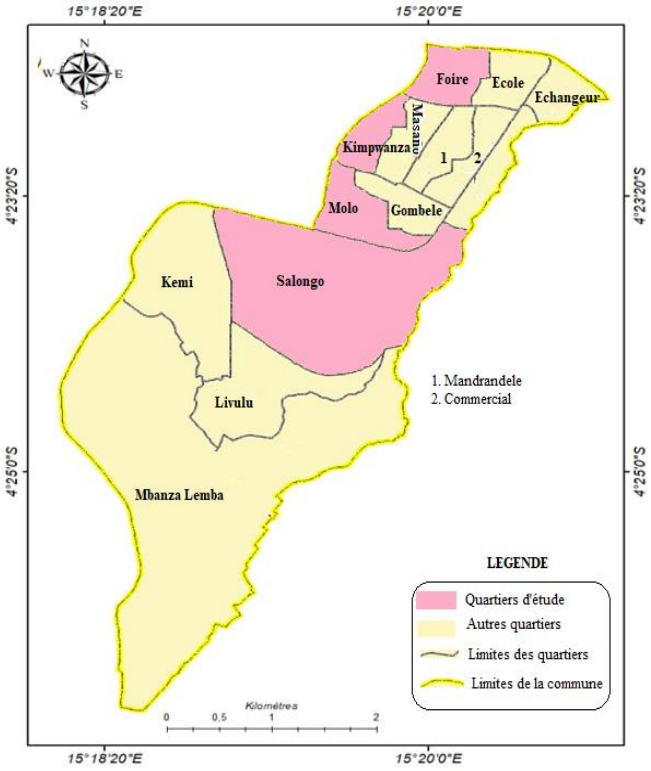


Fig. 2. Site d'étude dans la commune de Lemba

SOURCE: METASALT, Système de projection WG5842022

La commune de Lemba est une de 24 communes qui constituent la ville de Kinshasa en République Démocratique du Congo (figure 1). Au Nord, la commune de Lemba, est limitée par la commune de Limete, au Sud par la commune de Mont Ngafula, à l'Est par les communes de Matete et de Kisenso, et à l'Ouest par les communes de Ngaba et de Makala (figure 1). Elle est composée de 13 quartiers dont 4 quartiers drainés par la rivière Yolo, constituent notre site d'étude (figures 2, 3 et 5).

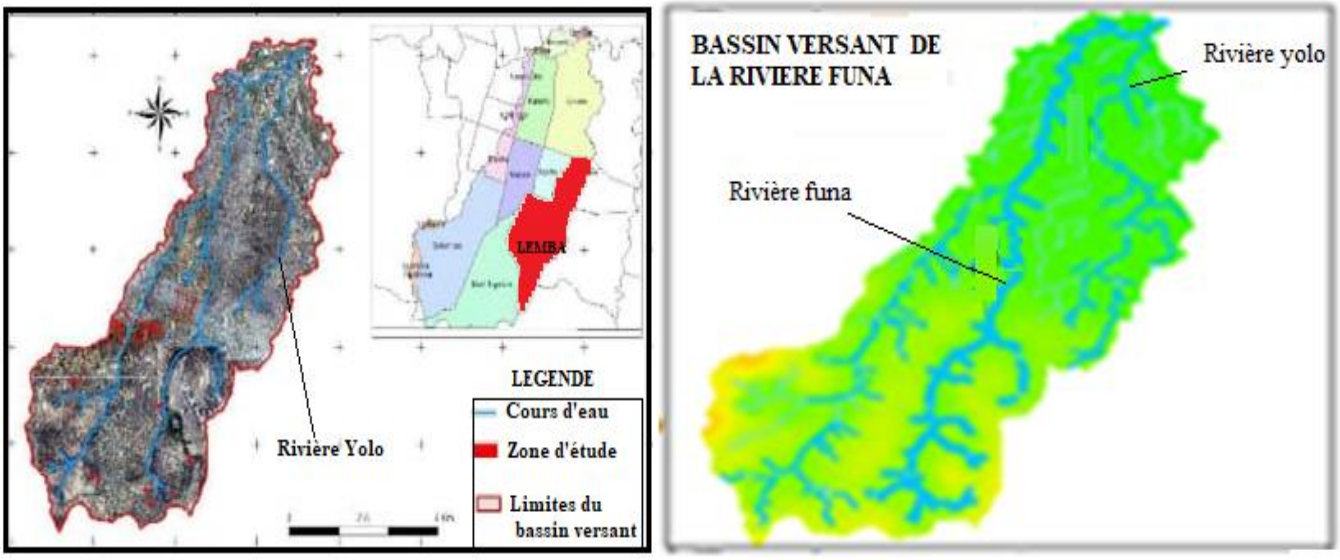


Fig. 3. La rivière yolo sur le bassin de la rivière funa

Source: METASALT, Système de projection WG 5842022

La rivière Yolo large de 3 à 5 m, et profonde de 1 à 3 m, fait partie du bassin versant de la rivière Funa. Longue de 12 km, elle est l'affluent secondaire de la rivière Funa où elle se jette. Elle prend sa source sur les versants du Mont Amba dans la commune de Lemba et traverse trois communes: Lemba, Ngaba, et Limete. Le bassin de yolo (10,58 km^2) compte quelques grands collecteurs en dehors des ruisseaux. Son débit était de 5,25 m^3/s (en novembre et en décembre 2000, ce débit avait atteint 64,4 m^3/s) (BEMPONGO, 2002). Aujourd'hui, la baisse du débit est la conséquence des rejets d'ordures par la population riveraine qui considère la rivière comme une décharge publique naturelle. Comme la plupart des rivières de la ville de Kinshasa, cette rivière coule du Sud au Nord, et en plus son lit constituant le dépotoir des déchets pour les riverains, il est en train de se rétrécir et de remonter (figures 3 et 5), sa largeur et sa profondeur se réduisent considérablement au cours des années. D'où les inondations à répétition, qui caractérisent tous les quartiers qu'elle draine.

3 ECHANTILLONNAGE

Tableau 1. Parcelles cible et parcelles échantillonnées

Parcelles	N	%
Parcelles cible	4122	100
Parcelles échantillonnées	412,2	10

Source: Bureaux de l'habitat de la commune de Lemba, 2023

Les archives de service d'habitat de la commune de Lemba ont présenté 4122 parcelles déclarées pour les quartiers Foire, Molo, Kimpwanza et Salongo. C'est la population cible de notre étude dont 10 % constituent la population échantillonnée (soit 412 parcelles). Sur l'ensemble de 12119 parcelles déclarées pour l'ensemble de la commune de Lemba, la population cible de notre recherche représente 34 %, et la population échantillonnée représente 3%.

Les parcelles enquêtées sont celles qui sont dans la servitude de la rivière Yolo sur son tronçon dans la commune de Lemba soit le tronçon allant de sa source signalée ci haut jusqu'au niveau du pont jeté à l'intersection avec la route Kikwit.

4 MÉTHODES ET TECHNIQUES

L'approche systémique, l'analyse, la description, l'approche statistique sont plus utilisées dans la rédaction de cet article. Comme techniques de récolte des données, en dehors de la recherche bibliographique et de l'observation directe qui sont plus utilisées, les données Raster (tirées des images satellitaires) ont été traitées et analysées à haute résolution pour avoir les cartes de la présentation des quartiers d'étude dans la commune de Lemba, les cartes du bassin hydrographique et de l'humidité de la rivière Funa, la carte de la rivière yolo sur le bassin versant de funa, la carte du bâti dans la commune de Lemba de 2010 à 2020.

5 RESULTATS

5.1 LA SITUATION DES ESPACES OUVERTS (RUES, TERRAINS VIDES, AVENUES, AFFECTATION DES ESPACES PARCELLAIRES INTÉRIEURS ET EXTÉRIEURS EXISTANTS OU NON: COUVERTS OU NON COUVERTS)

DIDIER (2012) considère les espaces ouverts urbains comme les éléments constitutifs de la diversité urbaine et péri-urbaine au même titre que les formes urbaines qu'ils portent ou les habitants qui les ont plus ou moins choisis. Ils imposent selon les modalités multiples, comme une des composantes majeures, des modes d'habiter urbains et péri-urbains, et participent pleinement de l'autonomisation de ces espaces (DIDIER-FEVRE et al., 2014).

L'imbrication d'espaces bâtis et d'espaces ouverts, participe fortement à la fabrique urbaine et périurbaine. L'attachement à ces espaces joue un rôle dans les logiques d'installation et les territorialités des habitants. Les espaces ouverts sont devenus un cadre de vie que l'on souhaite conserver. Les variations des pratiques de ces espaces ouverts et de leurs représentations suscitent de nombreux ajustements et renouvèlent des conflits (ARAGAU, C. et al., 2013). Le sens commun veut que les espaces ouverts soient des espaces dégagés, non construits, car les milieux ouverts doivent être des milieux constitués des espaces non urbanisés et non boisés (DIRY, 2004).

Au sein des quartiers d'étude, des défis relatifs aux processus de l'identification et de la gestion de ces espaces peuvent être relevés, c'est le cas de de leur non existence, de leur non appropriation, de leur reconnaissance, de leur non assainissement, de leur occupation anarchique et illégale, etc. Ces défis sont à la base des problématiques négatives qui justifient les conditions d'habitabilité difficiles dans ces milieux au départ illégaux et inconforts (servitudes). L'entendement des espaces ouverts pour notre étude, est réduit à des espaces de proximité pour la vie (espaces parcellaires intérieurs et extérieurs, rues, avenues, rares bandes existantes des servitudes…). Leur type, leur état, leur nature, leur assainissement et leur gestion déterminent les conditions d'habitabilité de ces milieux impropres qui sont les servitudes des cours d'eau. Les conclusions relatives aux conditions d'habitabilité de ces espaces étudiés, peuvent s'étendre aux autres espaces ayant les caractéristiques similaires avec les servitudes (c'est le cas des zones marécageuses, des zones inondables impropres à l'occupation, des espaces verts occupés et dégradés…).

Tableau 2. ***Affectation des espaces parcellaires selon leur nature***

Nature d'espaces/Types de parcelles	Couverts		Non couverts	
	N	%	N	%
Parcelles avec espaces extérieurs	63/412	15,29	349/412	84,71
Parcelles avec espaces intérieurs	79/412	19,17	333/412	80,83
Parcelles avec espaces extérieurs et intérieurs	54/412	13,1	358/412	86,9
Parcelles sans espaces	216/412	52,42	196/412	47,58

Sources: enquêtes sur terrain, 2023

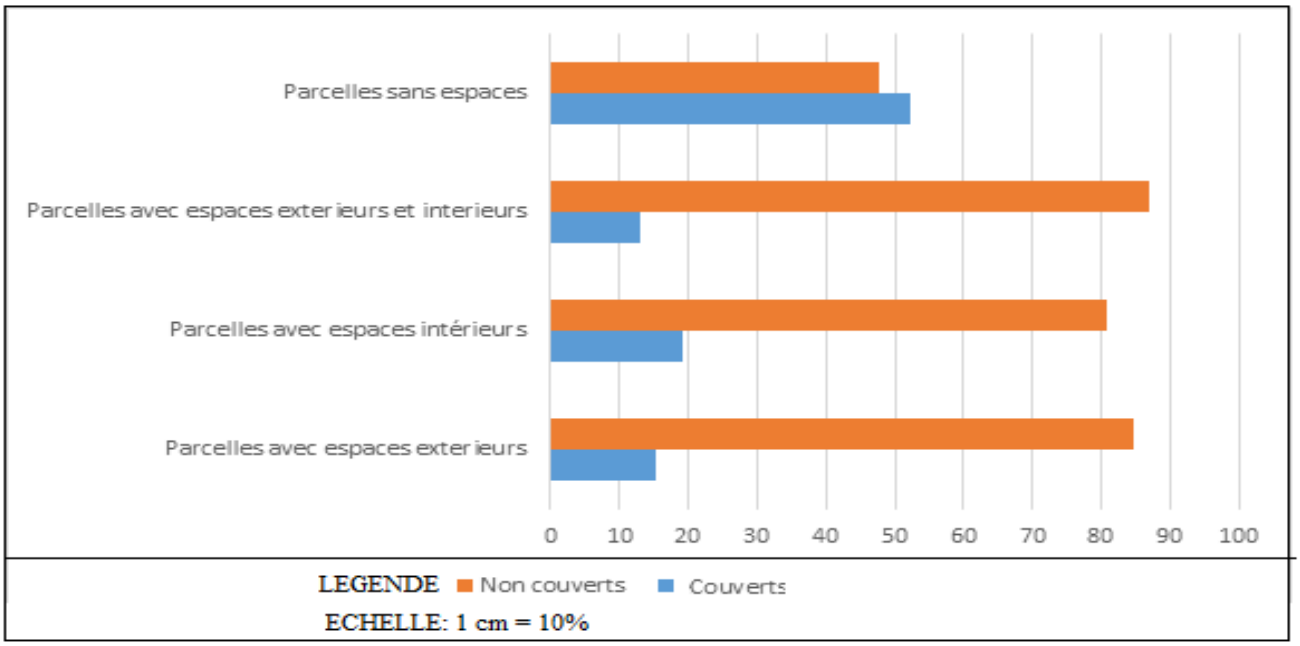


Fig. 4. Affectation des parcelles selon la nature des espaces

Beaucoup de parcelles ont de rares espaces parcellaires non couverts (soit une moyenne de 84,14%) contre une moyenne de 15,76% de parcelles ayant des espaces parcellaires couverts. Tous les espaces parcellaires existants très étroits avec des formes et des emplacements divers dans des parcelles ou devant. Les parcelles, à leur tour, ont une diversité fonctionnelle et morphologique généralement très négatives, avec une compacité négative très variée.

Les espaces intérieurs et extérieurs qu'ils soient couverts ou non, déterminent dans toutes les parcelles des parties de ces quartiers se trouvant sur les servitudes, dans les mauvaises conditions d'habitabilité. Le constat général réalisé sur terrain est que les espaces parcellaires sont très rares ou absents dans la plupart des parcelles.

Là où ils existent, ils sont caractérisés selon les cas et dans certaines circonstances, par l'humidité permanente, les moisissures, les champignons, les couleurs et les odeurs, les restes des boues abandonnées par le retrait difficile des eaux après les pluies, ainsi que des déchets solides de toute nature, etc. Dans ces conditions, ces espaces ne constituent pas des cadres appropriés de repos et de loisirs (quand bien même, ils sont utilisés en tant que tels). Il en est de même de rares rues et avenues se trouvant dans ces espaces qui sont pour la plupart fermés et caractérisés par une compacité apparente.

5.2 Les Inondations Et L'humidité Dans Les Quartiers

D'après le Plan Directeur des Transports Urbains de Kinshasa (PDTK, 2019), les principales causes des inondations dans la ville de Kinshasa sont: les phénomènes météorologiques tels que qu'El Nino, les pluies abondantes (aggravées par le réchauffement climatique local), l'urbanisation qui modifie la couverture végétale de la surface du sol, l'insuffisance et la dégradation du système de drainage, l'utilisation incontrôlée des terres dans la zone des collines entraînant la sédimentation des rivières en aval, etc. Beaucoup de quartiers de la ville de Kinshasa, sont caractérisés actuellement par des inondations qui interviennent même pendant de faibles précipitations. Les zones d'inondations sont principalement les zones d'humidité où posent en même temps de sérieux problèmes d'assainissement.

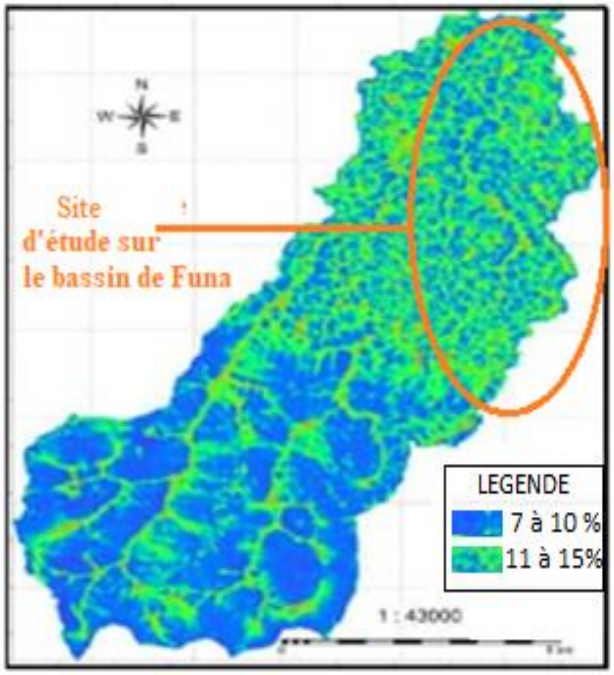


Fig. 5. 4Bassin hydrographique de la rivière funa

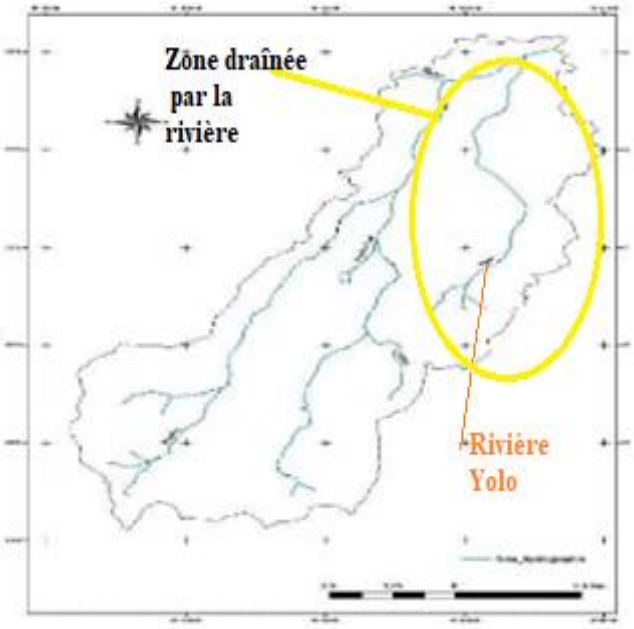


Fig. 6. 5Humidité sur le bassin versant de la rivière funa

Source: METASALT, Système de projection WG5842022

La zone d'humidité élevée (taux de 11 à 15 %) correspond à la zone d'inondations dans tout le site d'étude (figures 5 et 7). Le site d'étude fait partie de la zone où le taux d'humidité est élevé sur le bassin versant de la rivière funa (soit 11% à 15 %). Cette zone d'étude est en même temps une zone d'inondations remarquées pendant les moments de pluie (averses ou non) (figure 7, et figures 8 et 9.). D'autres phénomènes naturels surprenant sont remarquables dans cette zone, il s'agit notamment des résurgences souterraines dans les cours parcellaires et dans les maisons, de la remontée des eaux usées pluviales dans les salles de bain et dans les cuves, etc.

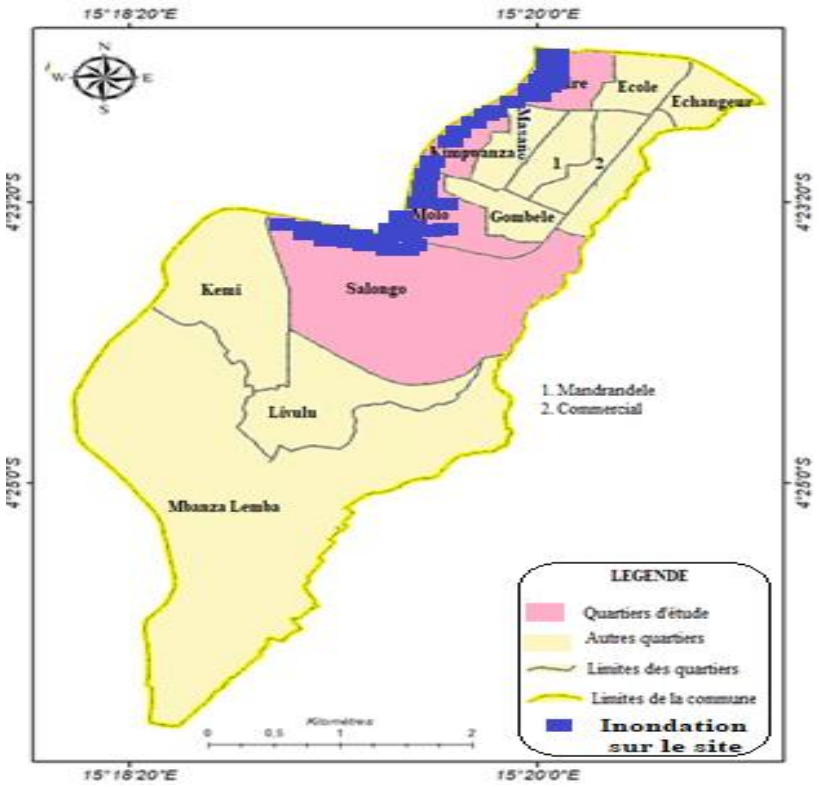


Fig. 7. 6Parties des quartiers touchées par les inondations et l'humidité

Les inondations sont fréquentes à chaque pluie (quelque que soit son intensité) dans la zone en contact direct avec la rivière yolo (figure 3). Ce sont les parcelles situées sur la rive droite de la rivière yolo, dans la zone de servitude qui s'étend entre 10 et 15 m de largeur selon les cas. Toutes ces parcelles sont exposées au risque hydrologique permanent. Ce dernier constitue une préoccupation majeure à cause des maladies hydriques qui s'ensuivent, notamment à travers les inondations, lesquelles s'avèrent les premiers risques naturels (BERZ, 2000; TCHOTSOUA, 2007; ADJAKPA, 2016). A toutes les échelles, le changement climatique affectant la répartition des précipitations pourrait affecter l'environnement naturel, en accentuant l'intensité ou la fréquence de certains phénomènes, particulièrement les inondations (VILLA et BELANGER, 2012).



Fig. 8. Inondations et résurgences des eaux de pluie dans une parcelle avec cour bétonnée du quartier Foire après la pluie du 22/10/2023



Fig. 9. Montée des eaux de la rivière yolo dans la quartier Foire après la pluie du 22/10/2023

5.3 LA RÉSURGENCE DES EAUX SOUTERRAINES DANS LES PARCELLES ET DANS LES MAISONS

Le principe de gestion des eaux pluviales à la parcelle, repose sur des solutions adaptées à l'échelle et à la nature du terrain. Ainsi l'objectif n'est alors plus d'évacuer les eaux pluviales le plus loin possible, mais de gérer la pluie au plus près de là où elle tombe, c'est-à-dire au niveau de la parcelle. Cela peut permettre à plus grande échelle (rues, avenues, quartiers, communes, ville) de réduire les inondations soudaines et violentes en réduisant leurs flux arrivant en grandes quantités dans les réseaux et autres exutoires.

Dans les quartiers, les réseaux de réception des eaux usées pluviales sont très rares, il n'existe pas de bassins de rétention d'eau naturels ou aménagés, à l'exception de rares espaces parcellaires intérieurs et extérieurs en voie de disparition, de rares rues et avenues surchargées de déchets solides. En plus, les nappes phréatiques sont à de très faibles profondeurs, ce qui fait qu'à chaque pluie, la remontée des eaux est rapide et soudaine. Le seul exutoire naturel existant est la rivière yolo qui est non curé et non aménagé, à côté de rares exutoires artificiels inappropriés tels que les rues et les avenues, ainsi que les rares canalisations toujours bouchées (car remplies des déchets) et discontinues.

Tableau 3. Opinions des chefs de ménage sur les résurgences des eaux souterraines dans les cours parcellaires et dans les maisons

Types de parcelles/résurgences des eaux souterraines	Nombre de types de parcelles	Nombre de chefs de ménages	Résurgences des eaux souterraines dans les cours parcellaires		Résurgences des eaux souterraines dans les maisons	
			N	%	N	%
Parcelles à 1 maison	50	37	29/37	78,37	26/37	70,27
Parcelles à 2 maisons	144	199	128/199	64,32	123/199	61,8
Parcelles à 3 maisons	126	287	201/287	70,01	176/287	61,32
Parcelles à 4 maisons et plus	92	277 (+22)	218/343	63,55	203/343	59,1

Sources: enquêtes sur terrain, 2023

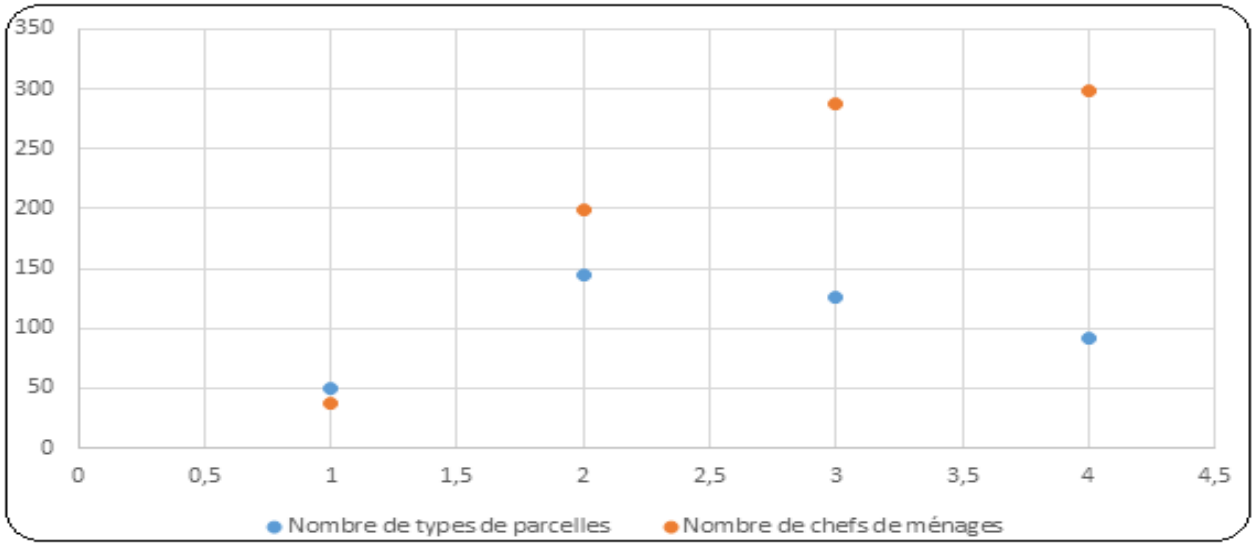


Fig. 10. Chefs de ménages dans les types de maisons

Les conclusions relatives à la lecture du tableau 3 et des figures 10 et 11 sont les suivantes: les moyennes de 69,06 % et 63,12 % de chefs de ménages déclarent respectivement que les eaux remontent à chaque pluie dans leurs cours parcellaires et dans leurs maisons (ou dans les deux à la fois). Cela quelque soit l'affectation des cours parcellaires (couvertes ou non couvertes) et dans l'intérieur des maisons (cimentés, carrelés ou non).

Les bassins de rétention n'existant plus dans tous ces milieux, les eaux s'infiltrent à partir de tous les recoins de rares sols disponibles, le niveau de la rivière yolo monte rapidement et les eaux souterraines s'infiltrent dans le réseau souterrain où la nappe phréatique est à faible profondeur.

Dans tous les quartiers d'étude, la question de la gestion des eaux pluviales se pose sous un autre entendement. Il s'agit des difficultés de la gestion des eaux pluviales ruisselantes (à cause de l'absence ou l'insuffisance des canalisations, des égouts, des puits perdus dans les parcelles, des aménagements appropriés au contact avec le seul exutoire naturel existant, de l'absence des gouttières, etc.), de la gestion des eaux souterraines qui remontent à chaque pluie (pendant et après) dans les cours des parcelles et dans les habitations, résurgences souterraines soudaines (figure 8.) causant la perte des biens et parfois des morts.

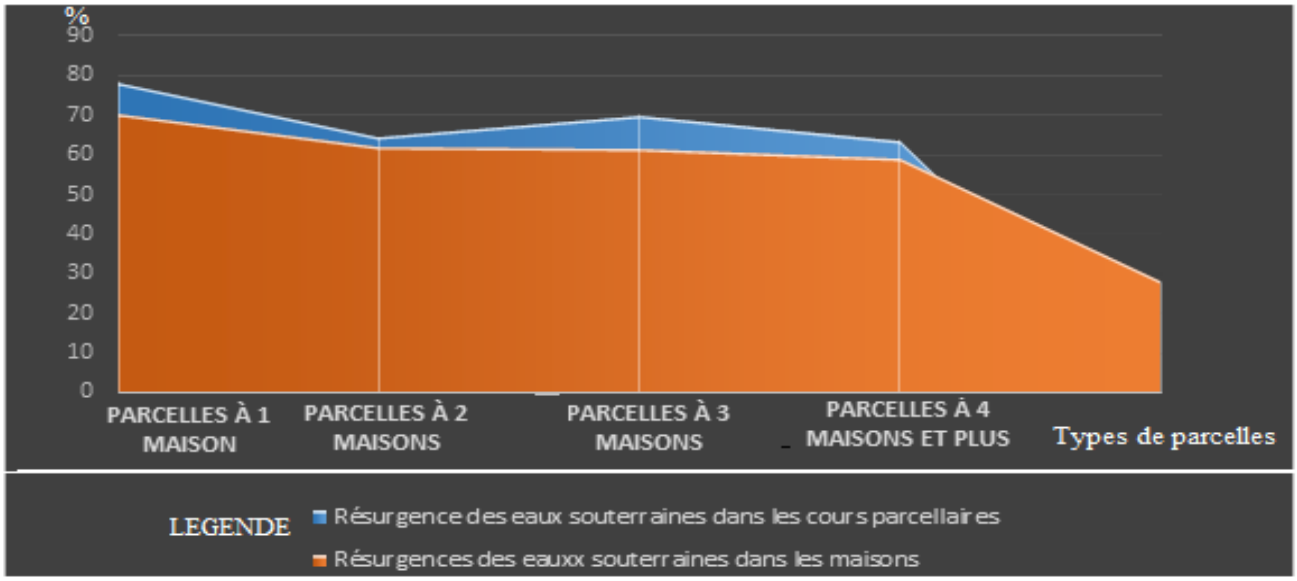


Fig. 11. Résurgences des eaux souterraines dans les cours parcellaires et dans les maisons

5.4 L'HUMIDITÉ ASCENSIONNELLE SUR LES MURS DES MAISONS

L'humidité ascensionnelle se rencontre souvent dans les habitations anciennes, en général au bas de mur si celui-ci n'est pas pourvu d'une membrane d'étanchéité. L'humidité et l'habitat sain ne font pas bon ménage. Dans les habitats et les espaces humides, les problèmes de santé sont fréquents, surtout chez les petits enfants (bronchite chronique, asthme…) (FITZJOHN et al., 1998). Ils sont favorables à l'apparition des moisissures ou d'acariens qui sont à la base des réactions allergiques surtout chez les personnes sensibles. Lorsque les moisissures sont plus développées, elles produisent des allergènes, et libèrent des substances nauséabondes souvent malsaines (Drs SUSANNE et al., 2002).

Tableau 4. Types de parcelles et nombre de maisons touchées par l'humidité ascensionnelle

Types de parcelles/maisons et types d'espaces	Types de parcelles	Nombre de maisons	Existence de l'humidité ascendante		Non existence de l'humidité ascensionnelle	
			N	%	N	%
Parcelles à 1 maison	50	50	14/50	28	36/50	72
Parcelles à 2 maisons	144	288	113/288	40,97	175/288	50,03
Parcelles à 3 maisons	126	378	165/378	43,65	213/378	56,35
Parcelles à 4 maisons et plus	92	368 (+41)	170/409	41,56	229/409	58,44

Source: enquêtes sur terrain, février 2023

Le constat général qui se dégage de la lecture du tableau 4 et de la figure 12 est que: la moyenne de types de parcelles caractérisées par l'existence de l'humidité ascensionnelle, est de 38,54%. Elle est considérable et inquiétante pour une vie digne des habitants dans ces milieux. Elle se présente presque dans les mêmes proportions pour tous les types de parcelles, à l'exception des parcelles à une maison.

L'exposition des habitants aux effets nocifs et pathogènes des moisissures et des acariens, est plus élevée en fonction des types de parcelles. Plus le nombre de maisons augmente dans les parcelles, plus le nombre de ménages (et par ricochet le nombre de personnes) augmente sensiblement).

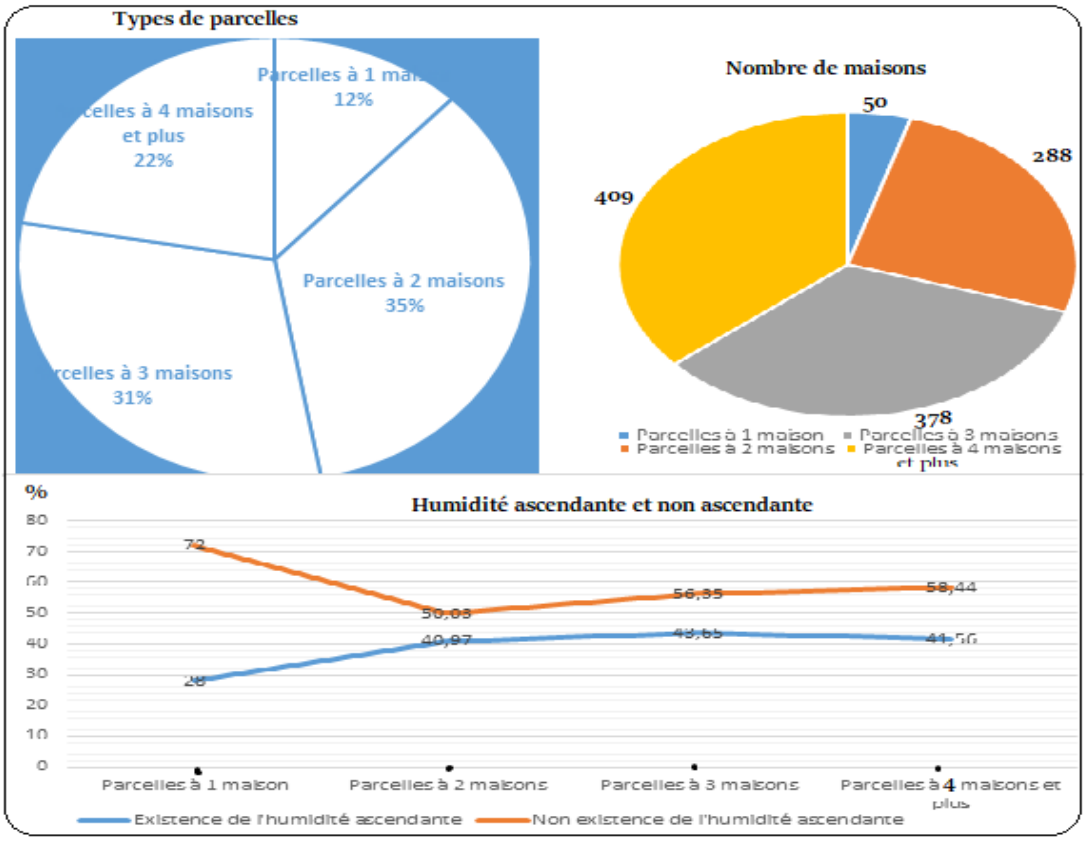


Fig. 12. Nombre de maisons et humidité ascensionnelle selon les types de parcelles

Il y a des décennies, la zone de servitude occupée aujourd'hui par les habitats (sans respect de normes urbanistiques et écologiques), était une zone marécageuse verte qui constituait un puits de carbone contribuant au stockage local de carbone. De nos jours, cette zone est totalement occupée par le bâti (figure 16). Un taux élevé d'humidité dans l'habitation est favorable au développement des moisissures sur toutes les parois froides (G. BELLENS, 2005), sur les espaces libres de sols, etc.

Tous les milieux de vie du site d'étude, sont aujourd'hui compacts (figure 16), ils sont mal aérés, et mal séchés, d'où l'humidité n'y est pas facilement évacuée. Elle impacte tous ces milieux en tant que pollution microbiologique (S. DUBOI, 2017).

5.5 CONDITIONS GÉNÉRALES D'ASSAINISSEMENT DANS LES QUARTIERS (TABLEAU À RÉALISER)

Il n'existe pas d'ouvrages d'Assainissement Non Collectif (ANC) installés au niveau des ménages destinés à recevoir, à stocker et à traiter partiellement les excrétas et les eaux usées domestiques. Les vidanges de fosses septiques se fait manuellement. C'est une activité réalisée par les propriétaires des parcelles eux-mêmes, ou par de petits opérateurs privés qui travaillent de manière informelle, épandant des boues de vidange sur les rares espaces parcellaires, sur les rares interstices, ou les déversant directement dans la cour d'eau.

Il en est de même des eaux usées domestiques (eaux vannes et eaux usées ménagères) qui sont également déversées directement dans la rivière.

Les eaux vannes (ou eaux noires) sont constituées d'excrétas (urines et excréments), eau de chasse (dans les rares systèmes humides) et de l'eau de nettoyage (papiers de toilettes ou autres). Les eaux usées ménagères (ou eaux grises) sont constituées par les eaux de cuisine, de vaisselle, de lessive et de douche (MINDELE UKONDALEMBA, L., 2016).

Tableau 5. Existence d'ouvrages d'assainissement non collectif dans les parcelles

Types de parcelles/Ouvrages	Fosses septiques		Puits perdus		Toilettes avec tuyaux connectés à la rivière yolo		Salles de bain connectées à la rivière yolo		Petits caniveaux parcellaires connectés à la rivière yolo	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Parcelles à 1 maison	8/50	16	6/50	12	43/50	86	34/50	68	33/50	66
Parcelles à 2 maisons	44/144	30,55	51/144	35,41	98/144	68,05	76/144	52,7	64/144	44,4
Parcelles à 3 maisons	49/126	38,88	43/126	34,12	89/126	70,63	69/126	54,7	75/126	59,5
Parcelles à 4 maisons et plus	32/92	34,78	29/92	31,52	71/92	77,17	65/92	70,6	63/92	68,4

Sources: enquêtes sur terrain, 2023

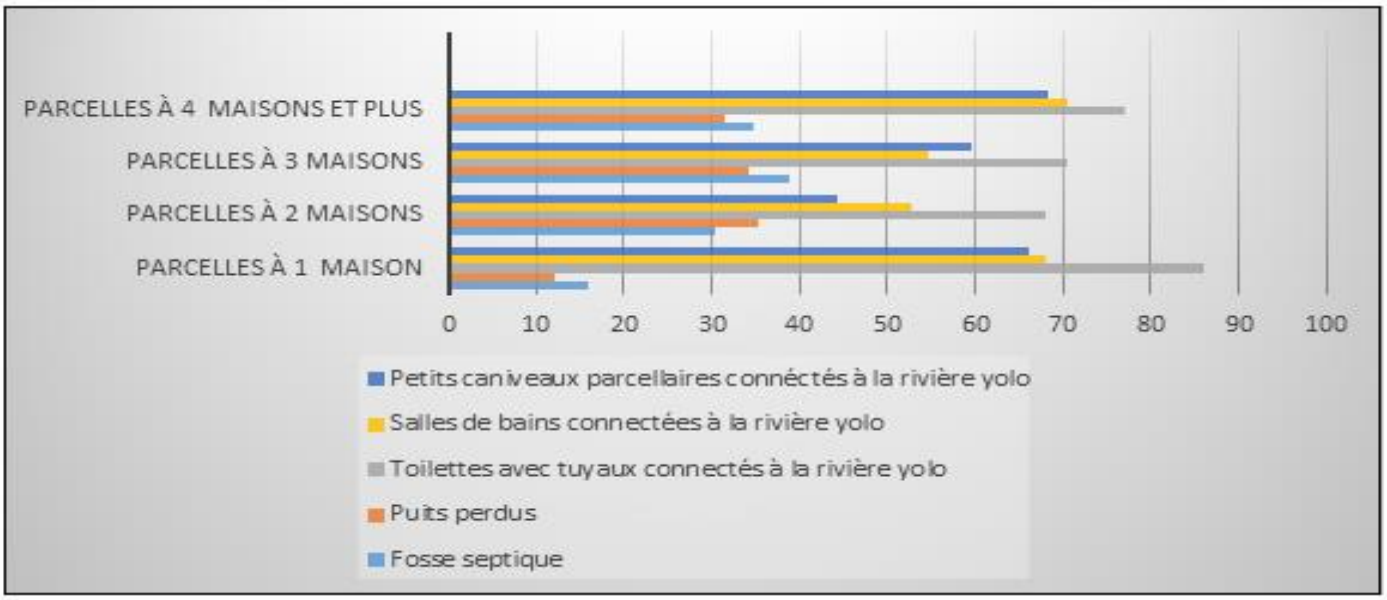


Fig. 13. Existence d'ouvrages d'assainissement non collectif

Tous les ouvrages d'assainissement non collectif du site d'étude démontrent une crise des conditions d'assainissement général. Seulement, les moyennes de 30% et de 28,26% de parcelles ont respectivement les fosses septiques et les puits perdus. Néanmoins, la plupart des vidanges de ces fosses et de puits sont jetées directement ou indirectement dans la rivière (surtout la nuit ou pendant les périodes de pluie). Les parcelles n'ayant pas de fosses septiques et de salles de bains sont directement connectées à la rivière. Aussi, les moyennes de parcelles de 61,5% et de 59 % avec respectivement salles de bain et petits caniveaux de drainage des eaux, sont directement connectées à la rivière yolo. Ce qui est paradoxal à comprendre, est que la rivière yolo non assainie, étant le réservoir des eaux usées pluviales et domestiques, des excrétas humains, renvoie à chaque pluie des déchets, et des eaux usées dans les parcelles et les autres milieux de vie d'une manière ou d'une autre. D'où, l'accentuation des conditions difficiles de vie et d'habitabilité dans tous les quartiers.

Dans la plupart des parcelles, les principes exigés par l'Agence Française de Recrutement et d'Emploi (REFEA, 2017) pour l'installation et l'usage de fosse septique, ne sont pas respectés. Il s'agit notamment de la hauteur utile d'eau dans le compartiment qui ne doit pas dépasser un mètre, de toutes les fosses qui doivent être pourvues d'une ventilation constituée d'une entrée et d'une sortie d'air située au-dessus des locaux habités, du volume utile des fosses toutes eaux, volume offert au liquide et à l'accumulation des boues devant être égal à 3 mètres cubes, des eaux pluviales ne devant pas être acheminées dans le fosse septique, etc.

5.6 Evolution Du Bâti Dans La Commune De Lemba De 2010 À 2020

L'urbanisation de toute la ville de Kinshasa, s'est manifestée à travers une occupation anarchique des terres et des espaces, y compris les sites non " aedificandi". La croissance spatiale de toute la ville est caractérisée par l'imposition du bâti, justifiée par une croissance démographique non maîtrisée.

A cet effet le Plan Directeur des Transports Urbains de Kinshasa (2019), estime que le taux de croissance démographique moyen dans la ville de Kinshasa est supposée être de 3,94 % (variante faible) à 4,24 % (variante élevée) entre 2015 et 2019. Il est vrai que ces variantes ont changé actuellement avec une tendance à l'élévation, et un impact renforcé sur les espaces qui sont devenus une ressource rare et non renouvelable partout.

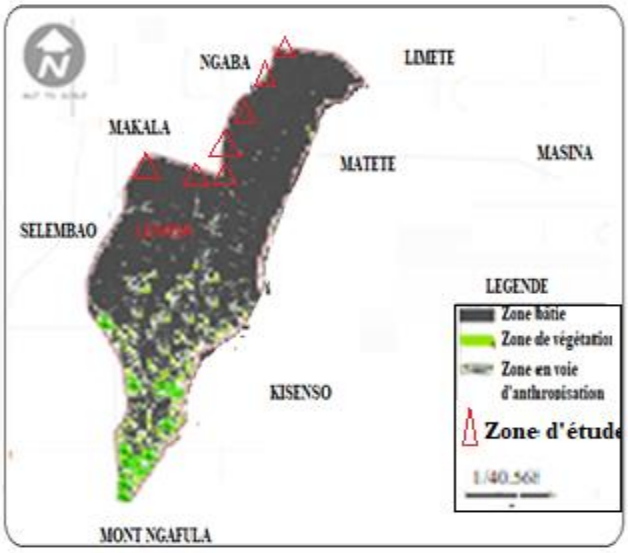


Fig. 14. 7Occupation de la commune en 2000

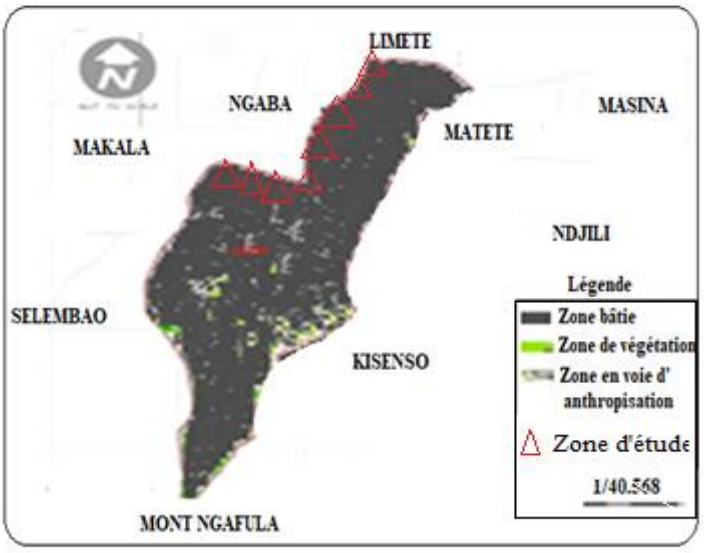


Fig. 15. 8Occupation de la commune en 2010

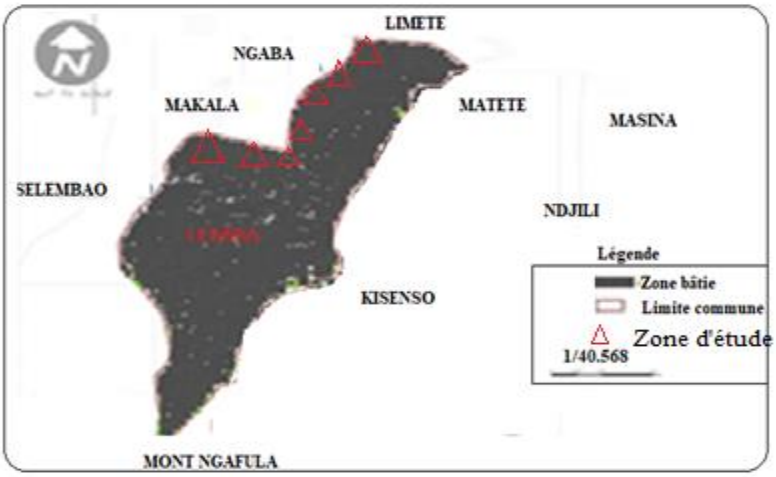


Fig. 16. 9Occupation de la commune en 2020

Les figures 14, 15, et 16 démontrent l'évolution rapide des espaces dans toute la commune de Lemba de 2000 jusqu'en 2020 soit dans deux décennies. Le bâti a occupé tous les espaces au détriment des espaces verts réguliers (savanes, forêts, marécages le long des cours d'eau…). Le constat à faire est que toute la zone d'étude était déjà occupée totalement par le bâti depuis 2000, ou bien même un peu plus qu'avant cette période. Aujourd'hui, en 2023, toute la commune a déjà atteint ses limites géographiques.

Elle est devenue une commune compacte où il n'existe plus même d'interstices pouvant permettre un éventuel quelconque. Le site d'étude fait partie des friches communales ou des zones autrefois réservées, et aujourd'hui occupées totalement. L'occupation des servitudes s'est déroulée en violation des textes réglementaires existant notamment: l'ordonnance 52-443 du 21 décembre 1952 portant sur les mesures visant à protéger les sources, les nappes aquifères souterraines, les lacs et cours d'eau; l'ordonnance 071-079 du 26 mars 1971 définissant l'action de l'Etat en matière des eaux pluviales et usées; l'arrêté interministériel n° 0021 du 29 octobre 1993 portant application de la règlementation sur les servitudes en République Démocratique du Congo, etc. Au terme de cet arrêté, il faut entendre par servitudes: les espaces verts, les emprises des routes d'intérêt public conformément aux plans d'urbanisme et plans cadastraux, les rives des cours d'eau allant jusqu'à au moins 10 mètres à partir de la ligne formée par niveau le plus élevé qu'atteignent les eaux dans leurs périodes des crues normales; les emprises de lignes de hautes tensions sur une distance de 25 m de part et d'autre, etc.

6 DISCUSSION

Un survol du paysage de Kinshasa révélé bien les défis d'un secteur foncier dont on a pas su conserver la traçabilité de l'œuvre coloniale (SHINDANI NGOMBE, 2009). D'après SOSAK (2014), il apparaît au premier abord que les milieux d'auto construction occupent

une place prépondérante par rapport aux autres fonctions urbaines, soit près de 77 % sur le 100 % de surfaces occupées. Ceci se justifie en partie par le fait qu'à Kinshasa comme dans plusieurs villes d'Afrique au sud du sahara, l'accès au sol par l'usage privatif, est le mode dominant d'appropriation et le moteur de l'urbanisation. Elle est la preuve matérialisée de l'usage du sol et se traduit principalement par la mise en route des chantiers avant même de penser aux documents officiels. DHEUDJO NDAHORA (1990) avait montré les insuffisances dans les divers domaines des éléments d'organisation de la vie urbaine, qui constituaient les éléments urbains d'auto construction à Kinshasa.

Dans tous les quartiers planifiés et non planifiés de la commune de Lemba, l'auto construction et l'autoproduction sont à la base de l'anarchie et de l'inefficacité foncières. Ces modes d'occupation du sol, expliquent de modes d'habiter négatifs. De manière générale, tous les quartiers sont devenus fermés et compacts, car les espaces ouverts sont inexistants, et pourtant, par principe la compacité permet de créer des milieux de vie à la fois dense et conviviaux respectueux de l'échelle humaine (J. TORRES et al., 2011). La compacité se remarque dans toutes les parcelles d'étude à travers les aspects négatifs de l'affectation, de la nature, de l'indisposition, de l'indisponibilité, de l'inexistence selon les cas des espaces parcellaires extérieurs et intérieurs qui posent énormément des problèmes de tout genre.

La zone de servitude occupée anarchiquement et" illégalement" est inondée et humide. PHANZU (2016) a remarqué qu'aujourd'hui du fait de l'occupation incontrôlée des lits majeurs des rivières urbaines à Kinshasa, plusieurs quartiers sont victimes des inondations. En plus, les quartiers d'étude sont naturellement prédisposés autrement aux inondations par le fait qu'ils sont situés sur la zone basse de la ville de Kinshasa. Comme l'affirme LUBOYA (2002), la plaine est le siège d'une forte sédimentation avec d'importants dépôts des sédiments provenant des parties hautes, cela a pour conséquences l'envahissement, les inondations et l'humidité au niveau des parties basses où se trouvent les quartiers d'étude. D'après FITZJOHN et al. (1998), l'humidité initiale des sols des bassins versants, déterminent la part d'eau précipitée pouvant s'infiltrer à travers les éléments constitutifs du sol et donc celle pouvant ruisseler à sa surface.

Cette association associée à beaucoup d'autres facteurs, explique la situation dans les quartiers d'étude. L'humidité mène à l'apparition de moisissures et à la détermination de la qualité de vie (SUSANNE et DEOUX, P., 2002).

Soudainement, beaucoup de parcelles deviennent des bassins de rétention des eaux usées pluviales pendant et après les pluies diluviennes ou non. Tous les habitants de ces quartiers sont plus marqués par la pauvreté qui ne leur permet pas de gérer les problèmes auxquels ils sont confrontés. Selon SUMATA (2020), la pauvreté se manifeste sous 3 formes à savoir la pauvreté monétaire, la pauvreté des conditions de vie et la pauvreté de potentialités. Tous les habitants vivent dans les conditions générales malsaines d'assainissement. D'après le Groupe Huit-ARTER (2013), les indicateurs socio-économiques du pays sont devenus très préoccupants se situant très souvent en déça des normes internationales. Parmi ces indicateurs, ceux de l'accès à l'eau potable, et aux services d'assainissement sont parmi les plus faibles.

Selon le Fonds Européen de Développement (FED, 2015), les schémas d'assainissement n'existent pas, et ceux qui existent ne sont plus définis pour répondre aux plans d'aménagement qui sont absents. Selon la commission Nationale de l'eau et d'Assainissement (2010) dans la ville de Kinshasa, une grande partie de la population n'a pas accès aux services d'assainissement. La situation de compacité du site étudié relève de la situation générale de la commune de Lemba marquée par l'évolution du bâti de toute la commune justifiée par l'atteinte des limites géographiques, et l'absence totale des espaces qui sont devenues des ressources très rares ou absentes.

7 CONCLUSION

Au terme de l'analyse de cet article, il a été question d'analyser la dégradation écologique des conditions d'habitabilité des parcelles situées sur les servitudes de la rivière yolo dans la commune de Lemba (cas des quartiers Foire, Molo, Kimpwanza, et Salongo). La forte pression démographique dans tous les quartiers d'étude, explique la mauvaise occupation du sol dans toute la commune, et des espaces parcellaires.

Les populations nombreuses ont occupé anarchiquement le site inapproprié qui est une zone marécageuse, une servitude de la rivière yolo. L'anarchie foncière dans ces milieux d'étude, est caractérisée par la compacité, le manque d'espaces ouverts (absence d'assainissement, d'espaces parcellaires extérieurs et intérieurs…), par des résurgences souterraines (dans les cours et les maisons, dans les cuves…), et par l'humidité ascensionnelle, etc.

Les difficultés d'assainissement se manifestent à travers l'absence des ouvrages d'assainissement non collectif; et collectif (fosse septique, puits perdu…). D'où les mauvaises conditions écologiques d'habitabilité pour tous les habitants.

REFERENCES

[1] ALLAIN, R., 2010, *Formes urbaines et développement urbain durable,* Université de Lausanne, ESO UMR 6590 CNRS, Lausanne.

[2] BOCHET, B., *2005, « Morphologie urbaine et développement durable: transformations urbaines régulation de l'étalement»,* in enjeux du développement durable urbain: transformations urbaines et régulations de gouvernance, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.

[3] BUCHHEIT, P. et al., 2006, Cadres théoriques mobilisant les concepts de résilience et de vulnérabilité, volume 6, numéro 1.

[4] DE SAINT MOULIN, L., 2010, Ville et Organisation de l'espace en République Démocratique du Congo, L'harmattan, Paris.

[5] DELBART, V. et WOLFF, E., 2002, « Extension urbaine et densité de la population à Kinshasa: contribution de la télédétection satellitaire», Belgeo, 3,1, pp. 45-59.

[6] FELTS, L., 2005, Vulnérabilités des réseaux urbains et gestion des crises, CERTU, Lyon, France.

[7] FLOUROT, 1974, Atlas de Kinshasa, IGC, Kinshasa.

[8] GALINIE, H. et al., 2004, Entités fonctionnelles, entités spatiales et dynamique urbaines dans la longue durée, histoires et mesures XIX (¾).

[9] HALLEUX, J.M. et MESSINA, J.P., 2018, Un monde en voie d'urbanisation et des villes en voie de Périurbanisation: Perspectives Globale et Focus sur Kinshasa, Université de Liège et ECOGEO.

[10] KABAMBA K., 2007, « Densité parcellaire et mobilité résidentielle à Kinshasa» in communication à l'atelier Kinshasa, organisé par l'hôtel de ville de Kinshasa en décembre 2010.

[11] LEUBA, P., 2011, Actions pour la durabilité dans les communes, Unité de Développement Durable, Département des infrastructures, Etat de VAUD, Suisse.

[12] LUSAMBA KIBAYU, M., 2008, La typologie des quartiers dans l'histoire du développement de Léopoldville-Kinshasa en République Démocratique du Congo, UCL, Louvain-la Neuve, Belgique.

[13] MINDELE UKONDALEMBA, L., 2016, Caractérisation et tests de traitement des déchets menagers et Boues de vidange par voie anaerobie et compostage pour la ville de Kinshasa, Thèse de doctorat, Université de Liège, Liège.

[14] MPURU, M.B. et MBUKULU, N., 2008, Crise de la planification de la métropole congolaise: Kinshasa in les Annales de l'IBTP, n°7, pp. 33-46.

[15] MUDABA YOKA LYE, *2010, Kinshasa, signes ouverture de vie,* Institut Africain CEDAF (Belgique, Tervuren).

[16] MULENDA ZANGELA, A. J., 2010, Congo-Kinshasa est un eldorado, A qui profite-t-il ? éd. L'Harmattan, Paris.

[17] NAHASSIA, L., 2016, Analyser la dynamique intra-urbaine dans le temps long: une approche par la localisation des activités SAGEO (Spatial Analysis and Geomatics), Nice-France.

[18] NZUZI LELO, F., 2011, Kinshasa, Planification et Aménagements, L'Harmattan, Paris.

[19] SAMBIENI et al., 2018a, Les statuts morphologiques d'urbanisation de la ville de Kinshasa. Tropicultura, 36, 3, 520-586.

[20] SHOMBA, K.S. et al., *2015, Monographie de la ville de Kinshasa,* ICREDES, Kinshasa-Montréal-Washington.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1139-1148
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Vulnérabilités environnementales du Lac Mai-Ndombe: Une contribution à la résolution de la crise environnementale des écosystèmes lacustres en République Démocratique du Congo

[Environmental vulnerabilities of Lake Mai-Ndombe: A contribution to solving the environmental crisis of lake ecosystems in the Democratic Republic of Congo]

Jean Rufin Munkuamo Gonzaleze

Université Pédagogique Nationale (UPN), Faculté des Sciences, Département de Géographie-Environnement, BP 8815 Kinshasa 1, RD Congo

Copyright © 2023 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 the Democratic Republic of Congo, lake ecosystems, absolutely necessary sources, in particular for the production of fishery resources, are today threatened by both artisanal and industrial overexploitation. This overexploitation is a serious threat to the ecological balance, environmental protection and maintenance of the biodiversity of these aquatic ecosystems. This study, which falls within the framework of nature conservation and environmental education, seeks to understand in a multidimensional vision how the young students of the Higher Pedagogical Institute of Inongo identify, analyze and measure the importance of these ecological problems that cause the degradation of the environmental health of Lake Mai-Ndombe. The results of this study will be able to guide the national authorities in their decision to integrate the course of ecology into the undergraduate program at the University. Because the quality of the environmental governance of Lake Mai-Ndombe in the future depends on it.

KEYWORDS: Lake, ecosystem, fishing resources, biodiversity, environmental education, environmental culture.

RESUME: En République Démocratique du Congo les écosystèmes lacustres, sources absolument nécessaires, notamment à la production des ressources halieutiques sont aujourd'hui menacés par une surexploitation tant artisanale qu'industrielle. Cette surexploitation constitue une grave menace qui pèse sur l'équilibre écologique, la protection environnementale et le maintien de la biodiversité de ces écosystèmes aquatiques.

Cette étude qui rentre dans le cadre de la conservation de la nature et de l'éducation environnementale, cherche à comprendre dans une vision multidimensionnelle comment les jeunes étudiants de l'Institut Supérieur Pédagogique d'Inongo identifient, analysent et mesurent l'importance de ces problèmes écologiques qui causent la dégradation de la santé environnementale du lac Mai-Ndombe. Les résultats de cette étude pourront orienter les autorités nationales dans leur décision pour intégrer dans le programme du premier cycle à l'Université le cours de l'écologie. Car, la qualité de la gouvernance environnementale du lac Mai-Ndombe dans le futur en dépend.

MOTS-CLEFS: Lac, écosystème, ressources halieutiques, biodiversité, éducation environnementale, culture environnementale.

1 PROBLEMATIQUE

La République Démocratique du Congo dispose d'une vaste ressource hydraulique très dense, composé des rivières naturelles, de l'océan atlantique, du fleuve congo ainsi que plusieurs lacs, notamment: lac Albert (lac Mobutu), lac Eduard (lac Idi Amin), lac Kivu, lac Mai-Ndombe, lac Mwero, lac Tanganyika, lac Tumba, lac Upemba… D'une superficie totale évaluée à 86.080 Km2, ces bassins d'eaux regorgent des ressources halieutiques et une riche biodiversité aquatique. Ces potentialités halieutiques sont estimées à plus de 707.000 tonnes/an (ANAPI, 2023).

Malheureusement, malgré toutes ces richesses et bénéfices, ces écosystèmes aquatiques sont mal gérés et mal entretenus. Cette mauvaise gestion met en péril le développement écologique, économique et social de la République Démocratique du Congo.

S'agissant précisément du lac Mai-Ndombe qui fait l'objet de cette étude, sur le plan environnem ental, cet écosystème aquatique limnique est confronté au problème de surexploitation qui dégrade la santé environnementale de ce hydro-système et menace son

Corresponding Author: Jean Rufin Munkuamo Gonzaleze

équilibre écologique. Relevons que ces cinq dernières années, les naufrages et les activités de pêches (artisanale et industrielle) non règlementées ont occasionné plusieurs morts et provoqué une crise alimentaire sans précédent (Puema, 2018). Micha (2013) fait remarquer que parmi la trentaine d'espèces commerciales de poissons qu'il a répertoriées, 89% des pécheurs annoncent la raréfaction extrême de certaines grandes espèces depuis un temps, notamment: *Hydrocynus goliath, Citharinus gibbosus, Heterobranchus longifilis*…

Au niveau socio-économique, ce lac doit être préservé de la dégradation environnementale. En effet, sa présence dans la région du grand Bandundu et son fonctionnement environnemental optimal dans les milieux peut constituer une source de développement intégral au profit des populations de la province de Mai-Ndombe, Kuango et Kuilu. Signalons que le lac Mai-Ndombe renferme des réserves halieutiques considérables. La collecte et la transformation faites à bon escient de ces ressources biologiques lacustres sont des palliatifs à l'insécurité alimentaire de toute la région. Aussi, ce lac peut contribuer au développement économique du grand Bandundu notamment, à travers: l'écotourisme et le transport.

Malheureusement, on constate que les multiples importances et intérêts du lac Mai-Ndombe ci-dessus mentionnés restent méconnus par les habitants riverains. D'où, ce lac continue à être non seulement un dépotoir des déchets ménagers mais il est exploité sans normes ni lois. Sur le plan environnemental humain, le transport *lac ustre* se met mal au point. Il connaît beaucoup de naufrages. L'écotourisme est devenu un projet illusoire, parce que le lac a perdu son esthétique, etc. Le lac Mai-Ndombe se trouve présentement dans une dégradation environnementale trop prononcée. Cette situation de crise environnementale perplexe du lac Mai-Ndombe place cet écosystème lacustre au bord des périls écologiques. Ces derniers sont perçus et dimensionnés différemment par les différentes catégories sociales de la cité d'Inongo.

Considérant l'importance que joue et doit jouer cet écosystème lacustre dans la région de grand Bandundu, l'objectif de cette étude consiste de comprendre dans une vision multidimensionnelle comment est-ce que les jeunes étudiants de la cité d'Inongo identifient, analysent et mesurent l'importance de ces problèmes écologiques qui causent en aval la dégradation de la santé environnementale de ce hydro-système et son déséquilibre écologique. Cela peut permettre de définir les priorités dans les savoirs au niveau de la base afin d'assurer le maintien de la durabilité dans la gestion de l'écosystème du lac Mai-Ndombe.

2 MILIEU D'ETUDE ET METHODOLOGIE

2.1 PRESENTATION DU LAC MAI-NDOMBE

2.1.1 LOCALISATION

Cette étude a été réalisée dans la cité d'Inongo, le chef lieu de la province de Mai-Ndombe. Ce milieu d'étude est localisé géographiquement entre 16° et 20°30' de longitude Est, de 2° et 4° de latitude Sud. Ainsi elle est bornée au Nord par la province de l'Équateur, au Nord-Est par la province de la Tshuapa, à l'Ouest par le fleuve Congo qui le sépare de la République du Congo-Brazza, au Sud par l'affluent Kasaï et à l'Est par la province du Kasaï. Sa superficie est de 127 341 km^2 (Munkuamo e Mbanga, 2023).

Le lac Mai-Ndombe (ancien lac Léopold II) est administrativement situé dans le territoire d'Inongo. Sa superficie moyenne est de 2.300 Km2. Son longueur est de 130Km et sa largeur de 14 Km. Il a une profondeur maxim de 10m. Le climat est de type équatorial, pluviométrie supérieur à 1900 mm. La taille du lac varie avec les pluies et peut doubler ou tripler en superficie selon la saison de pluie. Les eaux de lac sont pauvres ensels dissous, notamment en nutriments, ont une faible transparence due aux acides humiques, ce qui donne des eaux noirâtres (traduction: Mai-Ndombe) qui sont de plus très acides, ce qui n'est pas favorable à leur productivité.

Le lac demeure navigable toute l'année. Ses rives sont bordées de forêts denses au Nord et d'un mélange de forêt et savane au Sud. Ses ports sont Inongo et Ndongese.

Le lac Mai-Ndombe est approvisionné par ses nombreux affluents, dont les plus importants sont: Lobeke, Lokoro, Mbalenzala, Mpata-mbalu, Bolongoonsongo, Bolongoolule, Bolongomboo, Bowola, Botswana, Podote, Monopoli, Nkolé et Nzalenkanda (jean claude MICHA et al. 2016).

2.1.1.1 CARACTÉRISTIQUES DE L'ENVIRONNEMENT HUMAIN

Le lac Mai-Ndombe constitue, après la grande forêt équatoriale, le principal moteur de développement socio-économique de la province Mai-Ndombe. En effet, les eaux de ce lac faisant l'objet de cette étude sont riches en ichtyologie. On identifie dans cet écosystème aquatique limnique les espèces ichtyologiques ci-après: *Limnothrissa miodon, Haplochromis tilapia, Claris, etc.* Les reptiles du lac Mai-Ndombe (serpent, crocodile, tortue) connaissent une prédation humaine sans précédent. Précisons que la pêche produit plus de 10000 tonnes de poissons par an (Nsimanda, 2018). Et, les produits de la pêche lacustre sont consommés localement. Ils contribuent à l'amélioration de la vie socio-économique des habitants d'Inongo et de ses environs.

Les habitants d'Inongo ont comme activité principale la pêche pratiquée essentiellement par les hommes et les garçons tandis que les femmes et les filles s'adonnent au mareyage et à l'agriculture de subsistance (manioc, plantin, mais, niébé, arachide…). La pêche dans le territoire d'inongo est considéré comme l'héritage de tous (hommes et femmes, enfants, filles et garçons) (Le rapport administratif du territoire d'Inongo (2013). Parmi les techniques de pêche recensées au lac Mai-Ndombe (Bongeba et Micha, 2013), deux sont particulièrement pratiquées quasi toute l'année: pêche aux filets maillants et pêche à la senne de plage, cette dernière faisant l'objet d'une adaptation particulière depuis l'arrivée en 2009 des filets moustiquaires dans la région.

Outre cela, le lac Mai-Ndombe offre d'autres opportunités socio-économiques pour la région de grand Bandundu. Il sert de facilitation dans la communication et dans la consommation d'eau dans les ménages. D'où, la dégradation de cet écosystème aquatique constitue une perte énorme de l'économie de la province.

2.2 METHODOLOGIE ET TECHNIQUES

2.2.1 METHODOLOGIE

Deux méthodes ont été mises en œuvre dans la collecte de données de cette étude, à savoir: l'observation directe et l'enquête par questionnaire administrée auprès des étudiants de l'Institut Supérieur Pédagogique de la cité d'Inongo. Quant à l'analyse des données collectées sur le terrain, elle a été assurée grâce à l'analyse qualitative.

2.2.1.1 OBSERVATION DIRECTE

L'observation directe a été utilisée dans cette étude. Elle a été appliquée à la fois par les auteurs de cette étude et les étudiants.

De notre part, nous avons utilisé l'observation directe active. Ainsi, plusieurs paramètres environnementaux biophysiques et humains en dégradation ont été mis en exergue. Ils concernent la présence des polluants dans le lac Mai-Ndombe, les phénomènes de pollution et nuisances constatés dans cet écosystème aquatique (particules solides, mauvaise odeur, etc.), l'altération de la qualité des eaux de la surface (changement de la couleur des eaux, destruction de la flore et faune du milieu aquatique, etc.), la diminution des ressources halieutiques, la faible productivité ressources ichtyologiques, l'insécurité alimentaire, les constructions anarchiques au bord du lac… C'est cette observation qui a permis le bien-fondé de mener cette étude. En effet, la formulation de la problématique de ce travail scientifique provient de l'observation directe et du choc environnemental constaté dans la gestion de cet écosystème aquatique.

En revanche, les étudiants subissent la dégradation environnementale du lac Mai-Ndombe sans y trouver des raisons scientifiques fondamentales pour la justifier. D'où, ils constatent les faits y relatifs au processus à travers une observation directe mais ils ne savent pas les expliquer scientifiquement. D'où, leur observation est qualifiée par l'étude de directe et inactive. Probablement, ce mode d'observation pourra transparaitre dans les réponses qui ont été proposées par les étudiants lors de l'enquête par questionnaire leur administrée.

2.2.1.2 ENQUÊTE PAR QUESTIONNAIRE

De la cible de l'enquête: il faut signaler que la population visée par l'enquête est constituée de l'ensemble des étudiants de l'Institut Supérieur Pédagogique de la cité d'Inongo. Car, à ce niveau d'études universitaire, le cours de biologie et d'écologie sont dispensés.

De l'échantillonnage des étudiants à enquêter: pour réaliser cette étude, un questionnaire a été élaboré. Il a été administré auprès de 180 étudiants. Pour la sélection des étudiants à enquêter, l'étude a recouru à l'échantillonnage aléatoire occasionnel. Précisons que Tshimpanga (2000) détermine la constitution de cet échantillonnage par la commodité qu'éprouvent les enquêteurs à pouvoir enquêter un groupe d'étudiants par rapport à d'autres. D'où, pour cette étude, l'enquête a ciblé un groupe d'étudiants disponibles. Il s'agit des étudiants volontaires qui se sont montrés amoureux de la nature et de l'environnement.

Tableau 1. Nombre de participants à l'enquête

Promotion des étudiants enquêtés	Nombre	%
Première licence	92	51,1
Deuxième licence	57	31,6
Troisième licence	31	17,2
Total	180	100

Source: Résultats de terrain, 2022

Le tableau 1 présente le nombre de sujets enquêtés. La taille de l'échantillon est de 180 étudiants. Ceux-ci ont été sélectionnés de façon aléatoire.

Nature du questionnaire à administrer auprès des enquêtés: il a été conçu suivant le modèle KPV (connaissance, valeurs et pratique). C'est un type de questionnaire qui est très prisé dans l'éducation mésologique. En effet, dans sa logique, ce modèle de questionnaire vise essentiellement à appréhender chez les enquêtés leurs sens cognitifs la dégradation des écosystèmes du lac Mai-Ndombe. Ce modèle recherche à savoir quelles valeurs attribuent les étudiants de l'Institut Supérieur Pédagogique d'Inongo sur le lac Mai-Ndombe, une grande richesse environnementale du milieu.

Contenu du questionnaire: concernant le contenu du questionnaire, il y a lieu de dire que les questions abordées ont porté essentiellement sur ceci: la définition du concept « écosystème", l'importance du lac Mai-Ndombe, énumération des êtres vivants du lac Mai-Ndombe, énumération des êtres non vivants du lac Mai-Ndombe, le niveau de conscience de la population locale sur l'amenuisement probable des ressources naturelles du lac dans les jours à venir, la perception des étudiants enquêtés sur le péril biocénotique de l'écosystème lacustre, la mesure du danger qui pèse sur l'avenir du lac, la conservation de l'environnement (lac Mai-Ndombe) et les perspectives objectées par les étudiants enquêtés sur l'avenir de ce lac. Les questions en rapport avec ces thématiques ont été formulées dans le questionnaire soit sous forme ouverte soit sous forme fermée.

Traitement des résultats: après la récolte de données de terrain et leur présentation en tableaux ou graphiques, l'étude a fait usage des logiciels SPSS et SPAD (système portable d'analyse des données) pour le traitement informatisé des résultats obtenus.

L'enquête et le questionnaire sont organisés sous une forme qualitative. De même, les résultats attendus de l'enquête sont d'ordre qualitatif. C'est pourquoi, l'analyse de données de cette étude sera qualitative.

3 PRESENTATION DES RESULTATS

Les différents résultats de l'enquête sur l'objet de cette étude se présentent comme suit:

3.1 CARACTÉRISTIQUES SOCIODÉMOGRAPHIQUES DE L'ENQUÊTE

3.1.1 DU SEXE DES SUJETS ENQUÊTÉS

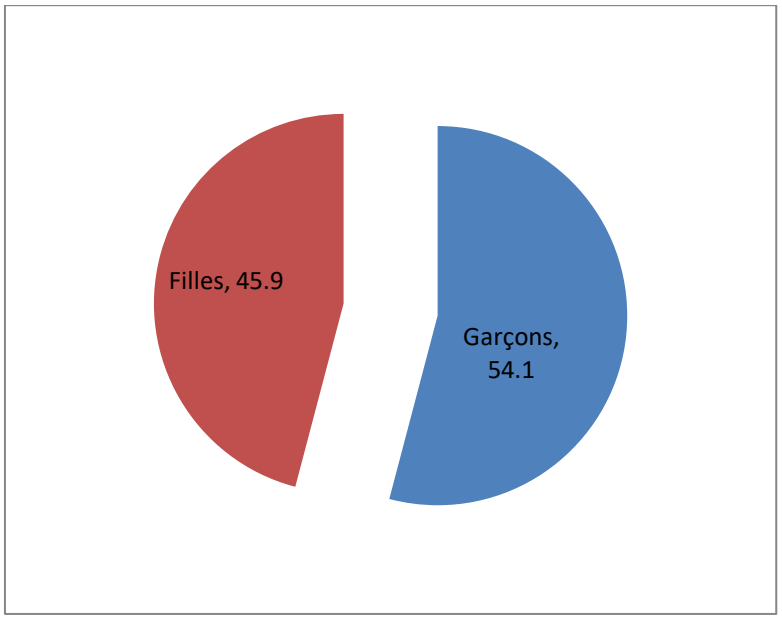


Fig. 1. Répartition des sujets enquêtés selon leur sexe

Source: Munkuamo, J. R: Résultats d'enquête, 2022

La figure 1 indique que 54,1% des sujets enquêtés sont de sexe masculin et 45,9% de sexe féminin. Tous ces sujets ont un niveau d'étude considérable (licence1, licence2 et licence 3) pour répondre au questionnaire. Ils sont dans une tranche d'âge de 18 à 23 ans.

3.2 ETAT DE CONNAISSANCE DES ENQUÊTÉS SUR L'ÉCOLOGIE FONDAMENTALE LACUSTRE

3.2.1 DE LA PRISE DE CONNAISSANCE DU CONCEPT D'ÉCOSYSTÈME

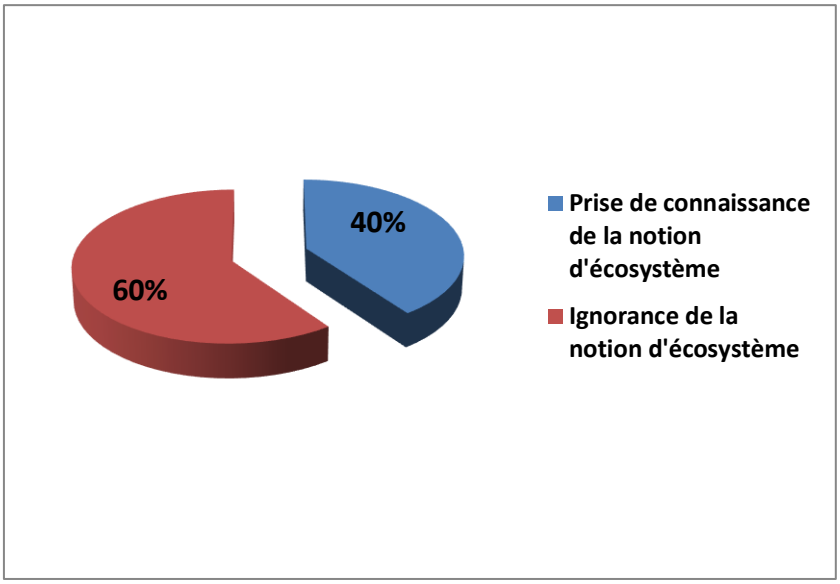


Fig. 2. Résultats sur la connaissance ou non des étudiants enquêtés en rapport avec la notion d'écosystème

Source: Munkuamo, J. R: Résultats d'enquête, 2022

Les résultats de la figure 2 attestent que 60% des étudiants enquêtés n'ont jamais entendu parler du concept « écosystème ». Par contre, 40% d'autres étudiants enquêtés se disent avoir déjà entendu parler de cette notion qui est fondamentale à toute écologie.

3.2.2 DU CONTENU AFFECTÉ AU CONCEPT PAR LES ÉTUDIANTS ENQUÊTÉS AYANT CONNAISSANCE DE LA NOTION

Tableau 2. Résultats d'appréhension du concept d'écosystème chez les étudiants enquêtés déjà informés sur la notion (effectif 108)

Qu'est- ce qu'un écosystème ?	Effectif	%
Ensemble des êtres vivants et non vivants	32	29,06
Une science qui étudie les êtres aquatiques	08	07,04
C'est l'étude des poissons	58	53,07
Ensemble de la faune et de la flore	10	09,02
Total	108	100

Source: Munkuamo, J. R: Résultats d'enquête, 2022

Pour les étudiants enquêtés ayant une information sur la notion d'écosystème, les résultats du tableau 2 montrent que 53,07% d'entre eux conçoivent l'écosystème comme "une étude des poissons" et 29,06% l'appréhendent en termes d'un "ensemble des êtres vivants et non vivants". Les autres justifications fournies par les étudiants enquêtés pour expliquer ce concept ont obtenu un score minoritaire dans l'enquête. Il s'agit de définitions ci-après du vocable "écosystème", à savoir: « Ensemble de la faune et flore » (09,02%) et « Science qui étudie les êtres aquatiques » (07,04%).

3.2.3 DE LA CONNAISSANCE BIOCÉNOTIQUE DU L'ÉCOSYSTÈME AQUATIQUE DU LAC MAI-NDOMBE

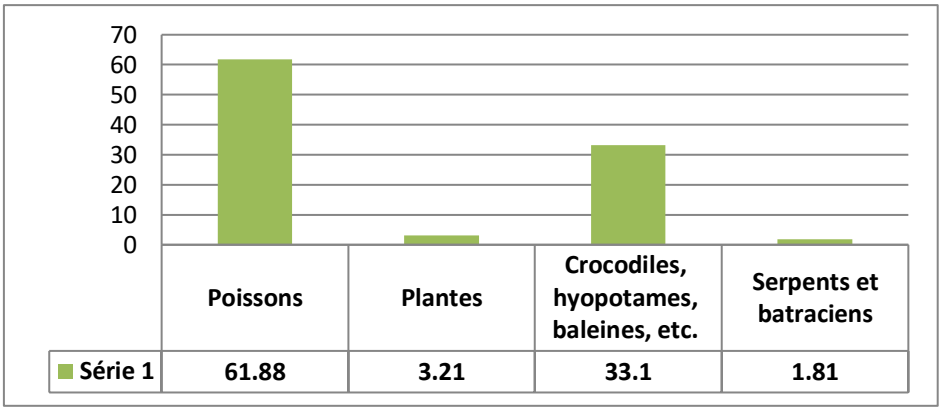


Fig. 3. Résultats de l'enquête sur la nature des organismes vivants qui peuplent le lac Mai-Ndombe

Source: Munkuamo, J. R: Résultats d'enquête, 2022

D'après les résultats de la figure 3, 61,88% des étudiants enquêtés pensent que la biocénose qui inonde l'écosystème aquatique du lac Mai-Ndombe est constituée des poissons; pour 33,1 % des étudiants enquêtés, il s'agit des crocodiles, hippopotames et baleines; 3,21% pensent aux plantes et seulement 1,81% des étudiants enquêtés font des serpents et batraciens la grande communauté vivante que compose le lac Mai-Ndombe.

3.2.4 DE LA CONNAISSANCE BIOTOPIQUE DU L'ÉCOSYSTÈME AQUATIQUE DU LAC MAI-NDOMBE

Tableau 3. Résultats de l'enquête sur la nature des êtres non vivants présents au lac Mai-Ndombe

Les êtres non vivants	Fréquence	%
Minerais (pétrole)	08	04,4
Sables et pierres	97	53,8
Eau	28	15,5
Déchets ménagers (bouteilles en plastiques)	47	26,1
Total	180	100

Source: Munkuamo, J. R: Résultats d'enquête, 2022

En se basant aux résultats du tableau 3, il s'en dégage que pour 53,8% des étudiants enquêtés, les sables et pierres constituent les biotopes majeurs qui existent au lac Mai-Ndombe; 26,1% des étudiants enquêtés reconnaissent les déchets ménagers, les sachets, les bouteilles et bidons faisant office de facteur biotopique actuel de ce lac, 15,5% attribuent à l'eau comme les supports non vivants dans cet écosystème aquatique; et 04,4% pensent que c'est les minerais (pétrole et d'autre gaz) qui transforment la couleur de ce milieu aquatique lacustre.

3.2.5 DE LA CONNAISSANCE SUR L'IMPORTANCE DE L'ÉCOSYSTÈME AQUATIQUE DU LAC MAI-NDOMBE

Tableau 4. Résultats de l'appréhension des étudiants enquêtés sur les importances socioéconomiques du lac Mai-Ndombe

Le lac a pour vous quelles importances socio-économiques pour la ville?	Effectif	%
Source des poissons	180	100
Réserve des sables	52	28,88
Fourniture d'eau pour usages domestiques	152	84,44
Voie de communication lacustre	31	17,22
Activités de loisir: nage	15	08,33
Fourniture des autres ressources halieutiques: crabes, tortue.	04	02,22
Production de courant électrique	03	01,66

Source: Munkuamo, J. R: Résultats d'enquête, 2022

Signalons que cette question du questionnaire est ouverte. Les résultats du tableau 4 font état de 100% des étudiants enquêtés qui reconnaissent que le lac Maindobe constitue une source de capture et d'alimentation de la cité d'Inongo en poissons. Pour d'autres importances socio-économiques de cet écosystème aquatique pour le milieu, les avis ou opinions des étudiants enquêtés divergent. Ainsi, les étudiants enquêtés ont notamment évoqué ceci: fourniture d'eau pour usages domestiques (84,44%); fourniture de sables (28,88) voie de communication lacustre (17,22%); activités de loisirs (08,33%); fourniture des autres ressources halieutiques (02,22%) et production de courant électrique (01,66%).

3.3 ETAT DE CONNAISSANCE DES ENQUÊTÉS SUR LA DÉGRADATION ENVIRONNEMENTALE DU LAC MAI-NDOMBE

3.3.1 DE LA CONSCIENCE SUR LA DÉGRADATION DU SYSTÈME LACUSTRE

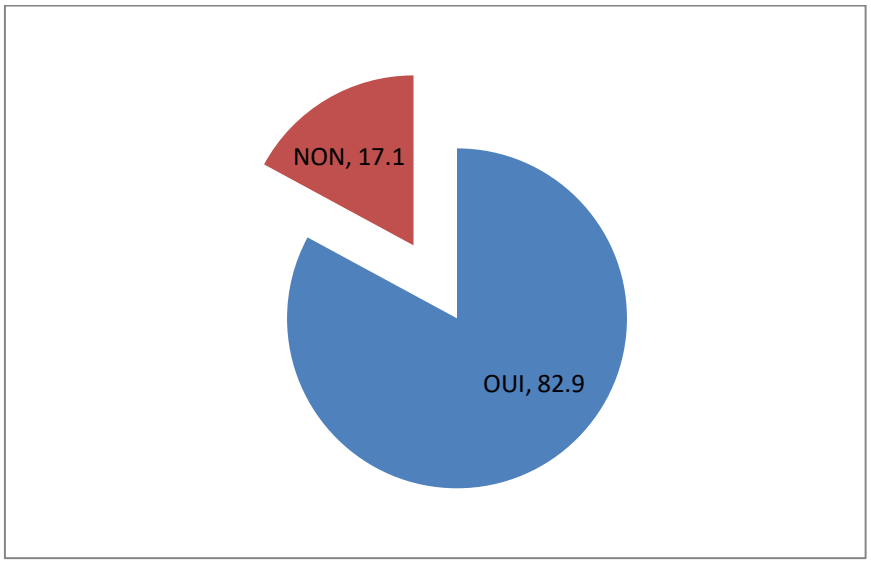


Fig. 4. Résultats de l'enquête sur la conscience qu'ont les étudiants enquêtés sur la dégradation de l'environnement du lac Mai-Ndombe

Source: Munkuamo, J.R: Résultats d'enquête, 2022

Suivant les résultats de la figure 4, 82,9 % des étudiants enquêtés sont conscients de la dégradation environnementale du lac Mai-Ndombe contre 17,1 % d'entre eux qui n'ont pas encore pris conscience de la dégradation environnementale de cet écosystème aquatique lacustre.

3.3.2 DE LA CONSCIENCE DE L'ÉPUISEMENT DES RESSOURCES NATURELLES DU LAC MAI-NDOMBE

Tableau 5. Résultats de l'enquête sur la prise de conscience par les étudiants enquêtés de la disparition des ressources naturelles du lac Mai-Ndombe

Quel est votre avis sur la possibilité de la disparition des ressources naturelles du lac Mai-Ndombe ?	Effectif	%
Les ressources naturelles ne peuvent jamais disparaître	112	62,22
Les ressources naturelles peuvent disparaitre	52	28,88
Seuls les vivants peuvent disparaître	16	08,88
Total	180	100

Source: Munkuamo, J. R: Résultats d'enquête, 2022

La lecture des résultats du tableau 5 révèle que 62,22 % des étudiants enquêtés pensent que les ressources naturelles du lac Mai-Ndombe sont inépuisables; pour 28,88 % des étudiants enquêtés, ces ressources sont épuisables. Cependant, de l'avis de 08,88 % des étudiants enquêtés, seules les ressources naturelles biologiques (organismes vivants) peuvent un jour disparaître de cet écosystème lacustre.

3.3.3 DE LA CONSCIENCE SUR LES FACTEURS DE RISQUES QUI MENACENT LA SURVIE DU LAC

Tableau 6. Résultats de l'enquête sur les facteurs environnementaux qui compromettent l'avenir du lac Mai-Ndombe

D'après vous, quel type de menace pèse gravement sur l'avenir du lac Mai-Ndombe	Effectif	%
La pêche non règlementée	102	56,66
Les déchets ménagers	39	21,66
Construction au bord du lac	27	15,00
Aucune menace	12	06,66
Total	180	100

Source: Munkuamo, J. R: Résultats d'enquête, 2022

Selon les résultats du tableau 6, divers avis ont été avancés par les étudiants enquêtés sur le type de menace qui pèse gravement sur l'avenir du lac. Il s'agit de: pêche non règlementée (56,66%); présence et/ou prolifération des déchets ménagers dans cet écosystème aquatique (21,6%); constructions à dix mètres à proximité du lac (15 %); aucune menace (06,66 %).

3.4 SOLUTION (S) PRÉCONISÉE (S) PAR LES ENQUÊTÉS POUR LA RÉDUCTION OU MITIGATION DES IMPACTS

3.4.1 DES MESURES ENVISAGÉES POUR LA PROTECTION DU LAC MAI-NDOMBE

Tableau 7. Résultats de l'enquête sur les mesures pensées par les étudiants enquêtés et qui sont capables de réduire les risques de menaces qui pèsent sur le lac Mai-Ndombe

Quelle mesure ou action comptez-vous proposer pour la protection du lac Mai-Ndombe ?	Effectif	%
Eviter de jeter les déchets ménagers dans le lac	98	54,44
Interdire de ne plus construire aux bords du lac	57	31,66
Règlementer les activités	18	10,00
Démolition des constructions anarchiques autour du lac	07	03,88
Total	180	100

Source: Munkuamo, J. R: Résultats d'enquête, 2022

Les résultats du tableau 7 font voir que 54,44 % des étudiants enquêtés ont proposé l'interdiction du rejet des déchets ménagers dans le lac; pour 31,66 % des étudiants enquêtés, on doit interdire de construire aux abords immédiats du lac; 10 % des étudiants enquêtés ont prôné pour la règlementation des activités présentes sur ce lac et 03,88 % des étudiants enquêté ont fait prévaloir l'idée de démolition des constructions anarchiques autour du lac.

4 DISCUSSION DES RESULTATS

4.1 CARACTÉRISTIQUES SOCIODÉMOGRAPHIQUES DES ENQUÊTÉS

54,1% des sujets enquêtés sur l'objet de cette étude environnementale à l'Institut Supérieur d'Inongo en République Démocratique du Congo sont de sexe masculin contre 45,9%. Ainsi, deux raisons expliquent cette distorsion. D'abord, les écoles congolaises enregistrent plus de garçons que de filles sur les bancs des écoles. Ensuite, les filles ont souvent peur. Elles osent rarement prendre le risque de répondre au questionnaire soumis à leur intention (Munkuamo, J.R et al., 2023). C'est ce sentiment d'abandon les animant qui a réduit leur participation à l'enquête.

Cependant, l'âge des étudiants enquêtés varie de 18 à 23 ans. En effet, en République Démocratique du Congo, cette fourchette d'âge correspond à l'âge des étudiants qui sont en 1ere, 2eme et 3eme de licence (système LMD). Ceux-ci ont étudié sans faute des notions des sciences naturelles (botanique, biologie, écologie etc.), des préludes pour connaître et comprendre l'environnement (Binzangi, L.; 2009).

4.2 ETAT DE CONNAISSANCE DE SUJETS ENQUÊTÉS SUR L'ÉCOLOGIE FONDAMENTALE LACUSTRE

S'agissant de la vérification de certaines connaissances écologiques fondamentales auprès des étudiants enquêtés, les résultats de l'enquête font voir que 60 % d'entre eux ne connaissent pas de la notion d'écosystème, un concept de base en écologie théorique et

appliquée créé par Tansley (1932). Par contre, pour 40 % des étudiants enquêtés qui se disent avoir une connaissance de ce concept, seuls 31,06 % des étudiants enquêtés ont bien défini ce vocable scientifique.

Ainsi, les étudiants qui ont prétendu avoir une connaissance du mot « écosystème » divaguent dans leur définition de la notion. Et, comble des choses, 53,07 % des sujets enquêtés ont défini l'écosystème comme "la science des poissons". Sans doute, l'ignorance de ce concept ne permet pas aux étudiants de 1er cycle de l'Institut Supérieur Pédagogique de construire des vrais savoirs écologiques. Dans ce contexte, il importe de bien considérer cette lacune épistémologique. D'ailleurs pour De Vicchi et Giordan (1990), pour parer à cette situation, il importe d'impliquer cette notion dans la didactique.

Pour la connaissance en rapport avec les constituants de l'écosystème aquatique lacustre, 61,88 % des étudiants enquêtés disent que le lac Mai-Ndombe est peuplé des poissons et 33,1 % des crocodiles, hippopotames, tortues, etc. Les étudiants enquêtés citent ces êtres vivants aquatiques parce qu'ils sont visibles. Plus que cela, du fait que les poissons ne tarissent pas sur les marchés locaux, les étudiants enquêtés ne peuvent que croire à l'abondance de cette ressource halieutique dans le lac Mai-Ndombe. D'où, dans la cité d'Inongo, suivant 100 % des étudiants enquêtés, ce lac a une importance économique parce qu'il fournit des poissons (*Limnotrissa miodon, Haplochromis,* etc.) pour les besoins alimentaire et socio-économique de la population.

Quant aux plantes, serpents et batraciens, ils ne sont pas très visibles. Car, soit ils sont en profondeur (plantes) soit ils mènent une vie ralentie à cause de l'abondance de trafics sur le lac. C'est pourquoi, les étudiants enquêtés ont eu peu d'engouements pour ces réponses. Néanmoins, du fait que le lac Mai-Ndombe est un important réservoir des poissons, pour 100 % des étudiants enquêtés, ce lac a une importance économique pour la région. Hormis les poissons, d'après 84,44 % des étudiants enquêtés, une autre importance économique du lac Mai-Ndombe résulte dans sa capacité à fournir de l'eau pour les ménages. D'où, la dégradation environnementale du lac Mai-Ndombe constitue une voie suicidaire pour l'équilibre économique du milieu.

Concernant l'environnement abiotique du lac Mai-Ndombe, les étudiants pensent que les sables (53,8 %) est l'élément abiotique majoritaire de cet écosystème aquatique lacustre. Cependant, avec les occupations anarchiques du bassin versant par les agglomérations humaines, les déchets ménagers commencent aussi à s'amonceler et inonder le fonds marin du lac Mai-Ndombe. D'où, pour 26,1 % des étudiants enquêtés, les déchets constituent actuellement le facteur abiotique le plus important. Ils pourront constituer une menace écologique de cet écosystème.

4.3 ETAT DE CONNAISSANCE DE SUJETS ENQUÊTÉS SUR LA DÉGRADATION ENVIRONNEMENTALE DU LAC MAI-NDOMBE

La connaissance est une dimension importante de la conscience. A propos de la dégradation environnementale du lac Mai-Ndombe, 82,9 % des étudiants enquêtés ont pris conscience de ce phénomène. Evidemment, il y a la crise écologique mondiale actuelle qui met tout le monde dans la mouvance de la connaissance de la dégradation de notre environnement planétaire. Et, les étudiants ne sont pas en reste de cette prise de conscience de la dégradation environnementale mondiale. En effet, ils sont des témoins des catastrophes naturelles qui s'abattent dans leurs milieux (inondations, érosions, éboulements, etc.) sans nécessairement y apporter une moindre solution.

A l'inverse, 17,1 % des étudiants enquêtés n'ont pas conscience de la dégradation environnementale de cet écosystème lacustre. Sans doute, la sous information des questions environnementales qui sont d'actualité, l'ignorance écologique et la pauvreté ou les mauvaises conditions de vie sont des sources de vulnérabilités humaines qui ont un impact négatif dans la gestion environnementale. En effet, il faut savoir que les enfants (y compris les étudiants) se représentent une réalité en fonction de leur imaginaire et des « connaissances » dont ils disposent (Vienot, 1989). D'où, les vulnérabilités de conditions de vie de certains étudiants les privent de la connaissance et de la conscience de la dégradation environnementale du lac Mai-Ndombe et de la crise écologique consécutive à cela dans leur milieu.

Les facteurs de risque de la dégradation environnementale du lac Mai-Ndombe sont multiples. Les risques majeurs de la dégradation environnementale de cet écosystème aquatique sont: la pêche non réglementée (56,66%) et l'amoncellement des déchets dans le fond du lac (21,66 %). En effet, La pêche non réglementée expose le lac aux vulnérabilités environnementales. Quant aux déchets, ils empêchent la photosynthèse et favorisent la destruction de la flore et faune lacustres. C'est pourquoi, 62,22 % des étudiants enquêtés pensent que les ressources naturelles du lac Mai-Ndombe peuvent un jour disparaître contre 37,78 % d'entre eux qui croient plutôt à l'inverse. Ignorance écologique.

C'est pourquoi, la connaissance de la structure, du fonctionnement et de l'évolution de cet écosystème doit être maîtrisée pour garantir la sécurité et la durabilité environnementales de ce lac. Et cette connaissance peut être transférée à la population grâce à des campagnes de sensibilisation, des formations et l'organisation d'une éducation environnementale sur la gestion holistique et durable de cet écosystème lacustre (Jingo, D; 2005).

4.4 SOLUTION (S) PRÉCONISÉE (S) PAR LES SUJETS ENQUÊTÉS POUR LA RÉDUCTION OU MITIGATION DES IMPACTS

A côté de la solution cognitive ci-dessus indiquée, pour réduire les risques de la dégradation environnementale, pour 54,44 % des étudiants enquêtés, on doit interdire de jeter des déchets dans le lac et pour 31,66 % d'entre eux, il faut interdire de construire aux bords du lac. Cependant, pour que ces mesures soient efficaces, elles doivent être accompagnées par des lois contraignantes.

5 CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Le lac Mai-Ndombe subit actuellement une forte pression anthropique. Cela induit l'accélération de la dégradation environnementale de cet écosystème lacustre.

Ainsi, au regard des risques et de son intérêt économique dans la région, cet écosystème aquatique mérite une protection pour préserver sa biodiversité et ses ressources halieutiques variées. D'où, il est indispensable d'initier sans retard des études d'impact environnemental et social de grande envergure et de commencer à la suite de sensibiliser et éduquer la population en commençant par les jeunes.

Sur le plan strictement éducatif, face aux inquiétudes de la dégradation environnementale menaçante de cet écosystème lacustre, considérant la limite culturelle de nos jeunes qui constitue une grave menace qui pèse sur l'équilibre écologique, la protection environnementale et le maintien de la biodiversité de cet écosystème aquatique, nous pensons qu'il est indispensable de repenser le programme d'enseignement dans les université en République Démocratique du Congo.

L'avenir du lac Mai-Ndombe repose sur la connaissance et la maîtrise de ce dernier comme écosystème aquatique. Et, le niveau fondamental de maîtrise de cette connaissance est l'école secondaire et l'Université. C'est pourquoi, la jeunesse congolaise doit sérieusement approfondir ses connaissances et son savoir-faire en matière environnementale. Cela va lui permettre de développer ses capacités à résoudre les problèmes environnementaux majeurs qui se posent au pays. C'est de cette manière que la République Démocratique du Congo pourra conserver sa place d'un grand pays environnemental et préserver son leadership en matière de développement durable dans le monde.

Eu égard à ce qui précède, nous suggérons ceci à l'Etat congolais de:

- L'instauration de l'autorité de l'Etat en matière de la gestion de l'environnement et des ressources naturelles congolaises;
- L'insertion dans le programme de l'enseignement secondaire et universitaire des cours à caractère environnementale;
- L'initiation des élèves à l'écologie fondamentale et appliquée afin d'améliorer leur savoir sur la conservation de la nature;
- La sanction de mauvaises pratiques de la population contribuant à la pollution du lac Mai-Ndombe.

REFERENCES

[1] ANAPI (2023), Agence Nationale pour la promotion des Investissements, Kinshasa, RDC.
[2] Belesi Katula (2009), Etude floristique phytogéographie et phytosociologique de la végétation du Bs-Kasai en République Démocratique du Congo, Thèses doctorat, Univesrsité de Kinshasa, 565P.
[3] Beauchamp, A. (1993), Introduction à l'éthique de l'environnement, éd. Nathan, Paris.
[4] Beya, D. (2012), Vulnérabilité des ressources en eau en République Démocratique du Congo, sous contrainte climatique, CEDESURK, Kinshasa.
[5] Laine, M. (2003), Le dossier de l'eau, pénurie, pollution, corruption, éd. Seuil, Paris.
[6] Micha Jean Claude (2013), Etat de la pêche au sud du lac Mai-Ndombe, revue scientifique et technique forêt et Environnement du Bassin du Congo (RIFFEAC), 1,46-55.
[7] Munkuamo G. (2016), vulnérabilité environnementales et résiliences urbaines, thèse de doctorat en sciences de l'environnement, UNIKI, Kinshasa.
[8] Munkuamo, G. (2023), Problèmes environnementaux en milieux scolaires de Kinshasa: Etat de lieux et orientations pour une gestion durable, in International journal of innovation and Applied Studies ISSN 2028-9324 Vol. 39 N° 1 Mars, 2023, pp. 121- 128, Maroc.
[9] Tusanga Mukanga (2015), Projet d'appui à l'amélioration de la gestion des pêcheries crevettières de la République Démocratique du Congo (cas de côte atlantique et de l'estuaire du fleuve Congo. Projet EAF Nansen (GCP/INT/003/NOR), FAO. Rapport de référence, 60 p.
[10] Traveira C. (2019), l'eau dans le Monde, éd. CNEWS.
[11] Vörösmarty S. (2000), Ressources mondiales en eau: vulnérabilité liée au changement climatique et la croissance démographique, éd. Vertigo – science.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1149-1154
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Profil biologique des allergies alimentaires chez les enfants

[Biological profile of food allergies in children]

Elfaiz Rachid[1], Fassih Mohammed[1], Hsai Fatima Zahraa[1], Saoutal Hajar[1], A. Drissi Bourhanbour[1-2], and J. El Bakkouri[1-2]

[1]Laboratoire d'Immunologie, Centre Hospitalier Universitaire Ibn Rochd de Casablanca, Morocco

[2]Laboratoire d'Immunologie Clinique et d'Immuno-Allergie (LICIA), Faculté de Médecine et de Pharmacie de Casablanca, Morocco

Copyright © 2023 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: *Introduction:* The World Health Organization (WHO) ranks allergies as the fourth most common chronic disease. Food allergie, defined as adverse immune reactions to food proteins, is an important public health problem that affects adults and children and may be increasing in prevalence.
The aim of our study is to present the biological profile of children consulting for food allergy problems.
Materials and methods: Retrospective descriptive study, spread over a period of 29 months. Concerning 177 children consulting for type I hypersensitivity problems at the CHU Ibn Rochd.
Results: 109 children (61.5%) had sensitization to at least one trophallergen. It was more frequent in boys than in girls (54% vs 46%) without statistically significant difference (p= 0.27). The most frequent food allergens in our series were: sesame 21.47%, cow's milk 20.90%, egg white 19.21%, crab 18.08%, beef 16.38%, casein 12.43%. Total IgE was ordered for 46 patients with a median of 202.3 KU, L. 30 (65%) children had elevated total IgE and 16 (35%) children had normal total IgE, with an increase in median total IgE concentration with the number of specific IgE to which a child is sensitized.
Conclusion: Our study showed a high prevalence of sensitization to food allergens in children. Larger and more in-depth studies are needed to better understand the risk factors and mechanisms underlying food allergy in children in order to develop more effective and personalized prevention and treatment strategies.

KEYWORDS: Trophallergen, food allergens, sensitization, immunoglobilin E, immune response.

RESUME: *Introduction:* L'Organisation mondiale de la santé (OMS) classe les allergies au quatrième rang des maladies chroniques les plus fréquentes, Les allergies alimentaires, définies comme des réactions immunitaires indésirables aux protéines alimentaires, sont des pathologies de plus en plus courantes touchant les adultes et les enfants. Notre étude a pour but de présenter le profil biologique des enfants consultant pour des problèmes d'allergie alimentaire.
Matériels et méthodes: Étude rétrospective descriptive, étalée sur une période de 29 mois. Concernant 177 enfants consultant pour des problèmes d'hypersensibilité de type I au niveau du CHU Ibn Rochd.
Résultats: 109 enfants (61,5%) présentaient une sensibilisation à au moins un trophallergènes. Elle était plus fréquente chez les garçons que les filles (54% vs 46%) sans différence statistiquement significative (p= 0,27). Les allergènes alimentaires les plus fréquentes dans notre série étaient; le sésame 21,47%, lait de vache 20,90%, blanc d'œuf 19,21%, crabe 18,08%, bœuf 16,38%, caséine 12,43%. Le dosage des IgE totales a été prescrit pour 46 patients avec une médiane de 202,3 KU, L. 30 (65%) enfants avaient un taux d'IgE totales élevé et 16 (35%) enfants avaient un taux d'IgE totales normal, avec une augmentation de la concentration médiane des IgE totales en fonction du nombre d'IgE spécifiques auquel un enfant est sensibilisé.
Conclusion: Notre étude a mis en évidence une prévalence élevée de la sensibilisation aux allergènes alimentaires chez les enfants. Des études plus larges et plus approfondies sont nécessaires pour mieux comprendre les facteurs de risque et les mécanismes sous-jacents aux allergies alimentaires chez les enfants, afin de mettre en place des stratégies de prévention et de traitement plus efficaces et personnalisées.

MOTS-CLEFS: trophallergène, allergènes alimentaires, sensibilisation, immunoglobiline E, réaction immunitaire.

Corresponding Author: Elfaiz Rachid

1 INTRODUCTION

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) classe les allergies au quatrième rang des maladies chroniques les plus fréquentes, l'allergie peut toucher l'ensemble de la population dès le plus jeune âge. Elle représente un problème majeur de santé publique puisque sa fréquence et sa sévérité sont en constante augmentation durant les dernières décennies. Les allergies alimentaires touchent 5 % des adultes et 8 % des enfants [1]. Une allergie alimentaire est une réponse d'hypersensibilité à un antigène alimentaire spécifique. L'allergie alimentaire est très différente de l'intolérance alimentaire, qui est définie comme une réaction non immunitaire incluant des mécanismes métaboliques, toxiques, pharmacologiques et non définis. Les allergies alimentaires peuvent être regroupées en deux catégories générales: les réactions à médiation IgE et les réactions non IgE [1]. Le diagnostic de l'allergie est avant tout clinique, Le bilan initial repose sur l'anamnèse rigoureuse grâce à laquelle plusieurs allergènes sont suspectés, puis sur les prick-tests cutanés. Les examens biologiques sont devenus, par leur diversité, mais aussi leurs performances et leurs spécificités croissantes, une aide fondamentale pour la confirmation et la précision du diagnostic médical [2], [3].

Notre étude a pour but principal de déterminer le profil des IgE spécifiques alimentaires chez une population pédiatrique marocaine.

2 MATERIALES ET METHODES

La méthodologie utilisée pour l'étude était une approche rétrospective descriptive, qui a couvert une période de 29 mois, allant du 01, 01, 2020 au 01, 05, 2022. Les participants de l'étude étaient des enfants de moins de 18 ans, qui se sont présentés au CHU Ibn Rochd pour des problèmes d'hypersensibilité de type I. Au total, 177 enfants ont été inclus dans l'étude.

Le dosage des IgE sériques spécifiques était réalisé par la technique Immunoblot par le kit Euroimmun food allergy Magrheb testant 30 allergènes alimentaires (tableau 1). Le dosage des IgE totales était réalisé par néphélémétrie sur l'analyseur SPA Plus®.

Les données démographiques des patients ont été collectées à partir du système informatique Kalisil.

L'analyse des données démographiques et biologiques des patients a été réalisée en utilisant des outils statistiques tels que la médiane et l'écart type. La fréquence des allergies alimentaires a été calculée et les différents types d'allergies alimentaires, en fonction de l'allergène impliqué, ont été identifiés pour chaque patient. Les données ont été analysées en utilisant le logiciel statistique SPSS. Les tests statistiques chi-carré et t-student ont été utilisés pour évaluer les différences entre les groupes en fonction de variables telles que le sexe, l'âge et le taux des IgE totales.

Tableau 1. Liste des allergènes kit Euroimmun food allergy Magrheb

Position	Code	Allergène
1	F1	Blanc d'oeuf
2	F75	Jaune d'oeuf
3	F2	Lait de vache
4	F78	Caséine
5	F4	Farine de blé
6	F9	Riz
7	F10	Sesame
8	F12	Petit pois
9	F13	Cacahuète
10	F14	Graine de soja
11	F17	Noisette
12	F20	Amandes
13	F33	Oranges
14	F44	Fraise
15	F49	Pomme
16	F92	Banane
17	F25	Tomate
18	F35	Pomme de terre
19	F47	Ail
20	F48	Oignon

21	F85	Celerie
22	F45	Levure boulangère
23	F73	Graine de cacao
24	F27	Boeuf
25	F83	Poulet
26	F3	Morue
27	F40	Thon
28	F41	Saumon
29	F23	Crabe
30	F24	Crevette
31	CCD	Marqueur CCD

3 RESULTATS

177 enfants ont été inclus dans cette étude, la médiane d'âge était de 2 ans (5 – 10 ans), 51 % des patients étaient de sexe masculin et 49% de sexe féminin.

109 enfants (61,5%) présentaient une sensibilisation à au moins un trophallergènes. Elle était plus fréquente chez les garçons que les filles (54% vs 46%) sans différence statistiquement significative (p= 0,27), avec un sexe ratio H, F de 1,16.

Les allergènes alimentaires les plus fréquentes dans notre série étaient (figure 1); le sésame 21,47%, lait de vache 20,90%, blanc d'œuf 19,21%, crabe 18,08%, bœuf 16,38%, caséine 12,43%.

28 patients soit 15,8 % étaient monosensibilisés aux trophallergènes. La double sensibilisation représentait 17,5% (31) des cas. Les polysensibilisations (supérieure ou égale à trois allergènes) représentaient 28,2% (50) cas (figure 2).

La médiane du taux d'IgE (figure 3) anti F49: pomme est la plus élevée avec 55 KU, L suivi de celle des IgE anti F24: crevette, IgE anti F23: crabe, IgE anti F4: farine de blé, IgE anti F13: cacahuète, IgE anti f1: blanc d'oeuf et IgE anti f75: jaune d'oeuf avec respectivement 16,53 KU, L; 2,5 KU, L; 1,45 KU, L; 0,96 KU, L; 0,6 KU, L et 0,6 KU, L. Un taux d'IgE spécifiques supérieur à 50 KU, L (classe 5 et 6) était noté chez 20 % des patients.

Le dosage des IgE totales a été prescrit pour 46 patients avec une médiane de 202,3 KU, L (36,69- 685,4). 30 (65%) enfants avaient un taux d'IgE totales élevé et 16 (35%) enfants avaient un taux d'IgE totales normal, sans différence significative entre les niveaux d'IgE totales des garçons et des filles (p= 0,27). Les analyses ont également démontré une augmentation de la concentration médiane des IgE totales en fonction du nombre d'IgE spécifiques auquel un enfant est sensibilisé.

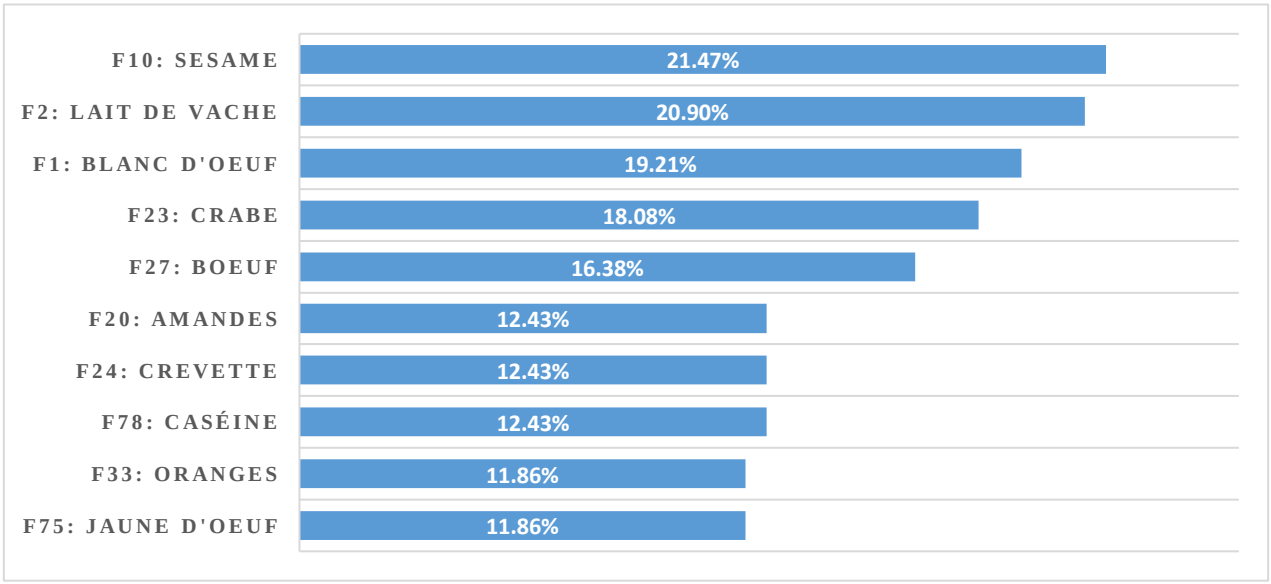


Fig. 1. Top Ten des allergènes alimentaires les plus fréquentes

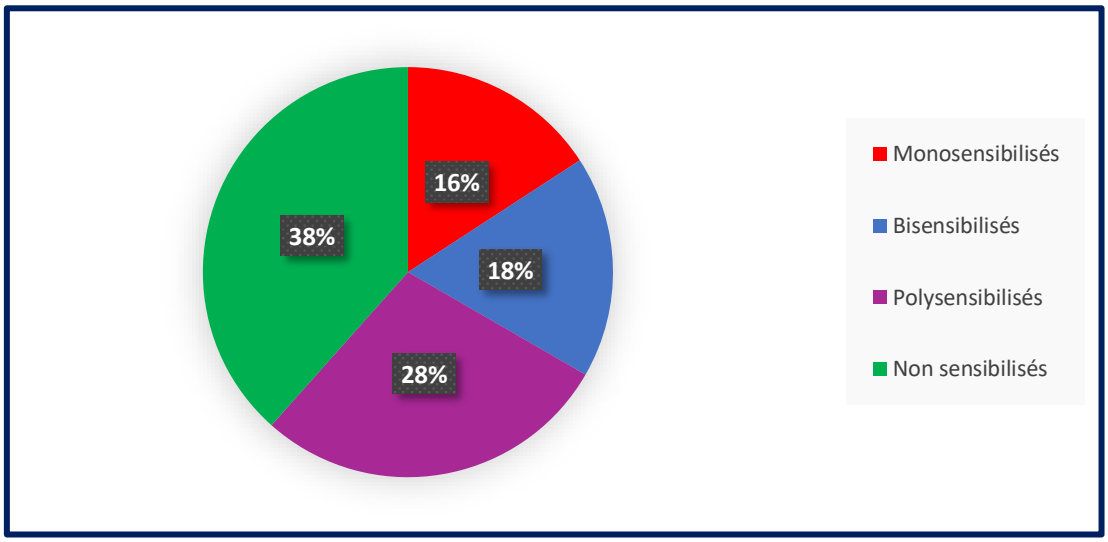


Fig. 2. Sensibilisation aux trophallergènes

Tableau 2. Taux médian des IgE spécifiques.

Allergène	Taux IgE spécifiques; Médiane [25% -75%] KU, L
F49: pomme	55,44 [0,35-71,96]
F24: crevette	16,53 [2,67-59,07]
F23: crabe	2,5 [1-39,8]
F4: farine de blé	1,45 [0,52-2,5]
F13: cacahuète	0,96 [0,35-56,80]
F1: blanc d'oeuf	0,6 [0,35-4,17]
F75: jaune d'oeuf	0,6 [0,39-2,05]
F2: lait de vache	0,6 [0,39-3]
F14: graine de soja	0,6 [0,43-1,4]
F2: amandes	0,6 [0,41-6,72]
F1: sesame	0,52 [0,41-1,4]
F17: noisette	0,52 [0,39-5,74]
F41: saumon	0,475 [0,35-1,39]
F78: caséine	0,43 [0,35-2,89]
F9: riz	0,43 [0,35-0,79]
F12: petit pois	0,43 [0,41-1,63]
F33: oranges	0,43 [0,35-0,95]
F44: fraise	0,43 [0,35-0,58]
F92: banane	0,43 [0,35-0,6]
F25: tomate	0,43 [0,35-1,46]
F35: pomme de terre	0,43 [0,35-2,5]
F85: celerie	0,43 [0,35-2,04]
F3: morue	0,43 [0,35-0,7]
F47: ail	0,35 [0,35-1,55]
F48: oignon	0,35 [0,35-1,04]
F45: levure boulangère	0,35 [0,35-3,5]
F73: graine de cacao	0,35 [0,35-0,39]
F27: boeuf	0,35 [0,35-1,71]
F83: poulet	0,35 [0,35-0,35]
F4: thon	0,35 [0,35-1,37]

4 DISCUSSION

La sensibilisation aux allergènes alimentaires est un problème de santé publique important, en particulier chez les enfants. Dans notre étude, nous avons évalué la prévalence de la sensibilisation aux allergènes alimentaires chez 177 enfants âgés de 5 à 10 ans, et avons examiné les allergènes les plus fréquemment impliqués. Nous avons constaté que 61,5 % des enfants étaient sensibilisés à au moins un trophallergène, avec une prédominance chez les garçons (54 %). Bien que cette différence ne soit pas statistiquement significative, elle pourrait indiquer que les garçons sont plus susceptibles de développer des allergies alimentaires que les filles. Il est important de noter que la sensibilisation à un allergène ne signifie pas nécessairement que l'enfant est allergique à cet allergène, mais peut augmenter le risque de développer une réaction allergique [4].

Notre étude a révélé que le sésame, le lait de vache, le blanc d'œuf, le crabe, le bœuf et la caséine étaient les allergènes les plus fréquemment impliqués. En revanche, l'étude de Cheikh et al [5], qui a utilisé la méthode du prick-test pour détecter les allergènes alimentaires les plus courants chez les enfants allergiques au Maroc, a trouvé que les crevettes étaient l'allergène alimentaire le plus courant, avec une prévalence de 15%, suivies du blanc d'œuf à 14%, de l'arachide à 10,2%, de la morue à 11,2% et du lait de vache à 9%. Il est important de noter que les méthodes utilisées pour détecter les allergènes alimentaires dans les deux études étaient différentes, ce qui pourrait expliquer en partie les différences observées dans les résultats. Notre étude a utilisé la technique Immunoblot par le kit Euroimmun food allergy, qui teste plusieurs allergènes alimentaires, tandis que l'étude de Cheikh et al a utilisé la méthode du prick-test, qui ne teste que cinq allergènes alimentaires. Les deux études ont été menées sur une population d'enfants allergiques au Maroc, ce qui suggère que les allergènes alimentaires les plus courants peuvent varier en fonction des méthodes utilisées pour les détecter.

Parlak et al [6] ont mené une étude similaire à la nôtre en Turquie, en recherchant les IgE alimentaires spécifiques dans 1052 échantillons de sérum d'enfants présentant des symptômes d'allergies alimentaires. Dans cette étude, les IgE spécifiques ont été le plus souvent trouvées contre la morue, la pomme de terre, le lait de vache, le jaune d'œuf, le blanc d'œuf et le riz. Les différences observées avec les résultats de l'étude de Parlak et al pourraient s'expliquer par plusieurs facteurs. Tout d'abord, les populations étudiées sont différentes. L'étude de Parlak et al a été menée en Turquie, tandis que notre étude a été menée au Maroc. Les habitudes alimentaires et les modes de vie peuvent varier considérablement entre les pays, ce qui pourrait influencer les allergènes les plus courants chez les enfants. De plus, la prévalence des allergies alimentaires peut varier considérablement d'une région à l'autre en raison de l'exposition différente aux allergènes locaux. La diversité génétique de la population peut également jouer un rôle dans la prévalence des allergies alimentaires.

Dans l'ensemble de ces études, tout comme dans plusieurs études de la littérature [7], [8], le lait de vache et le blanc d'œuf se trouvaient parmi les allergènes les plus souvent impliqués dans les sensibilisations chez les enfants. Le blanc d'œuf et le lait de vache sont en effet des aliments couramment consommés dans de nombreuses régions du monde et sont souvent utilisés comme ingrédients dans de nombreux produits alimentaires transformés. En outre, ces deux allergènes sont également souvent introduits dans l'alimentation des bébés dès leur dès leur plus jeune âge, ce qui peut entraîner une sensibilisation précoce chez certains enfants.

Nous avons également constaté que les monosensibilisations étaient relativement rares, représentant seulement 15,8 % des cas. Les polysensibilisations étaient plus fréquentes, avec 33,9 % des cas présentant une sensibilisation à trois ou plus d'allergènes alimentaires. Ces résultats soulignent l'importance d'une évaluation complète des allergies alimentaires, qui doit inclure une recherche de sensibilisation à plusieurs allergènes.

En ce qui concerne les taux d'IgE spécifiques, nous avons constaté que la médiane du taux d'IgE anti F49: pomme était la plus élevée, suivie de celle des IgE anti F24: crevette, IgE anti F23: crabe, IgE anti F4: farine de blé, IgE anti F13: cacahuète, IgE anti f1: blanc d'œuf et IgE anti f75: jaune d'œuf. Les taux d'IgE spécifiques supérieurs à 50 KUA, L ont été observés chez 20 % des patients. Ces résultats peuvent aider à identifier les allergènes les plus susceptibles de causer une réaction allergique chez les enfants sensibilisés.

Enfin, nous avons constaté que les taux d'IgE totales étaient élevés chez la plupart des patients, avec une augmentation de la concentration médiane des IgE totales en fonction du nombre d'IgE spécifiques auxquelles un enfant est sensibilisé. Ces résultats suggèrent que la mesure des IgE totales peut être utile pour évaluer le risque d'allergie alimentaire chez les enfants sensibilisés.

5 CONCLUSION

Notre étude a mis en évidence la prévalence élevée de la sensibilisation aux allergènes alimentaires chez les enfants et l'importance d'une évaluation complète des allergies alimentaires, qui doit inclure une recherche de sensibilisation à plusieurs allergènes. Nos résultats suggèrent la nécessité d'une éducation accrue pour les parents et les professionnels de la santé concernant la détection précoce des allergies alimentaires chez les enfants. Il est également crucial de souligner l'importance de l'évaluation de la gravité de la réaction allergique et de la mise en place de mesures de prévention et de traitement adaptées pour réduire les risques d'incidents allergiques graves. Des études plus larges et plus approfondies sont nécessaires pour mieux comprendre les facteurs de risque et les mécanismes

sous-jacents aux allergies alimentaires chez les enfants, afin de mettre en place des stratégies de prévention et de traitement plus efficaces et personnalisées.

REFERENCES

[1] Anvari S, Miller J, Yeh C-Y, Davis CM. IgE-Mediated Food Allergy. Clinic Rev Allerg Immunol 2019; 57: 244–60. https:, , doi.org, 10.1007, s12016-018-8710-3.
[2] Deneux I, Grandné V, Bongrand P, Vitte J. Biological tools for exploring food allergies in 2011. Feuillets de Biologie 2011; 52: 13–21.
[3] Savoye B, Berger A-E, Le Mauff B, Lambert C, le groupe AllergoBioNet pour. Apport de la biologie dans le diagnostic d'allergie immédiate. Revue Francophone des Laboratoires 2020; 2020: 38–45. https:, , doi.org, 10.1016, S1773-035X (20) 30126-X.
[4] Sicherer SH, Sampson HA. Food allergy. Journal of Allergy and Clinical Immunology 2010; 125: S116–25. https:, , doi.org, 10.1016, j.jaci.2009.08.028.
[5] Cheikh R, Mjid M, Souissi Z, Ben Hmida A, Beji M. Étude comparée de la sensibilisation à cinq aliments principaux chez des enfants de trois à 14ans vivant au Maghreb et en Afrique sub-saharienne. Revue Française d'Allergologie 2013; 53: 141–6. https:, , doi.org, 10.1016, j.reval.2013.01.038.
[6] PARLAK M, ÇIKMAN A, BAYRAM Y, CEYLAN N, ÇALIŞIR U, BERKTAŞ M. Sensitization to food and inhalant allergens in healthy children in Van, East Turkey. Turkish Journal of Medical Sciences 2016; 46: 278–82. https:, , doi.org, 10.3906, sag-1403-77.
[7] Ying X, Qi X, Yin Y, Wang H, Zhang H, Jiang H, et al. Allergens sensitization among children with allergic diseases in Shanghai, China: age and sex difference. Respiratory Research 2022; 23: 95. https:, , doi.org, 10.1186, s12931-022-02008-7.
[8] Liu T, Lai S, Li W, Jiang Y. Prevalence of food allergen and aeroallergen sensitization among children in Sichuan province. Medicine 2020; 99: e21055. https:, , doi.org, 10.1097, MD.0000000000021055.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1155-1160
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Déficit acquis en facteur V: A propos d'un cas

[Acquired factor V deficiency: Case report]

Elfaiz Rachid[1-2], Bencharef Hanae[1-2], Kamana Bella[1-2], Amane Ghita[1-2], Banani Soukaina[2-3], and Oukkache Bouchra[1-2]

[1]Laboratoire d'Hématologie, Centre hospitalier universitaire Ibn Rochd de Casablanca, Morocco

[2]Université Hassan II, Faculté de Médecine et de Pharmacie de Casablanca, Morocco

[3]Service de gastro-entérologie, Centre hospitalier universitaire Ibn Rochd de Casablanca, Morocco

Copyright © 2023 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: Factor V deficiency by acquisition of an inhibitor is a rare pathology whose cause is often idiopathic. The clinical phenotype can range from asymptomatic laboratory abnormalities to life-threatening bleeds. We report a case of acquired factor V deficiency diagnosed in our laboratory, which illustrates the diagnostic procedure and the etiological circumstances. Acquired factor V inhibitors develop in extremely rare cases via the development of alloantibodies or autoantibodies against factor V. Several diseases or conditions are associated with factor V inhibitors. In this observation, the predisposing factor was the autoimmune context; our patient has ulcerative colitis. The biological diagnosis of factor V inhibitors (aFVi) remains a challenge, which every biologist must think about when faced with an isolated FV deficiency not explained by hepatic involvement. It is a rare pathology but its occurrence is worrying for both the biologist and the clinician because of the absence of a validated therapeutic strategy.

KEYWORDS: Factor V inhibitor, Hemorrhagic syndrome, Autoantibodies, Immunosuppressive therapy, hemostasis.

RESUME: Le déficit en facteur V par acquisition d'un inhibiteur est une pathologie rare dont la cause reste souvent idiopathique. La présentation clinique des inhibiteurs du facteur V peut aller des formes asymptomatiques à des diathèses hémorragiques graves mettant en jeu le pronostic vital. Nous rapportons un cas de déficit acquis en facteur V diagnostiqué au sein de notre laboratoire, qui illustre la conduite diagnostique ainsi que les circonstances étiologiques.
Les inhibiteurs acquis du facteur V se développent dans des cas extrêmement rares via le développement d'allo-anticorps ou d'auto-anticorps contre le facteur V. Leur cause reste souvent imprécise bien que de multiples associations soient rapportées. Dans cette observation, le facteur prédisposant était le contexte auto-immun, notre patient présente une rectocolite hémorragique. Le diagnostic biologique des inhibiteurs du facteur V (aFVi) restent un défi, auquel tout biologiste doit penser devant un déficit isolé en FV non expliqué par l'atteinte hépatique. C'est une pathologie rare mais sa survenue est préoccupante aussi bien pour le biologiste que pour le clinicien vu l'absence de stratégie thérapeutique validée.

MOTS-CLEFS: Inhibiteur facteur V, Syndrome hémorragique, Auto-anticorps, Thérapie immunosuppressive, Hémostase.

1 INTRODUCTION

Le facteur V coagulant (FV) appelé également pro accélérine, est une protéine pivot de l'hémostase, son rôle est crucial il participe à la fois aux voies procoagulantes et anticoagulantes (1).

Le déficit en facteur V par acquisition d'un inhibiteur (AFVI) est une pathologie très rare dont la cause reste souvent idiopathique même si certaines circonstances de survenue sont bien établies (pathologie auto-immune, grossesse, chirurgie, néoplasies, infections, prise d'antibiotiques, l'exposition aux colles biologiques) (2) (3). Le spectre clinique est très hétérogène avec des formes asymptomatiques ou au contraire associées à des complications hémorragiques sévères pour un même taux de facteur V et exceptionnellement, des évènements thrombotiques associés ont été décrits (4) (5). Le diagnostic est purement biologique et souvent difficile et peut être confondu parfois avec d'autres inhibiteurs (5).

Il n'existe aucun consensus sur la prise en charge des patients porteurs d'anti-FV acquis, cependant la conduite thérapeutique repose aussi bien sur la neutralisation d'anti-FV que le contrôle des manifestations hémorragiques parfois graves et menaçant le pronostic vital.

Nous rapportons un cas de déficit acquis en facteur V qui illustre la conduite diagnostique, les circonstances étiologiques ainsi que la prise en charge thérapeutique.

2 OBSERVATION

Un homme de 64 ans, suivi depuis 2 ans pour une rectocolite hémorragique (sous mésalazine), tabagique chronique sevré, qui est admis au service de gastroentérologie pour des diarrhées glairosanglantes, avec des signes urinaires évoluant dans un contexte d'apyrexie et d'altération de l'état générale sans autres signes cliniques associés. La coloscopie a montré un aspect d'une colite inflammatoire en poussée, confirmé par l'étude anatomopathologique qui a objectivé un aspect compatible avec une rectocolite hémorragique en poussée. Un angioscanner était réalisé montrant l'absence de signes d'ischémie mésentérique d'origine artérielle ou veineuse et la présence d'un épaississement pariétal colique diffus d'origine inflammatoire en poussée (RCH).

Un bilan biologique a objectivé une anémie hypochrome microcytaire (Hb = 6,6 g/dl), une hyperleucocytose (13660 G/L) avec polynucléose neutrophile (10382 G/L), une thrombocytose (749 G/L), une augmentation de la CRP (120 mg/l, VN = 0-5 mg/L), le bilan hépatique et rénal ainsi que l'examen parasitologique des selles étaient normaux.

En raison de la poussé aigué de la colite, une bi antibiothérapie à base de ciprofloxacine et métronidazole a été instauré.

Le bilan d'hémostase réalisé à j2 d'hospitalisation, a révélé un taux de prothrombine (TP) bas à 33 % (VN = 70-140 %), un allongement du temps de céphaline activé (TCA=67,1 sec; TCA témoin=28 sec) avec un ratio malade/témoin à 2,39 et le taux de fibrinogène était élevé à 5,58 g/L (VN = 2-4 g/L). Devant ce bilan d'hémostase perturbé, un dosage des facteurs de coagulation de la voie commune a été réalisé objectivant des taux normaux des facteurs II et X respectivement à 75% et 74%, mais le facteur V était diminué à 23% (VN = 70-140 %), contrôlé sur un deuxième prélèvement à 37%. Sans signes biologiques d'insuffisance hépatocellulaire, le facteur VIII était à 227 % éliminant ainsi un déficit combiné FVIII- FV. Le test de mélange correcteur par l'ajout de plasma témoin ne permettait d'obtenir aucune correction du TP, ni du TCA avec un indice de Rosner à 41% permettant de retenir un déficit acquis en FV.

Un traitement par corticoïdes à la dose de 1mg/kg par jour était prescrit, le dosage du FV après 7 jours de traitement montrait une activité plasmatique normale du FV 86% et le TP était normal (71%).

3 DISCUSSION

Les inhibiteurs acquis du facteur V ont été identifiés pour la première fois par Hörder en 1955. Ils se développent dans des cas extrêmement rares via le développement d'allo-anticorps ou d'auto-anticorps contre le facteur V. il s'agit généralement d'anticorps IgG polyclonaux (6).

Deux études rétrospectives ont révélé que l'incidence de l'aFVi se situait entre 0,06 et 0,09 cas pour un million de personnes par an (7). l'incidence réelle de l'aFVi est probablement plus élevée, en raison de la présence de porteurs asymptomatiques, qui représentent entre 19 % et 31 % des cas dans les études (7).Le taux de mortalité des patients présentant des hémorragies peut atteindre 21 % (8).

Les mécanismes physiopathologiques et étiologiques de la production d'inhibiteurs du facteur V restent mal connus. L'inhibiteur du facteur V est souvent idiopathique mais il peut être associé à un certain nombre d'affections, notamment l'utilisation d'antibiotiques, la septicémie, les tumeurs malignes, les maladies auto-immunes, la vascularite, l'amyloïdose systémique, la maladie des agglutinines froides, l'infection par le virus de l'immunodéficience humaine VIH, la transplantation de cellules souches hématopoïétiques et la transplantation hépatique, ainsi que l'utilisation d'amiodarone, d'acide valproïque et de warfarine (9) (10) (7) (11). l'exposition aux colles biologiques contenant la thrombine bovine était autrefois la cause la plus fréquente (retiré du marché) (7) (11).

Dans cette observation, le facteur prédisposant était le contexte auto-immun, notre patient présente une rectocolite hémorragique. Selon l'étude de Franchini et al (11), parmi les conditions associées au développement des inhibiteurs du facteur V, des troubles auto-immuns étaient présents dans 13 % des cas.

Le déficit acquis du facteur V se produit principalement chez les personnes âgées, ce qui différencie clairement cette affection des formes héréditaires de déficience en FV (12).

La présentation clinique des inhibiteurs du facteur V peut aller des formes asymptomatiques à des diathèses hémorragiques graves mettant en jeu le pronostic vital (13) (14). Les cas de thrombose chez les patients présentant un inhibiteur du facteur V acquis sont extrêmement rares (4) (5). Les signes hémorragiques les plus souvent décrits sont des hémorragies du site opératoire, des hématuries, des hémorragies digestives, des épistaxis, des gingivorragies et des hémorragies intracrâniennes (15) (13).

Ces manifestations cliniques hétérogènes sont probablement liées au rôle multifonctionnel que le FV joue dans l'hémostase physiologique (16).

Cette hétérogénéité peut être expliquée par les différents épitopes fonctionnels contre lesquels les anticorps anti-FV peuvent être dirigés (4) (12).

Selon l'épitope spécifique ciblé (c'est-à-dire les domaines de la chaîne légère ou de la chaîne lourde du FV), les anticorps anti-FV affectent l'équilibre entre les fonctions pro- et anticoagulantes du FV (17).

les manifestations hémorragiques sont souvent liés à des anticorps dirigés contre la région Gly2037-Lys2087 du domaine C2 du facteur V qui interfère sur la capacité de fixation du FV aux phospholipides cellulaires, ce qui entraîne une perte d'affinité du FV pour le facteur Xa, et réduit l'efficacité de la conversion de la prothrombine en thrombine (7) (6).

L'anticorps anti-facteur V peut inhibé l'activité de cofacteur du facteur V pendant la cascade d'inactivation du FVIIIa par Le complexe APC/protéine S en empêchant le clivage correct du FVa par l'APC et en inhibant l'inactivation du FVa (4). Cela confirme que les inhibiteurs du facteur V peuvent entraîner une diathèse procoagulante par des mécanismes directs et indirects.

Chez les patients asymptomatiques, les inhibiteurs du facteur vont à la fois altéré l'activité du cofacteur de la protéine C activée (APC) du facteur V dans les mécanismes qui inactivent le facteur VIII activé et retardé le clivage du facteur V catalysé par l'APC, ce qui indique que la résistance à l'APC contribue à prévenir les hémorragies (13). Par ailleurs, le FV intra-plaquettaire peut jouer un rôle non négligeable dans la symptomatologie des déficits acquis en FV (18).En effet, environ 20 % du FV est stocké dans les granules alpha des plaquettes, Le facteur V plasmatique est internalisé par les mégacaryocytes de la moelle osseuse via des processus spécifiques médiés par des récepteurs et subit ensuite plusieurs modifications qui rendent le facteur V plaquettaire structurellement et fonctionnellement différent du facteur V plasmatique (13). Le facteur V intra-plaquettaire est libéré lors de l'activation des plaquettes après dissociation de la multimérine au niveau du site de saignement et agit pour prévenir les hémorragies (19).

L'aFVi peut également inhiber les effets anticoagulants du FV, ce qui entraîne une thrombose (4) (17).

Contrairement à d'autres inhibiteurs du facteur de coagulation, le taux d'inhibiteurs du facteur V n'est pas en corrélation avec le degré de saignement. En outre, le risque d'hémorragie ne semble pas être corrélé à l'allongement du temps de prothrombine ou du temps de céphaline activée, à l'activité du facteur V, aux taux d'inhibiteurs du facteur V ou à la durée de la présence de l'inhibiteur du facteur V (13).

Cependant Goulenok et al (12) a montré qu'il existe une association statistiquement significative entre le TP et les saignements au moment du diagnostic. De plus, le TP est fortement corrélé avec l'activité de l'inhibiteur du FV et semble donc refléter l'inhibition du FV par les anticorps.

Les inhibiteurs du facteur de coagulation sont classés en type 1 ou type 2 en fonction de la cinétique de la réaction. Un inhibiteur de type 1 inactive complètement le facteur de coagulation cible et il existe une relation linéaire entre le logarithme de l'activité résiduelle du facteur de coagulation et la concentration de l'inhibiteur. En revanche, un inhibiteur de type 2 n'inactive pas complètement le facteur de coagulation cible et il existe une relation non linéaire entre l'activité résiduelle du facteur de coagulation et la concentration de l'anticorps (20). Même en présence d'un titre élevé d'un inhibiteur de type 2, une activité minimale du facteur de coagulation peut persister. Cette différence de propriétés des inhibiteurs pourrait être liée au fait que les patients développent ou non une pseudo-déficience de plusieurs facteurs de coagulation.

Pour le diagnostic biologique des déficits en FV, les tests classiques explorant la coagulation sont perturbés. En présence d'un anti-FV, le TP est diminué et le TCA est allongé. Les dosages des facteurs de la voie commune (II, V, X) sont alors effectués

et vont révéler un abaissement du FV. Le facteur VIII doit être également dosé pour rechercher un possible déficit combiné V et VIII.

Le dépistage d'un inhibiteur neutralisant peut se faire par le calcul de l'indice de Rosner (en mesurant le TCA d'un mélange (1: 1) plasma malade/plasma témoin incubé une à deux heures à 37 °C. Un indice de Rosner supérieur à 15 évoquera la présence d'un inhibiteur. Dans la revue de littérature de Boland et al (21), tous les cas documentés avaient un TQ et un TCA prolongés, 91% des cas n'ont montré aucune correction après la réalisation des tests de mélange et seulement quatre cas ont été entièrement corrigés et représentent alors une entité rare. Notre cas corrobore avec la littérature, on n'a pas observé de correction après la réalisation du test de mélange.

Le titrage de cet inhibiteur peut ensuite être réalisé selon la méthode de Bethesda (méthode de référence). Le plasma du malade est mélangé à volume égal avec un plasma témoin et après incubation à 37 ◦C, l'activité du FV résiduel dans le mélange est comparée à celle d'un mélange réalisé en parallèle avec le plasma témoin et du tampon Owren-Koller ou Owren Veronal Buffer (OVB) à pH 7,35.

Ce titrage d'anticorps par méthode Bethesda n'est pas toujours facile ni standardisé comme le montre une étude de Favaloro et al. (22) (23) où un plasma contenant un anti-FV avait été envoyé comme contrôle qualité externe à 42 laboratoires; 63 % des laboratoires avaient trouvé cet inhibiteur et le titrage allait de 10 à plus de 250 UB/mL

La prise en charge des patients porteurs d'anti-FV acquis comporte deux étapes: la première consiste à contrôler l'hémorragie et la seconde sur la neutralisation l'inhibiteur (14).

Il n'existe aucun consensus sur la prise en charge de ces malades (24). Les données concernant la prise en charge de l'inhibiteur du FV acquis sont principalement basées sur des rapports de cas.

Une tendance dans la littérature récente est l'utilisation de transfusions plaquettaires comme traitement de première ligne pour contrôler les saignements aigus. La transfusion de concentrés plaquettaires (CPA) semble efficace sur les manifestations hémorragiques grâce à la présence de facteur V intra-plaquettaire déjà activé (contrairement au plasma frais congelé, dont le taux de facteur V est faible et rapidement inhibé par l'anti-FV) (2). Ang et al. (25) ont montré la capacité des concentrés plaquettaires à normaliser le FV dans 11 cas sur 16, de même Boland et Shreenivas (21) ont montré que 7 cas sur 12 avaient une normalisation du FV avec des concentrés plaquettaires.

La deuxième étape du traitement consiste à éliminer l'inhibiteur, ce qui peut être fait par diverses méthodes. Il a été démontré que l'immunoglobuline intraveineuse à forte dose (IVIG) diminue les titres d'inhibiteurs anti-FV (26). Dans une revue de la littérature de Chartier et al (7) les stéroïdes étaient utilisés avec succés dans 9 des 11 cas, et Boland et Shreenivas (21) ont montré que 88 % des patients ayant reçu une immunosuppression par corticostéroïdes seuls étaient en rémission. Le rituximab (27), cyclophosphamide (28) (20) ont également été utilisé seul ou en association avec les corticostéroïdes.

Cependant, aucune stratégie de traitement définitive n'a été établie et, dans environ 50 % des cas, l'inhibiteur est éliminé spontanément (17).

Notre patient a été traité avec succès par des corticostéroïdes. On se référant à la littérature, la plupart des expériences précédentes décrivent l'utilisation de stéroïdes avec un succès variable pour réduire le niveau de l'inhibiteur. l'introduction précoce de corticostéroïdes peut être utile dans les cas de déficit acquis en facteur V en association avec une maladie auto-immune (19).

4 CONCLUSION

Les anticorps anti facteur V sont rares, mais leur survenue est préoccupante, car ils peuvent s'accompagner de syndromes hémorragiques sévères. La physiopathologie exacte de la formation de ces inhibiteurs reste inconnue. Le diagnostic peut être difficile ou retardé en raison d'une grande variabilité de la présentation clinique. La prise en charge thérapeutique est difficile, c'est un véritable défi, du fait de l'absence de recommandations ou de stratégie thérapeutique validée.

REFERENCES

[1] Aillaud MF. Facteur V : proaccélérine. EMC - Biologie médicale. mars 2012; 7 (1): 1-4.

[2] Alcantara M, Ducastelle S, Rugeri L, Dargaud Y. Le déficit acquis en facteur V : une pathologie hémorragique rare à manifestations cliniques variables. La Revue de Médecine Interne. mai 2011; 32 (5): e59-61.

[3] Pointeau O, Marot S, Lemaître M, Suhl J, Goulenok T, Pousset F, et al. Déficit acquis en facteur V associé à un évènement thrombotique : présentation de deux cas cliniques et revue de la littérature. La Revue de Médecine Interne. juin 2016; 37: A171-2.

[4] Ghachem I, El Borgi W, Fekih Salem S, Ben Lakhal F, Chelbi A, Ghiriani I, et al. Haemodialysis Tunisian patient with acquired factor V inhibitor associated to arteriovenous shunt thrombosis. Ann Biol Clin (Paris). 1 avr 2020; 78 (2): 206-9.

[5] Sridharan M, Fylling KA, Ashrani AA, Chen D, Marshall AL, Hook CC, et al. Clinical and laboratory diagnosis of autoimmune factor V inhibitors: A single institutional experience. Thrombosis Research. nov 2018; 171: 14-21.

[6] Endo H, Kawauchi K, Tomimatsu M, Iga D, Ogasawara T, Yasuyama M, et al. Acquired Factor V Inhibitor Responsive to Corticosteroids in a Patient with Double Cancers. Intern Med. 2007; 46 (9): 621-5.

[7] Chartier AR, Hillert CJ, Gill H, Jha P. Acquired Factor V Inhibitor After Antibiotic Therapy: A Clinical Case Report and Review of the Literature. Cureus. 12 (7): e9481.

[8] Wang X, Qin X, Yu Y, Wang R, Liu X, Ji M, et al. Acquired factor V deficiency in a patient with a urinary tract infection presenting with haematuria followed by multiple haemorrhages with an extremely low level of factor V inhibitor: a case report and review of the literature. Blood Coagul Fibrinolysis. juin 2017; 28 (4): 334-41.

[9] Bruna R, Moia R, Valpreda A, Dosio E, Rolla R, Federici A, et al. An acquired factor V inhibitor induced uncontrolled bleeding in a postsurgery patient. Clin Case Rep. 1 déc 2020; 9 (1): 98-101.

[10] AlJohani NI, Matthews JH. Acquired factor V inhibitor in a patient with mantle cell lymphoma presenting with hematuria followed by thrombosis: a case report. Int Med Case Rep J. 24 févr 2014; 7: 27-30.

[11] Franchini M, Lippi G. Acquired factor V inhibitors: a systematic review. J Thromb Thrombolysis. mai 2011; 31 (4): 449-57.

[12] Goulenok T, Vasco C, Faille D, Ajzenberg N, De Raucourt E, Dupont A, et al. Acquired factor V inhibitor: a nation-wide study of 38 patients. Br J Haematol. mars 2021; 192 (5): 892-9.

[13] Mima F, Minami R, Asako M, Matsunaga H, Fujita Y, Takimoto Y, et al. Acquired Factor V Inhibitor Complicated with Immune Thrombocytopenia. Intern Med [Internet]. 2021 [cité 14 déc 2021]; Disponible sur: https://www.jstage.jst.go.jp/article/internalmedicine/advpub/0/advpub_7173-21/_article.

[14] Hirai D, Yamashita Y, Masunaga N, Katsura T, Akao M, Okuno Y, et al. Acquired Factor V Inhibitor. Internal Medicine. 2016; 55 (20): 3039-42.

[15] Dubois-Galopin F, Lebreton A, Marques-Verdier A, Ruivard M, Berger M, Serre-Sapin AF. Factor V inhibitor: case report and literature review. Annales de biologie clinique. mars 2011; 69 (2): 217-22.

[16] Donohoe K, Levine R. Acquired factor V inhibitor after exposure to topical human thrombin related to an otorhinolaryngological procedure. Journal of Thrombosis and Haemostasis. 2015; 13 (10): 1787-9.

[17] Chiurazzi F, Tufano A, Esposito M, D'Agostino F, Casoria A, Capasso F, et al. Acquired Factor V Inhibitor after Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). Semin Thromb Hemost [Internet]. 24 sept 2021 [cité 14 déc 2021]; Disponible sur: http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-0041-1735452.

[18] Ghoummid Z, Ribahi H, Ghassane El Adib A. Déficit en facteur V et grossesse: à propos d'un cas et revue de littérature. PAMJ-CM [Internet]. 2020 [cité 14 déc 2021]; 2. Disponible sur: https://www.clinical-medicine.panafrican-med-journal.com/content/article/2/7/full/.

[19] Imashuku S, Hasegawa T, Kubo K, Nakato M, Shima M. Anti-Factor V inhibitor in patients with autoimmune diseases: case report and literature review. Int Med Case Rep J. 20 avr 2011; 4: 31-4.

[20] Nakata K, Ueda S, Matsunaga H, Mima F, Ueda H, Yoshioka A, et al. High Titer of Acquired Factor V Inhibitor Presenting with a Pseudo-deficiency of Multiple Coagulation Factors. Internal Medicine. 2018; 57 (3): 393-7.

[21] Boland et Shreenivas. Acquired Factor V Inhibitors: A Review of Literature.: 7.

[22] Favaloro E, Bonar R, Kershaw G, Duncan E, Sioufi J, Marsden K. Investigations from External Quality Assurance Programs Reveal a High Degree of Variation in the Laboratory Identification of Coagulation Factor Inhibitors. Semin Thromb Hemost. nov 2009; 35 (08): 794-805.

[23] Favaloro E, Bonar R, Duncan E, Earl G, Low J, Aboud M, et al. Identification of factor inhibitors by diagnostic haemostasis laboratories: A large multi-centre evaluation. Thromb Haemost. 2006; 96 (07): 73-8.

[24] Mihara M, Ogawa Y, Nagasaka M, Kobayashi N, Shimizu H, Shinozawa K, et al. Successful Management of Acquired Factor V Inhibitor by Monitoring Factor V Activity, Antigen, and Inhibitor Values during Immunosuppressive Therapy. Acta Haematol. 2020; 143 (5): 486-90.

[25] Ang AL, Kuperan P, Ng CH, Ng HJ. Acquired factor V inhibitor: A problem-based systematic review. Thromb Haemost. 2009; 101 (05): 852-9.

[26] de Raucourt E, Barbier C, Sinda P, Dib M, Peltier JY, Ternisien C. High-dose intravenous immunoglobulin treatment in two patients with acquired factor V inhibitors. Am J Hematol. nov 2003; 74 (3): 187-90.
[27] Andreadis P, Kafantari K, Agapidou A, Vakalopoulou S, Vlachaki E. Successful Outcome of Severe Intra-cerebral Bleeding Associated with Acquired Factor V Inhibition: Utilization of Multiple Therapeutic Agents. Balkan Med J. 20 janv 2018; 35 (1): 112-5.
[28] Bayani N, Rugina M, Haddad-Vergnes L, Lelong F. High-titer acquired factor V inhibitor responsive to corticosteroids and cyclophosphamide in a patient with two malignant tumors. American Journal of Hematology. 2002; 71 (1): 33-6.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1161-1169
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Conciliation vie professionnelle-vie familiale et motivation professionnelle

[Work-life balance and professional motivation]

Ouyi Badji

Maître de Conférences de Psychologie du Travail et des Organisations, Enseignant-Chercheur au Département de Psychologie Appliquée, Faculté des Sciences de l'Homme et de la Société, Université de LOME, Togo

Copyright © 2023 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: Work-life balance and work motivation are very important concepts in human resource management. Thus, the purpose of this research is to verify the relationship between work-life balance and workers' motivation. To achieve this objective, a survey was conducted among 60 civil servants of a ministry in Lomé. The results obtained validate the hypotheses according to which the organization of working time improves motivation. Also, the tensions between roles positively influence the motivation of workers. In light of these results, it is suggested that public authorities conduct awareness sessions on the respect of all working hours set by the law in force in the Togolese civil service. This could allow civil servants to better reconcile their two spheres of life.

KEYWORDS: reconciliation, professional life, family life, motivation, civil servant.

RESUME: La conciliation vie professionnelle-vie familiale et la motivation au travail sont des concepts très importants dans la gestion des ressources humaines. Ainsi, cette recherche a pour but de vérifier la relation qui existe entre la conciliation vie professionnelle-vie familiale et la motivation des travailleurs. Pour atteindre cet objectif, une enquête a été réalisée auprès de 60 fonctionnaires d'un ministère à Lomé. Les résultats obtenus valident les hypothèses selon lesquelles, l'aménagement du temps de travail améliore favorablement la motivation. Aussi, les tensions entre les rôles influencent positivement la motivation des travailleurs. Au vu de ces résultats, il est suggéré entre autres aux autorités publiques de procéder à des séances de sensibilisations sur le respect de tous des horaires de travail fixées par la loi en vigueur à la fonction publique togolaise. Ceci pourrait permettre aux fonctionnaires une meilleure conciliation de leurs deux sphères de vie.

MOTS-CLEFS: conciliation, vie professionnelle, vie familiale, motivation, fonctionnaire.

1 INTRODUCTION

La société dans laquelle nous vivons ne cesse de se développer: l'essor des nouvelles technologies de l'information et de la communication, le développement sociétal et la mondialisation économique... en sont de bons exemples [1]. Les organisations du 21eme siècle sont amenées à œuvrer dans un environnement socio-économique de plus en plus compétitif dû au contexte de mondialisation dans lequel elles évoluent [2]. Dans le but de faire face à la concurrence de plus en plus galopante et à l'effet de l'internationalisation, nombreuses sont les organisations qui cherchent à avoir un personnel fidèle, engagé et motivé d'où l'avènement d'une réelle concurrence entre les entreprises dans de nombreux secteurs d'activités, pour recruter au mieux des candidats de qualité et retenir les salariés les plus compétents [3]. Dès lors, la réussite de toute entreprise à l'ère de la mondialisation passe par le facteur humain qui constitue pour les gestionnaires une arme redoutable pour relever les défis auxquels font face les entreprises dans un monde concurrentiel.

En effet, la gestion des carrières qui constitue un aspect essentiel du management des ressources humaines, sert de manière efficace à concilier les besoins des individus et ceux de l`organisation, en garantissant la sécurité de l'emploi et la satisfaction des besoins. Toutefois, l'efficacité d'une organisation dépend dans une large mesure des personnes qui en font partie, de leur créativité et surtout de leur motivation. Ainsi, l'adéquation des attentes de l'employeur et de l'employé est un facteur crucial pour accroître la satisfaction que procurent le travail et la productivité.

De nos jours, le désire de la plupart des travailleurs est de disposer d'un agenda bien organisé, à respecter le temps et à faire un travail satisfaisant et motivant. C'est dans ce sens que la motivation professionnelle est devenue un véritable sujet de société. La question de motivation et du bien- être demeurent ainsi au cœur des politiques Ressources Humaines (RH) depuis de décennies. Cependant, la motivation n'est pas un service qu'on peut vendre ou acheter. Même si par ailleurs, il arrive que dans les entreprises les employés apprécient leur rémunération, cette dernière ne peut à elle seule être considérée comme le seul facteur déterminant de leur état d'esprit. Autrement dit, un employé satisfait de ses conditions de travail sera plus susceptible d'être motivé et donc de s'engager dans son travail et d'offrir une meilleure prestation de services à son employeur. À l'inverse, un employé non satisfait de ses conditions de travail pourra ressentir une baisse de motivation qui pourrait entraîner une forme de désengagement, qui à son tour, prédit généralement une moins bonne performance et une moins bonne satisfaction [4]. Toutefois, il reste nécessaire que le travailleur lui- même arrive à créer un cadre de vie conciliant pour son épanouissement.

Dans un contexte marqué, par la transformation du marché du travail, la question de la conciliation des sphères de vie professionnelle-vie familiale fait l'objet de nombreuses recherches et de débats. Le [5] trouve que concilier les activités professionnelles et familles équivaut, tant pour un homme que pour une femme, à assumer son engagement et ses responsabilités sur les deux fronts, sans être pour autant pénalisé (e) sur le plan du salaire, de la carrière, de la formation continue et de l'attribution des tâches.

De cette définition on comprend que la conciliation pourrait s'assimiler au fait d'offrir un équilibre entre les différentes sphères d'attention des travailleurs qui préoccupent leur routine quotidienne. Pour [6], le terme d'«équilibre» fait référence à la perception des salariés, même si celle-ci est diverse et liée à leur situation personnelle, mais également à la représentation de leur rôle et des pratiques managériales de l'entreprise. Cependant, pour l'entreprise, il s'agit de créer une culture de société qui permettra au salarié de se concentrer sur son travail au sein de l'entreprise. Toutefois, pour le salarié, il s'agit de répondre aux besoins des deux sphères dont les demandes ou les disponibilités nécessaires peuvent être contradictoires, voire conflictuelles. Il s'agit tout simplement de rendre compatibles les deux sphères de vie, professionnelle et privée [7].

Une entreprise, quel qu'en soit son objectif, cherche avant toute chose à atteindre une meilleure performance. Cependant, l'amélioration de la performance des entreprises passe par la manière de manager ses Ressources Humaines et de la mise en place de pratiques nouvelles en adéquation avec leurs réalités [8]. De ce fait, quel que soit le degré d'intelligence, d'aptitude ou de dextérité d'une personne, sa compétence seule ne suffit pas à lui permettre d'atteindre une meilleure productivité. C'est dans ce contexte qu'intervient sans doute la variable de la motivation professionnelle. L'objet donc de cette étude est de montrer qu'une meilleure conciliation vie professionnelle-vie familiale peut entraîner une bonne motivation professionnelle.

Il nous semble pertinent de s'intéresser à cette thématique, plus que jamais d'actualité, afin de comprendre principalement la relation entre la conciliation vie professionnelle-vie familiale et la motivation des travailleurs. Toutefois, reconnaissant la pluralité des travaux portant sur cette problématique de la conciliation des deux sphères de vie, la présente étude l'abordera d'une manière différente, puisque le sujet reste d'actualité. A notre connaissance, il n'est pas encore d'étude ralliant la conciliation des deux sphères de vie et la motivation professionnelle surtout dans le contexte de la fonction publique togolaise où les faits factuels ont retenu notre attention.

Nous avons eu à constater au niveau des Ministères que des agents quittent les bureaux bien au-delà de 17h 30 minutes (heure réglementaire de sortie à la fonction publique togolaise). C'est le cas des secrétaires et de personnels directement rattachés qui attendent le départ de leur supérieur hiérarchique avant de quitter leurs bureaux. C'est aussi bien les femmes que les hommes qui gèrent les secrétariats et partir au-delà des heures régulières est le vécu quotidien de ces derniers.

Aussi, lors des discussions certains agents relèvent encore des surcharges de travail même au moment de quitter le service pour rentrer chez eux. Ce qui les contraint à vouloir avancer un peu plus dans le travail, pour constater souvent leurs enfants endormi une fois à la maison. Cette situation fait qu'ils ne disposent pas assez de temps à passer avec leurs familles respectives. Des agents vont jusqu'à affirmer ouvertement que les exigences des postes qu'ils occupent, ne leur permettent: « de bien gérer leur vie familiale, parce qu'ils n'ont pas le temps nécessaire pour ça ». Il est constaté aussi que les agents qui occupent des postes de responsabilité n'ont souvent pas de facilités à jouir de leur congé annuel. Car, considérés d'« indispensables » de telle sorte qu'ils cumulent les années de congés non jouis.

Arrive-t-il des moments où certaines décisions de services impactent la vie familiale des fonctionnaires entrainant la manifestation de leur démotivation à travers la lenteur dans le traitement des dossiers attribués. On observe ainsi des absences

et permissions répétées pour motif « permissions pour règlement des problèmes familiaux ». Tous ces faits et comportements observés chez les fonctionnaires togolais ont retenu particulièrement notre attention de chercheur.

La synthèse des travaux montre que le problème de la conciliation entre vie familiale et vie professionnelle est défini comme un genre de conflit inter-rôle où les exigences des rôles issus du travail et de la famille peuvent être mutuellement incompatibles [9].

En effet, l'implication dans l'un des deux peut empêcher ou davantage compliquer l'investissement dans l'autre. Les difficultés rencontrées par les individus cherchant à atteindre un équilibre entre les exigences professionnelle et familiale pourront avoir des impacts négatifs tant sur leur famille que sur leur carrière ([10]; [11]). Ces difficultés ressenties quant à cette adéquation travail - famille peuvent être liées, d'une part, aux caractéristiques mêmes de l'emploi [12] et, d'autre part, à la catégorie socioprofessionnelle de l'individu, mais également aux particularités familiales ([13]; [14]). La présence ou non, au sein de l'organisation, de mesures d'aide à l'employée ([15]; [16]) pourrait aussi impacter l'équilibre souhaitée.

La culture organisationnelle et la nature du secteur d'activités jouent également un rôle important tout comme le comportement des collègues et des supérieurs hiérarchiques quant à cette thématique de la conciliation entre vie familiale et vie professionnelle [17].

A ces travaux, nous pouvons compléter notamment ceux de [18] et [19] qui démontrent que les mesures de conciliation emploi-famille les plus recherchées par les parents ayant de jeunes enfants ont trait à la flexibilité des horaires de travail. En s'inscrivant dans la lignée de ces travaux, ils se sont intéressés aux horaires de travail et à l'incidence des mesures de conciliation axées sur l'aménagement du temps de travail, ainsi qu'à d'autres types de mesures de conciliation chez les travailleurs et les travailleuses.

Tout en restant dans cette dynamique, la question suivante nous vient à l'esprit: pourrait-il exister une relation entre la conciliation vie professionnelle-vie familiale et la motivation des travailleurs ? De cette question principale de recherche et au regard de la revue de littérature nous dégageons deux questions spécifiques pour faciliter la compréhension:

- L'aménagement des horaires de travail peut-il améliorer favorablement la motivation des fonctionnaires au travail ?
- Les tensions entre les rôles influencent-t-elles la motivation des fonctionnaires au travail ?

Sur la base de la problématique ainsi dressée, nous partons du postulat selon lequel il existe une relation entre la conciliation vie professionnelle-vie familiale et la motivation des travailleurs. Nous construisons de ce fait en H1 que l'aménagement des horaires de travail peut améliorer favorablement la motivation des fonctionnaires au travail. En H2 que les tensions entre les sphères de vie influencent la motivation des fonctionnaires au travail.

Afin de procéder à la vérification de ces hypothèses, le Ministère de l'Action Sociale, de la Promotion de la Femme et de l'Alphabétisation nous servira de cadre d'étude.

2 METHODOLOGIE

2.1 PARTICIPANTS

La population cible de la présente étude est constituée de fonctionnaires de toutes catégories confondues du Ministère. La technique d'échantillonnage non probabiliste est utilisée pour recruter les participants volontaires à la recherche. En effet, le questionnaire a été soumis librement à 93 fonctionnaires travaillant au cabinet du ministère, mais au final c'est 67 questionnaires qui nous sont revenus. Sur les 67, seulement 60 questionnaires se sont révélés exploitables. Nous y dénombrons 28 femmes contre 32 hommes et dont les âges varient entre 24 et 53 ans. Plus de cinquante pourcent d'entre eux se situent entre 35 et 50 ans. La majorité (85 % des enquêtés) sont mariés avec au moins un enfant à leur actif. La moyenne en termes de présence effective (ancienneté) est de 13 ans.

2.2 MATÉRIEL

Cette recherche s'appuie sur une méthodologie quantitative basée sur un questionnaire et une méthodologie qualitative fondée sur un guide d'entretien.

Pour ce qui concerne le questionnaire, il a été élaboré en tenant compte des faits empiriques, de la littérature spécialisée, des entretiens exploratoires et des variables considérées. Afin d'éviter la méfiance des enquêtés, le questionnaire a été anonyme avec surtout l'obtention d'un consentement de principe. Le modèle de questions semi-ouvertes a été parfois retenu pour la conception du questionnaire. Ce dernier cerne cinq contenus essentiels.

- Le premier concerne la connaissance de la conciliation vie professionnelle - vie familiale des fonctionnaires. Il est composé de quatre items
- Le second porte sur l'interférence de l'aménagement des horaires du travail sur la vie familiale du fonctionnaire et est composé d'un item
- Le troisième aborde l'influence de l'aménagement du temps de travail sur la motivation et est composé de trois items
- Le quatrième porte sur l'influence des tensions entre les rôles sur la motivation au travail. Il est composé de 4 items
- Le cinquième contenu concerne les caractéristiques socioprofessionnelles des enquêtés

En ce qui concerne la méthode qualitative, la mise en place d'un guide d'entretien nous a permis de faire des entretiens individuels avec deux secrétaires (un homme et une femme) et le Chargé des Ressources Humaines du ministère.

Ceci nous a permis non seulement d'approfondir la compréhension sur la thématique, mais aussi de nous assurer de l'effectivité des informations recueillies à base du questionnaire et d'expliciter au mieux les résultats.

2.3 Méthode D'analyse Des Donnés

Dans le cadre de la présente recherche, la méthode quantitative servira à vérifier la relation entre la conciliation vie professionnelle - vie familiale et la motivation des fonctionnaires au travail. Cette méthode est choisie car elle permet d'exprimer les données en langage quantitatif donc numérique. Pour effectuer cette analyse, il est utilisé le SPSS et la statistique spécifiquement utilisée est le Ki-deux.

En ce qui concerne les données qualitatives de la présente recherche, il est fait recours à l'analyse de contenu. L'analyse a porté essentiellement sur les discours issus des entretiens individuels avec les deux secrétaires et le Chargés des Ressources Humaines et s'est organisé autour des phases décrites par [20], à savoir: la pré-analyse, l'exploitation du matériel ainsi que le traitement des résultats, l'inférence et l'interprétation.

Nous précisons qu'une hypothèse ne sera admise comme pertinente ou confirmée que lorsque le pourcentage d'avis favorables est supérieur à 50 % sur le principe de la proportionnalité, et sur le principe du calcul de khi2, lorsque la valeur obtenue sera supérieure à celle lue.

3 Resultats

Dans cette partie, nous allons présenter les résultats obtenus afin de ressortir les informations nous permettant de vérifier l'atteinte des objectifs de l'étude.

3.1 Statistiques Descriptives Et Validation Des Hypothèses

3.1.1 Données Relatives À La Perception De La Conciliation Vie Professionnelle-Vie Familiale

Arrive-t-il que vos demandes professionnelles interfèrent avec votre vie familiale ou vie privée ?

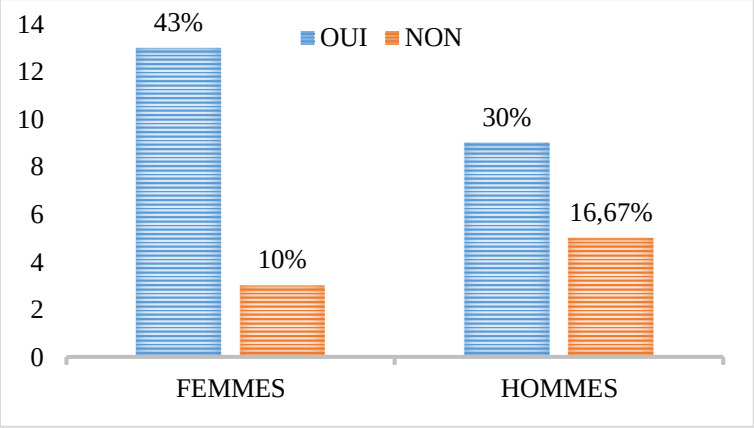


Fig. 1. Statistique descriptive liée à l`interférence des demandes professionnelles

A partir du résultat des donnée**s,** le khi2 calculé qui est de 3,281 est supérieur au Khi2 lu.

Avec un degré de certitude de 95 %, les répondants des deux sexes sont identiques par rapport à leurs réponses à la question relative à l'interférence des exigences professionnelles avec la vie familiale. Autrement dit, que l'on soit une femme ou un homme, les demandes professionnelles interfèrent sur la vie familiale.

3.1.2 Modification Des Plans Et Activités Familiaux En Faveur Des Obligations Professionnelles

Est-ce qu`il vous arrive de modifier vos plans et activités familiaux en raison de vos obligations professionnelles ?

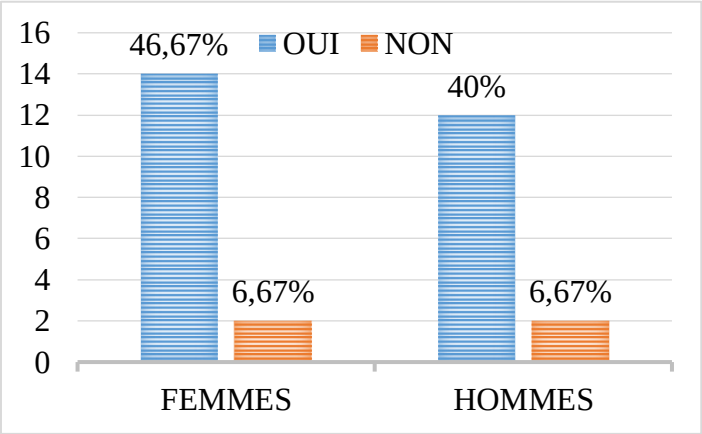


Fig. 2. Statistique descriptive liée à la modification des plans et activités familiaux

A partir du résultat des donnée**s,** le khi2 calculé est de 1,243 et donc supérieur au Khi2 lu**.**

Avec un degré de certitude d'environ 95 %, les répondants des deux sexes sont identiques par rapport à leurs réponses à la question relative à la modification des plans et activités familiaux en raison des obligations professionnelles. En d'autre termes, que l'on soit homme ou femme, il leur arrive de modifier les plans et activités familiaux en raison des obligations professionnelles.

3.1.3 L'influence De L'aménagement Des Horaires De Travail Sur La Motivation Au Travail

Tableau 1. Mesure de la validité de l'hypothèse 1

	Effectif	Pourcentage
Pas du tout d'accord	35	**58 %**
Pas d'accord	10	**17 %**
D'accord	10	**17 %**
Tout à fait d'accord	05	**8 %**
TOTAL	60	**100%**

L'hypothèse 1 devrait être vérifiée par l'item 8 qui stipule que « je suis satisfait des horaires de mes activités professionnelles, ce qui me permet de vaquer à mes occupations familiales »**.**

Les résultats du tableau indiquent que sur les 60 fonctionnaires, 45 (35+10) soit 75 % ne sont pas du tout d'accord des horaires de leurs activités professionnelles, 10 fonctionnaires soit 17% ne sont pas d'accord, 5 agents soit 8 % sont tout à fait d'accord et 10 autres soit 17 % sont d'accord des horaires de leurs activités professionnelles. Par ailleurs, le khi2 calculé qui est de 0,303 est largement supérieur à la valeur du khi2 lu. Ainsi, avec un degré de certitude de 95 %, les répondants sont en phase à la question relative à l'influence de l'aménagement du temps de travail sur le temps privé.

De ce résultat, on comprend que 75 % des répondants ne sont pas satisfait des horaires de travail; car cela ne les permet pas de vaquer à leurs occupations familiales. Ainsi, en tenant compte de ce résultat, nous pouvons confirmer à contrario que l'hypothèse selon laquelle l'aménagement du temps de travail améliore favorablement la motivation au travail est validée.

3.1.4 L'INFLUENCE DES TENSIONS ENTRE LES RÔLES SUR LA MOTIVATION AU TRAVAIL

Tableau 2. Mesure de la validité de l'hypothèse 2

	EFFECTIF	POURCENTAGE
Pas du tout d'accord	8	**13%**
Pas d'accord	12	**20%**
D'accord	18	**30%**
Tout à fait d'accord	22	**37%**
TOTAL	60	**100%**

L'hypothèse 2 devrait être vérifiée par l'item 10 qui stipule que « les tensions issues de l'interférence des vies professionnelle et familiale influence négativement ma motivation pour une meilleure performance ».

Les résultats du tableau indiquent que sur les 60 fonctionnaires interrogés 67 % (30+37) sont d'accord que les tensions issues de l'interférence de la vie professionnelle et la vie familiale influence négativement leur performance au travail, tandis que 33 % ne sont pas d'accord de l'influence de l'interférence de la vie professionnelle et familiale sur leur performance au travail. Par ailleurs, le khi2 calculé qui est de 0,248 est largement supérieur à la valeur du khi2 lu. Ainsi, nous pouvons affirmer que les répondants sont unanimes par rapport à la question relative à l'influence des tensions des sphères de vie sur la motivation au travail. En tenant donc compte du plus grand pourcentage de répondants (67 %), nous pouvons conclure que l'hypothèse selon laquelle les tensions entre les rôles influencent la motivation au travail, se trouve validée.

3.2 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS DES ENTRETIENS

Ce paragraphe présente la synthèse de l'entretien réalisé avec le Directeur des Affaires Administratives et Financières qui cumule la fonction Ressources Humaines. Pour rappel, il est utilisé à cet effet un guide d'entretien dont le but est de savoir comment celui-ci, dans sa gestion, arrive à gérer les problèmes liés à la conciliation vie professionnelle-vie familiale des fonctionnaires. L'entretien vise aussi à savoir quels moyens utilise-t-il pour palier à ces problèmes.

Le Chargé RH a abordé divers aspects. Tout d'abord dit-il: *« le ministère de l'Action Sociale de la Promotion de la Femme et de l'Alphabétisation ne dispose pas d'une politique en matière de conciliation vie professionnelle-vie familiale... ».*

«... s'agissant des contraintes familiales des agents dans l'organisation quotidienne de leur travail, elles sont prises en compte par le statut général de la fonction publique. Toutes les dispositions concernant cette organisation sont prévues par les articles 83 et 181 du statut de la fonction publique ». En effet, *«... ces textes précisent les conditions de travail et tous les salariés sont obligés de les respecter. En cas de force majeur, les raisons de santé, les permissions ou repos médicaux sont accordés...».*

«... Quant à ce qui concerne la satisfaction des agents sur la manière dont leur conciliation est équilibrée, étant donné qu'on ne dispose pas de politique en la matière, qu'ils soient satisfaits ou pas, ils sont tenus de faire avec... ».

«... Pour la gestion de leurs absences et à leur engagement au travail, on applique tout simplement le règlement en faisant alors recours aux textes du statut de la fonction publique notamment en son article 166... ».

Nous constatons à suffisance dans les propos du Directeur qu'institutionnellement rien n'est prévu pour gérer favorablement les difficultés de conciliation des sphères de vie des fonctionnaires. Seuls les textes du statut de la fonction publique semblent apparemment utilisés.

4 DISCUSSIONS

Dans cette section, nous allons établir un rapprochement entre les résultats de notre recherche et les travaux de quelques chercheurs dans des contextes différents aux nôtres d'une part, mais ce sera aussi l'occasion de faire ressortir les limites méthodologiques dont a souffert cette étude d'autre part.

La présente étude a le mérite d'avoir tenté de vérifier l'existence d'une relation entre la conciliation vie professionnelle-vie familiale et la motivation des fonctionnaires au travail**.**

Il ressort des résultats de l'analyse descriptive relative à la connaissance de la conciliation vie professionnelle - vie familiale présentés dans les figures 1 et 2 que:

- À la question relative à l'item « arrive- t-il que vos demandes professionnelles interfèrent avec votre vie familiale ou vie privée ?", nous avons constaté que les obligations professionnelles de la majorité des fonctionnaires interfèrent avec leur vie familiale;
- À la question relative à l'item « est ce qu'il vous arrive de modifier vos plans et activités familiaux en raison de vos obligations professionnelles ? », les résultats ont montré que généralement, les agents modifient leurs plans et activités familiaux en raison de leurs obligations professionnelles

Ces deux résultats corroborent les travaux de [21], qui trouvaient que la charge de travail et l'autonomie sont associées à la perception de l'équilibre des sphères de vie. Pour elle, plus la charge de travail est élevée physiquement, émotionnellement et mentalement, plus la perception de l'équilibre vie professionnelle-vie familiale diminue.

Ainsi, les résultats nous montrent que l'aménagement du temps de travail améliorerait favorablement la motivation des fonctionnaires au travail. Car, avons-nous constaté que le plus grand nombre des répondants (75 %) n'est pas d'accord ou satisfait des horaires consacrés à leur travail. Autrement dit, les horaires qu'ils consacrent à leurs activités professionnelles ne les permet pas de vaquer à leurs occupations familiales; ce qui impactent souvent directement ou indirectement leurs motivations au travail. Ceci s'exprime par des mécontentements et la lenteur dans le traitement des dossiers. Ce résultat corrobore en partie les travaux de [22] qui trouvait que la flexibilité des horaires, la charge de travail et l'autonomie sont des facteurs de l'organisation du travail qui expliquent le mieux la perception de l'équilibre vie professionnelle- vie familiale. Cela va aussi en partie dans le sens des travaux de [23] et de [24] selon lesquels, les mesures de conciliation emploi-famille les plus recherchées par les parents ayant de jeunes enfants ont trait à la flexibilité des horaires de travail. Ainsi, on peut comprendre que l'aménagement des horaires de travail peut améliorer la motivation des fonctionnaires au travail.

Pour ce qui concerne l'influence des tensions entre les sphères de vie sur la motivation au travail, les résultats du tableau N°2 nous révèle que les tensions entre les rôles influencent négativement la motivation au travail. Nous avons constaté que 67 % des fonctionnaires sont d'accord. Autrement dit, les tensions issues de l'interférence de la vie professionnelle et familiale influencent négativement la performance des fonctionnaires. Ce résultat vient corroborer en partie les travaux de [25] qui trouvaient que la conciliation vie professionnelle- vie familiale se distingue à travers le conflit inter-rôle où les exigences des rôles issus du travail et de la famille peuvent être mutuellement incompatibles.

Ainsi, à la question de départ cherchant à vérifier si la conciliation vie professionnelle-vie familiale exerce-t-elle une influence sur la motivation au travail, la réponse s'avère affirmative. L'ensemble des résultats obtenus valide le postulat de base selon lequel la conciliation vie professionnelle-vie familiale exerce une influence sur la motivation au travail chez les fonctionnaires du ministère cible.

Notons que les études portant chacune sur la conciliation vie professionnelle – vie familiale et la motivation au travail ne sont pas à leur début. Néanmoins, la présente étude que nous qualifions d'étude exploratoire menée sur 60 fonctionnaires du Ministère de l'Action Sociale, de la Promotion de la Femme et de l'Alphabétisation a le mérite d'être l'une des premières dans le contexte togolais à avoir tenté d'examiner la relation entre la conciliation vie professionnelle – vie familiale et la motivation au travail. Concernant l'échantillon de notre étude, nous n'avons eu que 67 sujets sur 93 qui étaient initialement prévus. Cela est dû au refus de certains agents de remplir le questionnaire par peur de représailles. D'autre par contre étaient carrément absents pour des raisons de missions. Ceci nous amène à dire que la généralisation de nos résultats doit se faire de façon très mesurée.

Sur le plan méthodologique, nous avons fait usage du questionnaire pour recueillir un grand nombre d'informations. Cependant, bien que la recherche fût menée avec un niveau de rigueur scientifique, elle présente quelques insuffisances. La première insuffisance est relative à la technique d'échantillonnage utilisée. En effet, l'usage de la technique d'échantillonnage non probabiliste utilisée ne permet pas de à ce niveau de généraliser les résultats sur toute la population des fonctionnaires relevant du ministère. Toutefois, en plus de cette technique, un entretien avec le Responsable en charge des Ressources Humaines du ministère a été effectué. Néanmoins, des entretiens en focus groupe nous auraient permis d'enrichir la thématique et donc, une meilleure explication des données quantitatives recueillies.

De plus cette étude a été effectuée uniquement au sein du cabinet à Lomé. Qu'en est-il des fonctionnaires relevant du ministère affectés et repartis sur toute l'étendue du territoire national? La seconde insuffisance de l'étude est relative au fait que l'étude s'est limitée à vouloir examiner la relation entre la conciliation vie professionnelle – vie familiale et la motivation au travail des fonctionnaires. D'autres recherches pourront chercher à connaître la relation qui peut exister entre la conciliation vie professionnelle – vie familiale et la qualité de vie professionnelle des fonctionnaires.

Au regard des résultats obtenus, il est suggéré aux autorités publiques de procéder à des de sensibilisations sur le respect scrupuleux des horaires de travail instaurer par la loi en vigueur à la fonction publique. En l'état actuel, rendre flexible les horaires en favorisant l'aménagement des heures de travail à travers l'instauration des journées continues dans les administrations publiques pourrait permettre aux fonctionnaires de mieux concilier leurs sphères de vies. Aussi, il est suggéré une répartition

objective et raisonnable des activités et tâches aux fonctionnaires dans le but de soulager les plus chargés afin qu'ils puissent aussi quitter les bureaux à temps pour pouvoir vaquer librement à leurs occupations familiales.

Quant aux fonctionnaires, qu'ils réalisent l'importance d'accorder une place aussi à leurs familles, en cherchant autant que possible à équilibrer les deux sphères de vie. Car, personne ne pourrait gérer à satisfaction leurs responsabilités familiales à leurs places.

5 CONCLUSION

Au terme de cette étude et au regard des résultats obtenus, la vie professionnelle et la vie familiale ne sont pas seulement deux « valeurs » ou deux domaines importants qui constituent à des degrés divers l'identité des personnes, mais, elles sont aussi et surtout deux mondes fortement « consommateurs de temps » [26]. L'investissement dans l'une des deux sphères peut être source de dysfonctionnement dans l'autre. Ces deux sphères sont ainsi devenus plus que jamais, des facteurs primordiaux de l'organisation de la vie sociale et organisationnelle où l'imbrication des temps sociaux semble être de l'ordre de « conflits » à résoudre et « compromis » à atteindre [27]. Ce n'est non plus d'un enrichissement entre les deux sphères de vie [28], et ce pour toutes les catégories socioprofessionnelles.

Par ailleurs, bien que les théories mettent en évidence le fait que les organisations jouent un rôle important dans la conciliation vie professionnelle - vie familiale, l'individu doit être conscient qu'il est le principal acteur de l'articulation de ses deux sphères.

Ce présent article avait pour objectif de vérifier l'existence d'une relation entre la conciliation vie professionnelle-vie familiale et la motivation des travailleurs. Ainsi, cette recherche effectuée à l'aide d'un questionnaire, a porté sur 60 fonctionnaires du ministère de l'Action Sociale, de la Promotion de la Femme et de l'Alphabétisation. Les données recueillies et traitées à l'aide du logiciel SPSS 20, ont permis d'aboutir à des résultats tout à fait intéressants:

- L'aménagement du temps de travail pourrait améliorer favorablement la motivation des fonctionnaires;
- Les tensions entre les rôles influencent négativement la motivation des agents au travail

Les deux hypothèses étant validées, nous confirmons par ricochet l'existence d'une relation entre la conciliation vie professionnelle-vie familiale et la motivation au travail.

Cette recherche qui ne s'est intéressée qu'à établir le lien entre la conciliation vie professionnelle - vie familiale et la motivation des fonctionnaires a permis de faire des propositions allant dans le sens de l'amélioration de l'équilibre de la conciliation des deux sphères de vie.

REFERENCES

[1] Vallée, A., Artus, F., Delbecq, V., Demeuse, M., "Adultes en reprise d'études universitaires: profils personnel et d'engagement selon le choix de la "filière-horaire"". *22e Colloque international de l'Association pour le Développement des Méthodologies d'Evaluation en Education (ADMEE-Europe*), Braga, Portugal. pp.74-88. 2013.

[2] Guérin G., St-Onge S., Haines V., Trottier R. et Simard M. "Les pratiques d'aide à l'équilibre emploi-famille dans les organisations au Québec", *Relations Industrielles*, vol. 52, n°2, p.274-301, 1997.

[3] Aryee S., "Dual-earner couples in Singapore: an examination of work and non-work sources of their experienced burnout", *Human Relations*, vol. 46, n°12, p.1441-1468, 1993

[4] Jaguis A., "la reconnaissance au travail, gage de la satisfaction des employés au travail : Cas de NSIA VIE Assurance" Lomé, 2014.

[5] Bureau fédéral de l'égalité (2003) rapport 3.

[6] Tremblay, D.-G., Najem, E. &Paquet, R., " Articulation emploi-famille et temps de travail : De quelles mesures disposent les travailleurs canadiens et à quoi aspirent ils?" *Enfance, Famille et générations,* n°4, 2006.

[7] Tremblay, D-G., "Être parent et avocat : les défis de la conciliation travail-famille pour la progression professionnelle", *Revue Regards sur le travail*, Vol.10, n° 1, 2014.

[8] Huselid, M. A. "The impact of human resource management practices on turnover, productivity, and corporate financial performance". *Academy of management journal*, 38(3), 1995.

[9] Greenhaus, JH., Beutell, NJ., "Sources of Conflict Between Work and Family Roles". *Academy of management review,* 1985.

[10] Frone, MR., Russell, M., Cooper ML., "Antecedents and outcomes of work-family Conflict : testing a model of the work-family interface".*Journal of applied psychology,* 1992.

[11] Ernst, E., Kossek, Ozeki, C., "Work–family conflict, policies, and the job–life satisfaction relationship: A review and directions for organizational behavior–human resources research". *Journal of Applied psychology*, 1998.

[12] Guérin G., Wills T., "La carrière, point de rencontre des besoins individuels et organisationnels" *Revue de Gestion des Ressources Humaines*, vol. 5/6, 1993, pp. 13-30.
[13] Tremblay, D.-G., Najem, E. &Paquet, R., "Articulation emploi-famille et temps de travail : De quelles mesures disposent les travailleurs canadiens et à quoi aspirent ils?" *Enfance, Famille et générations,* n°4, 2006.
[14] Guérin G., St-Onge S., Haines V., Trottier R. et Simard M., "Les pratiques d'aide à l'équilibre emploi-famille dans les organisations au Québec", *Relations Industrielles*, vol. 52, n°2, 1997.
[15] Ouyi, B., "Impact de la gestion de carrières sur la conciliation vie privée-vie professionnelle des salariés en couple à double carrière". *Ingénierie culturelle*. N°008 2019.
[16] Guérin G., Wills T., "La carrière, point de rencontre des besoins individuels et organisationnels". *Revue de Gestion des Ressources Humaines*, vol. 5/6, 1993, pp. 13-30.
[17] Tremblay, D.-G., "Conciliation emploi-famille et temps sociaux". *Presses de l'Université du Québec*, 2009.
[18] Tremblay, DG., Amherdt, CH., "Articulation emploi-famille, mesures de conciliation et temps de travail: observations et différences selon le sexe". alice.teluq.uquebec.ca. 2003.
[19] Tremblay, D-G., "Être parent et avocat : les défis de la conciliation travail-famille pour la progression professionnelle". *Revue Regards sur le travail*, Vol.10, n° 1, 2014.
[20] Wanlin, P., "L'analyse de contenu comme méthode d'analyse qualitative d'entretiens : une omparaison entre les traitements manuels et l'utilisation de logiciels". *Recherches qualitatives*, 2007.
[21] Micheline B., "les facteurs de l'organisation de travail : perception de l'équilibre vie professionnelle-vie familiale chez les femmes" 2008.
[22] Micheline B., "les facteurs de l'organisation de travail : perception de l'équilibre vie professionnelle-vie familiale chez les femmes". 2008.
[23] Tremblay, D.-G., "Conciliation emploi-famille et temps sociaux ", Presses de l'Université du Québec, 2009.
[24] Sophia B., "Le conflit vie professionnelle/vie privée et la satisfaction : le cas des conjoints de militaires navigants". *RIMHE* : *Revue Interdisciplinaire Management, Homme & Entreprise* n°18, 2015.
[25] Garner H., Méda D. et Sénik C., "La difficile conciliation entre vie professionnelle et vie familiale", *DARES, Premières Synthèses*, n°50.3, 2004.
[26] Ouyi B., "Impact de la gestion de carrières sur la conciliation vie privée-vie professionnelle des salariés en couple à double carrière", *Ingénierie culturelle*. N°008 2019.
[27] Tremblay, D.-G., "Temps professionnel et temps personnel, aux frontières du management : une comparaison France – Québec", Communication aux 3e États généraux du management, Strasbourg, les 11-12 octobre 2012.
[28] St-Onge S., Renaud S., Guérin G. et Caussignac E., "Vérification d'un modèle structurel à l'égard du conflit travail-famille", *Relations Industrielles*, vol. 57, n°3, 2002.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1170-1177
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Discours décentralisateur et pratique centralisatrice au Congo-Kinshasa: Contrôle administratif des Entités Territoriales Décentralisées mis en relief

[Decentralizing discourse and centralizing practice in Congo-Kinshasa: A highlight on Administrative control of Decentralized Territorial Entities]

Clément KILUTU KAKODI[1] and Jefferson ABDALLAH PENE MBAKA[2]

[1]Doctorant en Sciences Politiques et Administratives, et Chef de Travaux, Université de Kinshasa, RD Congo

[2]Docteur en Sciences Politiques et Administratives, et Professeur Associé, Université de Kisangani, RD Congo

Copyright © 2023 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 Congo-Kinshasa, the relationships between decentralized territorial entities (ETD) with the State and the province are mainly settled by organic law n ° 08/016 of October 07, 2008. However, concerning the supervision on the acts of these entities Territorial, there is a paradox between the provisions of articles 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102 and 103, and the facts on the ground. A centralizing logic is observed in the management of the municipalities of the city of Kinshasa, instead of an accompanying logic, as recommended by the legislator. This is why, this reflection engages, first, to retrace the general physiognomy of ETD under organic law n ° 08/016; Then, apprehends the actual content of control over the acts of ETDs and, finally, the critic through a few cases.

KEYWORDS: Centralization, Decentralization, Decentralized territorial entity, Administrative control, Act.

RESUME: Au Congo-Kinshasa, les rapports entre les Entités Territoriales Décentralisées (ETD) avec l'Etat et la Province sont principalement réglés par la loi organique n°08/016 du 07 Octobre 2008. Cependant, concernant la tutelle sur les actes de ces entités territoriales, il s'observe un paradoxe entre les dispositions des articles 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102 et 103, et les faits sur terrain. Il s'observe une logique centralisatrice dans le pilotage des communes de la Ville de Kinshasa, au lieu d'une logique accompagnatrice, telle que préconisée par le législateur. C'est pourquoi, cette réflexion s'adonne, d'abord, à retracer la physionomie générale des ETD sous la loi organique n°08/016; ensuite, appréhende le contenu réel du contrôle sur les actes des ETD et, enfin, le critique à travers quelques cas de figure.

MOTS-CLEFS: Centralisation, Décentralisation, Entité Territoriale Décentralisée, Contrôle administratif, Acte.

1 INTRODUCTION

Treize ans après la promulgation de la loi organique n° 08/016 du 07 octobre 2008 portant composition, organisation et fonctionnement des Entités Territoriales Décentralisées ainsi que leurs rapports avec l'Etat et les Provinces, la gouvernance des entités sus-visées, constitue une réelle préoccupation pour les chercheurs que nous sommes, car ce texte a constitué, à première vue, une avancée substantiellement significative dans le processus de décentralisation.

Au sujet des rapports entre la Province et les Entités Territoriales Décentralisées, la loi sus-évoquée dégage les différents types de contrôle, dont principalement les actes de ces dernières devant être soumis au contrôle *a priori* et *a posteriori* au Gouverneur de Province.

Corresponding Author: Clément KILUTU KAKODI

En effet, les actes des vingt-quatre communes de la Ville de Kinshasa devraient, *ipso facto,* être soumis au contrôle *a priori* et *a posteriori,* outre le contrôle politique et le contrôle juridictionnel préconisés.

Cependant, une sorte de paradoxe s'illustre bien entre les prescrits légaux et les faits sur terrain. Comme si les dispositions des articles 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102 et 103 de la loi organique n°08/016 ne sont pas bien appréhendées, tant par l'autorité tutélaire que par les dirigeants des ETD eux-mêmes. Une logique centralisatrice s'illustre à tout bout de champs, au lieu d'une logique accompagnatrice, telle que préconisée par le législateur.

C'est pourquoi, à travers cette réflexion, nous nous adonnons, d'abord, à retracer la physionomie générale des ETD sous la loi organique n°08/016; ensuite, appréhender le contenu réel du contrôle sur les actes des ETD et, enfin, critiquer son exercice au sein des ETD de la Ville de Kinshasa.

2 PHYSIONOMIE GENERALE DES ENTITES TERRITORIALES DECENTRALISEES SOUS LA LOI ORGANIQUE N° 08/016 DU 07 OCTOBRE 2008

Cet axe porte essentiellement sur l'examen des Entités Territoriales Décentralisées sous la loi organique n° 08/016 du 07 octobre 2008.

En République Démocratique du Congo, le constituant du 18 février 2006 consacre la décentralisation et détermine les Entités Territoriales Décentralisées qui sont: la ville, la commune, le secteur et la chefferie.

Pour la CTAD[1], il faut entendre par ville, tout chef-lieu de province, toute agglomération d'au moins 100 000 habitants disposant des équipements collectifs et des infrastructures économiques et sociales à laquelle un décret du Premier ministre aura conféré le statut de ville.

Pour la loi organique n° 08/016 du 07 octobre 2008, la commune correspond à tout Chef-lieu de territoire, une subdivision de la ville et tout groupement humain ayant au moins 20.000 habitants.

Le secteur est un ensemble généralement hétérogène de communautés traditionnelles indépendantes, organisées sur base de la coutume. Il a à sa tête un chef élu et investi par les pouvoirs public.

La chefferie est un ensemble généralement homogène de communautés traditionnelles organisées sur base de la coutume et ayant à sa tête un chef désigné par la coutume, reconnu et investi par les pouvoirs publics.

Ces Entités Territoriales Décentralisées sont dotées de la personnalité juridique, jouissent de la libre administration et de l'autonomie de gestion de leurs ressources économiques, humaines, financières et techniques.

La loi organique sus-évoquée qui régit les entités territoriales décentralisées et leurs rapports avec l'Etat et les provinces, détermine les compétences, l'organisation et le fonctionnement de chacune de ces entités.

Les organes de la ville sont le Conseil urbain et le Collège exécutif urbain. Pour la commune, il y a le Conseil communal et le Collège exécutif communal. Pour le Secteur et la Chefferie, la loi organique a prévu le Conseil de Secteur ou de Chefferie et le Collège exécutif du Secteur ou de Chefferie.

Par ailleurs, la loi organique[2] dispose que les finances d'une ETD sont distinctes de celles de la province et donne les catégories des ressources de ces dernières qui comprennent les ressources propres, celles provenant des recettes à caractère national, de la caisse nationale de péréquation et des ressources exceptionnelles.

En effet, les ressources propres des ETD sont: l'impôt personnel minimum, les recettes de participation c'est-à-dire, des parts qu'elles prennent dans les entreprises publiques, sociétés d'économie mixte et les associations momentanées à but économique, c'est-à-dire des taxes et droits locaux sont des taxes d'intérêt commun ainsi que les prélèvements spécifiques établis par chaque ETD sur les matières non imposées par le pouvoir central.

Les ETD ont droit à 40% des recettes sur les 40% des recettes à caractère national accordées aux provinces par la constitution. La répartition n'est pas automatique. C'est l'édit du Gouverneur qui fixe le montant et tenant compte de la capacité de production, de la superficie et du volume de la population de chaque ETD.

[1] Cellule Technique d'Appui à la Décentralisation « CTAD », *La décentralisation en bref*, Mai 2013, p. 37.
[2] Pour plus de précision, lire les articles 108 – 119 de la loi organique n°08/016 du 07 octobre 2008.

Conformément à l'article 181 de la constitution du 18 février 2006, chaque ETD peut bénéficier des ressources provenant de la caisse nationale de péréquation. En outre, elle peut recourir aux emprunts intérieurs pour financer ses investissements en tout état de cause, les ETD bénéficient des dons, des legs, des libéralités à titre des ressources exceptionnelles.

Eu égard à ce qui précède, la lecture minutieuse de la loi organique n°08/016 du 07 octobre 2008, illustre bien la volonté manifeste du gouvernant de pouvoir décliquer réellement le développement par le bas. Mais, les dispositions légales telles que présentées ci-dessus, restent essentiellement intentionnelles et non factuelles. Les communes de la Ville de Kinshasa n'ont pas encore changé de physionomie. Elles évoluent toujours avec leurs structures d'antan.

3 APPREHENSION DU CONTROLE DES ACTES DES ENTITES TERRITORIALES DECENTRALISEES

A travers cet axe, nous analysons les rapports qui existent entre la Province et les ETD, en nous focalisant sur le contrôle opéré sur les actes des ETD, tel que préconisé par les dispositions de la Loi organique n°08/016 du 07 Octobre 2008.

En effet, trois types de contrôle sont à retenir au niveau des ETD congolaises, à savoir: politique, juridictionnel et administratif. Et, c'est le dernier type qui concerne principalement cette réflexion.

3.1 CONTRÔLE POLITIQUE

Ce contrôle est exercé par l'organe délibérant de chaque Entité Territoriale Décentralisée sur le collège exécutif de celle-ci. L'organe délibérant utilise généralement les mêmes outils d'information et de contrôle que l'Assemblée provinciale.

3.2 CONTRÔLE JURIDICTIONNEL

La CTAD[3] note que le contrôle juridictionnel est une forme de contrôle des décisions des organes exécutifs (et parfois législatifs) au niveau national, provincial et local, par les organes du système judiciaire. Le rôle essentiel des juridictions administratives est de juger et de contrôler le respect de la légalité des décisions administratives et de régler les conflits entre l'administration et ses usagers.

Dans ce cas, les dispositions de la loi organique n°08/016 du 07 Octobre 2008 stipulent que les ressources propres d'une entité territoriale décentralisée comprennent l'impôt personnel minimum, les recettes de participation, les taxes et droits locaux. Le budget d'une entité territoriale décentralisée est intégré en recettes et en dépenses, dans le budget de la province, conformément aux dispositions de la loi financière.

Ainsi, l'article 107 de la loi organique susvisée préconise que les comptes des entités territoriales décentralisées sont soumis au contrôle de l'Inspection Générale des Finances et de la Cour des comptes.

En outre, le contrôle juridictionnel devrait s'exercer également sur les actes des entités territoriales décentralisées. Pour la CTAD[4,] les cours et tribunaux compétents pour exercer ce contrôle juridictionnel ont été créés par la Constitution. Il s'agit de juridictions de l'ordre administratif. Le conseil d'état, les cours administratives d'appel et les tribunaux administratifs seront installés en province pour exercer le contrôle de légalité des actes des autorités des entités territoriales décentralisées.

Ce qui insinue que toute personne qui considère qu'une décision de l'organe délibérant ou exécutif d'une entité territoriale décentralisée est entachée d'illégalité, a le droit de saisir le tribunal compétent pour obtenir l'annulation de la décision illégale et même pour obtenir réparation des préjudices subis.

3.3 CONTRÔLE ADMINISTRATIF OU TUTELLE

Lorsque le pouvoir central (ou national) transfère une partie de ses compétences aux entités territoriales dans le cadre d'un processus de décentralisation, il se réserve, toujours, le droit de contrôler l'usage qui est fait de ces pouvoirs concédés. Il s'agit bien de la tutelle administrative.

[3] Cellule Technique d'Appui à la Décentralisation « CTAD », *op. cit.*, p. 90.
[4] Cellule Technique d'Appui à la Décentralisation « CTAD », *op. cit.*, p. 90.

Les entités décentralisées, bien que pourvues d'une autonomie de gestion plus ou moins large, restent soumises à l'ensemble des lois et règlements édictés par le pouvoir central dans le cadre de ses compétences résiduaires.

Dans le cas précis, le contrôle administratif s'exerce *mutatis mutandis* comme au niveau de la province. La tutelle exercée par le gouverneur de province sur les actes des entités territoriales décentralisées constitue aussi un contrôle administratif.

Rappelons que par tutelle, la CTAD[5] retient un ensemble des pouvoirs limités accordés par la loi ou en vertu de celle-ci à une autorité supérieure afin d'assurer le respect du droit et la sauvegarde de l'intérêt général contre l'inertie, les excès et les empiètements des entités territoriales décentralisées.

Selon G. PEISER[6,] c'est l'ensemble des pouvoirs de contrôle accordes par la loi à une autorité supérieure sur les agents des collectivités décentralisées et sur leurs actes dans un but de protection de l'intérêt général.

Le pouvoir administratif de contrôle consiste, d'abord, à apprécier la conformité ou non des actes des ETD au regard de la constitution, des lois de la République ainsi que de la règlementation en vigueur. On parle, dans ce cas, du contrôle de la légalité. Ensuite, il est question d'examiner la conformité des actes des ETD aux principes généraux d'une saine gestion et des normes économiques, sociales, politiques et administratives. On parle dans ce cas du contrôle de qualité.

Quant au pouvoir administratif d'appui-conseil, il constitue une mission obligatoire de l'Etat qui incombe au Gouverneur de Province et à l'Administrateur du Territoire en leur qualité de représentant de l'Etat en Province et qui consiste à mettre, à titre gratuit ou payant, l'expertise de l'Etat à la disposition des ETD en vue de l'exercice correct de leurs compétences (attributions).

Ce contrôle consiste à:

- Préserver et consolider la légalité et l'unité nationale mises à mal par des guerres successives;
- Veiller à ce que les etd exercent leurs attributions en faveur de la population tout en respectant la constitution, les lois et règlements du pays;
- Préserver les droits légaux des citoyens contre d'éventuels détournements de pouvoir de la part des autorité locales et veiller au respect de principe d'égalité des citoyens devant la loi;
- Protéger les biens et deniers publics contre les abus de toute nature;
- Apporter un appui-conseil aux etd dans l'exercice de leurs attributions respectives

Les dispositions de la loi organique n°08/016 du 07 octobre 2008 préviennent que le contrôle de tutelle en RDC revêt deux aspects essentiels, à savoir:

- Le contrôle de la légalité des actes des ETD;
- L'appui-conseil aux ETD

En effet, la mission de contrôle de la légalité des actes des ETD est confiée au Gouverneur de Province avec possibilité, pour lui, de déléguer formellement cette compétence à l'Administrateur de Territoire. Ce contrôle peut être a priori ou a posteriori[7]. Les actes suivants sont soumis à un contrôle a priori[8]:

- L'élaboration de l'avant-projet du budget afin de valider la comptabilité avec les hypothèses macro-économiques retenues dans les prévisions du budget national, les projections de recettes et la mise en compte des dépenses obligatoires;
- La création des taxes et l'émission d'emprunt conformément à la loi sur la nomenclature des taxes et la loi financière;
- La création des entreprises industrielles et commerciales, la prise de participation dans les entreprises;
- La signature des contrats comportant des engagements financiers sous différentes formes de prises de participation;
- Les règlements de police assortis de peine de servitude pénale principale;

[5] *Idem*.

[6] G. PEISER, *Droit Administratif : les Actes administratifs, organisation administrative, police et service public, responsabilité et contentieux administratif*, 19e éd, Dalloz, Paris, 1998, p.98.

[7] Articles 95 et 96 de la Loi organique n°08/016 du 07 Octobre 2008 sur les ETD.

[8] Article 97 de la Loi organique n°08/016 du 07 Octobre 2008 sur les ETD.

- L'exécution des travaux sur les dépenses d'investissement du budget de l'etat comme maître d'ouvrage délégué;
- Les actes et les actions pouvant entraîner des relations structurées avec les etats étrangers, quelle qu'en soit la forme;
- La décision de recours à la procédure de gré, par dérogation aux règles de seuil et de volume des marchés normalement soumis aux procédures d'appel d'offre, dans le respect de la loi portant code des marchés publics

Tous les autres actes sont soumis à un contrôle a posteriori.

Les dispositions des articles 98 à 100 de la loi organique n°08/016 du 07 Octobre 2008 stipulent que les actes soumis au contrôle a *priori* sont transmis au Gouverneur de Province avant d'être soumis à délibération ou à exécution. L'autorité de tutelle dispose de vingt jours à compter de la réception du projet d'acte concerné pour faire connaitre ses avis. Passé ce délai, le projet d'acte est soumis à délibération ou à exécution. La décision négative de l'autorité de tutelle est motivée. Elle est susceptible de recours administratif ou juridictionnel. Le silence de l'autorité de tutelle endéans trente jours constitue une décision implicite de rejet. Dans ce cas, l'Entité Territoriale Décentralisée peut former un recours devant la Cour administrative d'appel de son ressort.

Ainsi, le gouverneur de province organise, au moins une fois l'an, une réunion avec les chefs des exécutifs des entités territoriales décentralisées en vue de leur permettre de se concerter et d'harmoniser leurs points de vue sur les matières relevant de leurs attributions.

Suivant les dispositions de l'article 102 de la Loi organique n°08/016 du 07 octobre 2008 portant composition, organisation et fonctionnement des ETD et leurs rapports avec l'Etat et les Provinces, en plus de la tutelle, le gouverneur de province appuie les ETD dans la mise en œuvre de leurs compétences décentralisées en disposant des services techniques ci-après:

- La planification et l'élaboration des projets;
- Les travaux publics et le développement rural;
- L'agriculture, la pêche et l'élevage;
- La santé;
- L'éducation;
- L'environnement et les nouvelles sources d'énergie;
- Les finances et le budget;
- Les services démographiques et les statistiques de la population

Par ailleurs, pour l'exécution des travaux d'intérêt local, l'autorité locale (Maire, Bourgmestre, Chef de Secteur ou Chef de Chefferie) peut réquisitionner, conformément à la loi, les services des organismes de l'Etat ou de la province installés dans son ressort.

Eu égard à ce qui précède, il est indiqué que l'appui-conseil vise à développer les capacités tant des organes que des administrations des ETD pour assumer avec succès leur rôle dans la promotion du développement économique et social local. Cet appui-conseil se réalise par[9]:

- Des actions de formation en leur faveur;
- Des actions d'information;
- Des actions de mise en réseau pour favoriser un apprentissage collectif des etd en matière de bonnes pratiques de la gouvernance locale, dont celle de maîtrise d'ouvrage;
- De la mise en valeur des actions et expérimentations pilotes réussies (capitalisation des expériences et voyages d'études);
- De la mise en commun des efforts pour favoriser la compréhension et la transparence mutuelle des responsables des etd et des services déconcentrés, relative aux questions et défis pratiques de la gestion des etd

En effet, le gestionnaire de l'ETD doit savoir que l'appui-conseil est une prestation des services déconcentrés de l'Etat en faveur de son entité. Dans ce cas, il a un coût.

[9] Ministère de l'Intérieur, Sécurité, Décentralisation et Affaires Coutumières, *Guide à l'usage des Autorités territoriales*, Kinshasa, mai 2013, pp.108-109.

Cependant, l'appui-conseil peut être gratuit ou payant. Il est gratuit dans la mesure où l'Entité Territoriale Décentralisée ne paie rien au service déconcentré et à son personnel qui fournit la prestation. Cette gratuité peut se traduire notamment par:

- La fourniture de renseignements ou informations ainsi que de documents préexistants non volumineux;
- La participation ponctuelle du personnel des services déconcentrés à des réunions initiées par l'etd

L'appui-conseil est payant dans les cas suivants:

- La reproduction de documents volumineux;
- L'élaboration des cartes et des documents techniques spécifiques (plan, projets, manuels de procédures...);
- L'exécution ou le suivi de travaux (construction, aménagement,...)

4 APPREHENSION FACTUELLE DU CONTROLE ADMINISTRATIF OPERATIONNALISE SUR LES ETD DE KINSHASA

Rappelons que cette réflexion porte essentiellement sur le contrôle administratif des actes des communes de la Ville de Kinshasa. Cette tutelle, reconnue substantiellement au Gouverneur de la Ville, peut être *a priori* tout comme *a posteriori*.

Dans ce cas, huit actes sont soumis à un contrôle *a priori* et les autres, sans que la loi organique ne les énumère, sont soumis à un contrôle *a posteriori*.

Après examen minutieux des dispositions de l'article 97 de la loi organique n°08/016 du 07 octobre 2008, il sied de reconnaitre que tous ces actes ne sont pas encore véritablement activés par les Entités Territoriales Décentralisées de la Ville de Kinshasa. D'ailleurs, rien n'a changé dans la structure fonctionnelle de ces communes. Elles continuent à fonctionner comme des entités déconcentrées.

Sur les huit actes retenus pour le contrôle *a priori,* il appert, d'après nos échanges avec quelques responsables municipaux, que le focus est plus axé sur l'élaboration de l'avant-projet de budget, la création de quelques taxes, la signature de quelques contrats comportant des engagements financiers sous différentes formes de prises de participation, les actes et les actions pouvant entraîner des relations structurées avec les Etats étrangers, les entités territoriales des Etats étrangers, quelle qu'en soit la forme.

En effet, nous sommes désagréablement surpris du fait que l'élaboration de l'avant-projet du budget communal passe avant tout par le gouverneur de province, afin de valider la comptabilité avec les hypothèses macroéconomiques retenues dans les prévisions du budget national, les projections de recettes et la prise en compte des dépenses obligatoires.

En principe, l'avant-projet ou le projet du budget communal devraient être soumis à l'appréciation du conseil municipal qui est à la fois l'organe délibérant et l'autorité budgétaire. Avec la prochaine installation des organes délibérants au sein des communes de la Ville de Kinshasa, cet exercice, truffé de plusieurs conflits d'intérêt, pourra occasionner des départs intempestifs des bourgmestres. Les élus locaux seront prêts à ne jurer que sur l'autonomie de leurs communes.

En ce qui concerne la procédure de l'avant-projet du budget, E. KASONGO MUNGONGO[10] note que les responsables des exécutifs des communes sont obligés, accompagnés des responsables des centres d'ordonnancement, de se présenter et de défendre leurs projets de budget devant la commission instituée à cette fin par la Division urbaine des finances, précisément le Bureau chargé de l'évaluation et du suivi des budgets communaux. Ce sont ces projets de budgets approuvés par l'autorité urbaine qui deviennent les budgets des communes pour l'exercice concerné.

Il faut admettre que l'examen et l'approbation des budgets communaux prennent d'habitude beaucoup de temps. Il y a une obligation pour les responsables politico-administratifs des communes de s'exécuter dans le délai, étant donné que le budget de la Ville province de Kinshasa intègre dorénavant ceux des communes.

A ce sujet, il y a lieu de préciser que l'exécution du budget des collectivités publiques démarre généralement après l'autorisation reçue par l'organe exécutif, en séance plénière, de l'organe délibérant. A ce propos, Loïc PHILIP[11] affirme que pour les autres personnes publiques, l'autorisation apparaît, à la fois, comme une application des règles démocratiques et comme une conséquence de la décentralisation territoriale ou technique.

[10] E. KASONGO MUNGONGO, *Gouvernance des entités territoriales décentralisées. Défis et enjeux de la gestion des finances publiques communales à Kinshasa,* Ed. L'Harmattan, Paris, 2019, p. 227.
[11] L. PHILIP, *Finances publiques*, Ed. Cujas, Paris, 1983, p. 162.

Et, pour G. BAKANDEJA wa MPUNGU[12], ce principe est d'une sagesse financière évidente et vise à assurer l'efficacité de la division du travail et le refus de monopole par un même individu devant réaliser toutes les opérations.

A dire vrai, le dérapage ici constaté, est consécutif à la non-organisation de l'élection des membres des organes locaux, et particulièrement celle des membres de l'organe délibérant. En tant que bénéficiaires de mandat, les élus sont souvent liés à leurs électeurs qui les ont portés au pouvoir. Par conséquent, ils auront donc l'obligation de rendre compte de leur gestion à leurs électeurs, de peur d'être décriés, voire déchus.

En matière de la création des taxes, il est utile de souligner que le gouverneur intervient dans l'approbation. Au lieu que ce dernier donne ses avis avant même l'élaboration ou la mise en œuvre d'une telle ou telle autre taxe, il est institué un système d'approbation.

A en croire les propos de certains secrétaires communaux, seuls les contrats à signer entre les communes et d'autres organismes sont soumis au contrôle *a priori* du gouverneur. Cependant, ce dernier prend souvent le temps de faire traiter lesdits contrats par ses services techniques pour des éventuels avis et considérations. C'est à l'issue d'un examen minutieux de ces contrats que le gouverneur émet sa décision finale. Ce qui désempare certains cocontractants des communes, car ils trouvent cette façon de faire comme un obstacle à la célérité administrative.

En outre, bien que l'alinéa 3 de l'article 97 donne l'opportunité aux communes de la Ville de Kinshasa, comme toutes les autres ETD, de soumettre les actes de création d'entreprises industrielles et commerciales, voire la prise de participation dans les entreprises. Cependant, aucune d'entre elles ne s'est lancée dans le business, craignant souvent la léthargie ou toute autre forme de phagocytage.

Eu égard à ce qui précède, notons que le contrôle est d'une importance capitale au regard des effets qu'il peut produire par rapport à la gouvernance des entités territoriales décentralisées, en général, et des communes, en particulier. Il est, en effet, de nature à amener les autorités de ces entités à ne pas abuser des pouvoirs leur dévolus par la loi. Il peut, en outre, inciter lesdites autorités à bien gérer leurs entités afin d'éviter que le rapport qui découlera du contrôle ne leur soit pas défavorable.

Aux termes des articles 93 et 94 de la loi organique précitée, les Bourgmestres sont des autorités exécutives locales et représentent l'Etat et la Province dans leurs juridictions respectives. Ils assument, à ce titre, la responsabilité du bon fonctionnement des services de l'Etat et des services provinciaux dans leurs entités et assurent la bonne marche de leurs administrations respectives. Ils coordonnent et supervisent, dans leurs entités respectives, les services qui relèvent de l'autorité du pouvoir central ou de la Province.

Cependant, sur terrain, il s'illustre toujours des pratiques centralisatrices auxquelles les Bourgmestres adhèrent facilement, au lieu de les décrier. Les gouverneurs foulent souvent aux pieds, les compétences reconnues aux communes, en procédant, le plus souvent, à la matérialisation de certains projets d'intérêt purement local, notamment la voirie municipale, l'aménagement de certains parkings, de certains centres de santé,...

Cependant, les bourgmestres réagissent le plus souvent que quand il s'agit des questions d'avantages particuliers. Cela a été observé à travers le bras de fer qui a eu entre le Gouverneur NGOBILA et les bourgmestres « sortants", au sujet des avantages propres à ces derniers. En effet, « quelques bourgmestres sortants de la ville de Kinshasa ont adressé un mémo au Président de la République, Félix TSHISEKEDI, au terme de leur mandat. Ils accusent le gouverneur Gentiny NGOBILA de détourner leurs indemnités de sortie, alors qu'il ne les a pas payés pendant 13 mois. Ces anciens bourgmestres refusent, en outre, de restituer les Jeeps Land Cruiser, soutenant que c'est sur initiative du Gouverneur André KIMBUTA qu'elles ont été achetées, à leurs noms et sur leurs demandes. Au même moment, le personnel politique de son gouvernement provincial, dont les membres des cabinets, sont impayés depuis plus de 23 mois »[13].

5 CONCLUSION

Les rapports entre les ETD avec l'Etat et la Province sont réglés par des textes légaux appropriés, dont le plus important, de nos jours, reste la loi organique n°08/016 du 07 Octobre 2008. Cette loi prévoit que le Gouvernement central assure, à travers

[12] G. BAKANDEJA wa MPUNGU, *Droit des finances publiques*, Ed. Noraf, Kinshasa, 1987, p. 165.
[13] Lire http://www.congo-press.com (MCP) / mediacongo.net, page consultée en décembre 2022.

le Gouverneur de Province, la tutelle sur les actes des Entités Territoriales Décentralisées et à ce titre, leur apporte l'appui-conseil et technique.

Cependant, malgré la personnalité juridique, la libre administration et l'autonomie de gestion dont jouissent les communes de la Ville de Kinshasa, il y a lieu de noter les goulots d'étranglement centralisateurs qui s'illustrent mieux à travers la tutelle qu'effectue le Gouverneur de Province sur les actes de ces dernières.

Au lieu d'accompagner les initiatives des communes à travers les différents actes soumis au contrôle *a priori* ou *a posteriori,* les gouverneurs se substituent souvent en leurs lieux et places, en étouffant, les compétences légales. Ils se lancent dans l'un tout comme dans l'autre projet d'intérêt purement communal, au détriment de l'une ou l'autre commune qui pouvaient avoir les capacités techniques ou fonctionnelles requises. Ce qui nous fait comprendre que la tutelle prévue dans les dispositions de la loi organique susvisée, constitue une forme centralisatrice de gouvernance des communes en RD. Congo. Ce qui nous pousse à nous interroger si cela est fait à dessein ou par ignorance ?

Ainsi, les défis pour la réussite de la décentralisation en RDC, restent: l'appropriation de la décentralisation par les acteurs et la population, la volonté politique, l'implication de tous, l'existence d'une vision commune, la progressivité dans la démarche, la bonne gouvernance locale, le financement, le renforcement des capacités des différents acteurs et mandataires, l'organisation des élections provinciales, urbaines, municipales et locales et la culture de résultats.

REFERENCES

[1] BAKANDEJA wa MPUNGU, G., *Droit des finances publiques,* Ed. Noraf, Kinshasa, 1987.
[2] Cellule Technique d'Appui à la Décentralisation « CTAD«, *La décentralisation en bref,* Mai 2013.
[3] Constitution de la République Démocratique du Congo telle que modifiée par la Loi n° 11/002 du 20 janvier 2011 portant révision de certains articles de la Constitution de la République Démocratique du Congo du 18 février 2006.
[4] DEMBOUR, J., *Droit administratif,* 2ème éd. Liège, Mécanographie, 1972.
[5] G. PEISER, Droit Administratif: les Actes administratifs, organisation administrative, police et service public, responsabilité et contentieux administratif, 19e éd, Dalloz, Paris, 1998.
[6] http://www.congo-press.com.
[7] KASONGO MUNGONGO, E., Gouvernance des entités territoriales décentralisées. Défis et enjeux de la gestion des finances publiques communales à Kinshasa, Ed. L'Harmattan, Paris, 2019.
[8] Loi organique n° 08/016 du 07 octobre 2008 portant composition, organisation et fonctionnement des Entités Territoriales Décentralisées ainsi que leurs rapports avec l'Etat et les Provinces.
[9] Ministère de l'Intérieur, Sécurité, Décentralisation et Affaires Coutumières, *Guide à l'usage des Autorités territoriales,* Kinshasa, mai 2013.
[10] MUYER OYONG, N., *Institutions administratives de la RDC,* G2 SPA, UNIKIN, 2008-2009.
[11] PEISER, G., Droit Administratif: les Actes administratifs, organisation administrative, police et service public, responsabilité et contentieux administratif, 19e éd, Dalloz, Paris, 1998.
[12] PHILIP, L., *Finances publiques,* Ed. Cujas, Paris, 1983.
[13] Rapports de quelques Communes.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1178-1185
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Le contrôle parlementaire et ses enjeux à l'Assemblée Nationale de la RD Congo: Focus sur le tandem «Majorité-opposition», la politique du ventre et la solidarité provinciale

[Parliamentary control and its challenges in the National Assembly of the DR Congo: Focus on the «Majority-opposition» tandem, the politics of the stomach and provincial solidarity]

Jefferson ABDALLAH PENE MBAKA

Docteur en Sciences Politiques et Administratives, et Professeur Associé, Université de Kisangani, RD Congo

Copyright © 2023 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: By observing and evaluating the various parliamentary controls undertaken by the National Assembly, the Congolese become pessimistic and no longer believe in the effectiveness of this institution, especially, following the issues of all sides that torpedo this exercise. This is why this reflection highlights the majority-opposition tandem, the politics of the stomach and provincial solidarity as bottlenecks in the process of parliamentary control.

KEYWORDS: Parliamentary control, Game, Stake, Belly policy, Provincial solidarity, Majority, Opposition.

RESUME: En observant et en évaluant les différents contrôles parlementaires engagés par l'Assemblée Nationale, les congolais deviennent pessimistes et ne croient plus en l'efficacité de cette institution, surtout, suite aux enjeux de tout bord qui torpillent cet exercice. C'est pourquoi, cette réflexion met en exergue, le tandem majorité-opposition, la politique du ventre et la solidarité provinciale comme goulots d'étranglement au processus de contrôle parlementaire.

MOTS-CLEFS: Contrôle parlementaire, Jeu, Enjeu, Politique du ventre, Solidarité provinciale, Majorité, Opposition.

1 INTRODUCTION

Dans toutes les démocraties à travers le monde, les constitutions responsabilisent le pouvoir législatif pour assurer le contrôle de l'action gouvernementale. En général, ceci se fait à travers les différents mécanismes de contrôle parlementaire.

En RD. Congo, cette responsabilité est, bien entendue, instituée par la constitution du 18 février 2006 telle que modifiée en ce jour par la loi n°11/002 du 20 janvier 2011 portant révision de certains articles de la constitution du 18 février 2006. Cette responsabilité doit respecter le principe sacro-saint de séparation des pouvoirs. « De manière pratique, l'objectif du contrôle est de promouvoir l'efficacité et l'efficience dans la gestion des affaires publiques, de limiter le gaspillage des ressources

publiques, de réunir des éléments objectifs pour toute sanction éventuelle, de produire un impact sur le développement économique et humain et, parfois des conséquences de contribuer au bien-être de la population »[1].

Cependant, en observant et en évaluant les différents contrôles parlementaires engagés par l'Assemblée Nationale, les congolais deviennent pessimistes et ne croient plus en l'efficacité de cette institution, surtout, suite aux enjeux de tout bord qui torpillent cet exercice.

D'ailleurs, le florilège des titres de la presse donne la mesure d'une crise de confiance. L'on trouve, parfois, des titres tels que l'Assemblée nationale corrompue; Assemblée nationale, caisse de résonnance de l'exécutif, ou l'Assemblée nationale faible, ou impuissante, ou encore incompétente, etc. L'idée la plus répandue considère l'Assemblée nationale comme uniquement une chambre d'enregistrement et de non de réaction.

Dans ce même ordre d'idées, dans un ouvrage classique intitulé « Parlement pourquoi faire ? »[2,] André CHANDERNAGOR avait déjà constaté à cette époque que la crise actuelle de l'institution parlementaire a partout une origine commune (...) l'inadaptation profonde du mode de fonctionnement des Parlements aux réalités politiques, économiques et sociales de cette seconde moitié du XX^{e} siècle »[3]. Vous conviendrez avec nous que cette prise de position n'est pas à globaliser. Elle doit tout au moins être relativisée. Car, juste quelques années après la publication de cet ouvrage classique susmentionné, certains auteurs ont estimé que le parlement cessait d'être un transformateur des besoins, des demandes et/ou des souhaits des électeurs; qu'il devrait convertir en décisions les exigences des groupes sociaux pour devenir un « relais au sein d'un réseau plus complexe. Mais un relais occupant une position stratégique, car son fonctionnement demeure indispensable au fonctionnement de l'ensemble du système. Ainsi, par rapport à un modèle, bien théorique, de séparation des pouvoirs, le Parlement serait devenu une institution aux compétences limitées, dont la réforme est toujours à entreprendre et souvent impossible, et dont l'influence réelle sur la loi serait des plus réduites »[4].

Ainsi, dans les lignes qui suivent, sans être exhaustif, nous allons tenter d'évoquer les principaux enjeux qui ont entouré les questions de contrôle parlementaire tout au long de la première législation de la troisième République (2006-2011). A dire vrai, ces enjeux sont plus perçus dans le tandem majorité-opposition, dans la politique du ventre et dans la solidarité provinciale.

2 DU TANDEM « MAJORITE-OPPOSITION »

L'enjeu important se trouve être dans ce tandem. La majorité étant au pouvoir, elle cherche à se maintenir. Par contre, l'opposition (la minorité) cherche par tous les moyens à y accéder. Pour cette réflexion, la majorité doit être comprise comme l'ensemble des formations politiques dont le total des forces est supérieur à celui de ses opposants[5]. En RD. Congo, elle est représentée par la plate-forme ou le regroupement politique appelé l'Alliance pour la Majorité Présidentielle (AMP). Celle-ci s'est muée à la veille des élections de 2011 à la « Majorité Présidentielle » (MP). L'usage du nombre dans le combat politique moderne est déterminant. Raison pour laquelle beaucoup d'hommes politiques congolais recourent à la création des partis politiques, car ils espèrent disposer du nombre et de surcroît avoir un appui sûr pour exercer le pouvoir. G. AUNDU MATSANZA constate, malheureusement, « le champ congolais se particularise par la profusion de partis, illimité, fluctué au gré des époques et des enjeux: au moins 53 sous la Première République (1960-1965); le Parti unique sous la Deuxième République (1967-1990); 48 dans la première phase de la « transition politique » sous Mobutu (1990-1997); 238 à la fin de la seconde phase de la « transition » sous Joseph Kabila (2003-2006); et enfin 449 sous la Troisième République entre 2006 et 2011. Cette pléthore expose aussi l'ampleur des ambitions personnelles; difficiles à regrouper dans un seul ou quelques partis. Les dissidences, la « transhumance » politique des élites renforcent cette profusion qui fait partie des stratégies d'accès ou de conservation du pouvoir »[6].

[1] MUSAU BAKAJIKA, *Démocratie et gouvernance en République Démocratique du Congo, de 2006 à 2009. Analyse des causes et conséquences du déficit de la gouvernance démocratique*, Thèse de doctorat en SPA, FSSAP, UNIKIS, 2010-2011, inédite.

[2] A. CHANDERNAGOR, *Un Parlement pour quoi faire ?* Ed. Gallimard, Paris, 1967, p. 205.

[3] *Idem*, p.60.

[4] J-P. CAMBY et P. SERVENT, *Le travail parlementaire sous la V^{ème} République,* 5^{e} éd., Montchrestien, Paris, 2011, p. 11.

[5] O. NAY et alii, *Lexique de science politique vie et institutions politiques*, 2^{e} éd. Dalloz, Paris, 2011, p.317.

[6] G. AUNDU MATSANZA, *Politique et élites en RD Congo, De l'indépendance à la troisième république*, Ed. L'Harmattan Académia, Louvain-la neuve, 2015, p.22.

En France, l'introduction de l'élection présidentielle au suffrage universel direct en 1962 débouche sur deux manifestations du suffrage national. Il existe du même coup deux majorités: la majorité présidentielle, composée de tous ceux qui ont concouru à la victoire du président élu, et la majorité parlementaire, composé de tous les députés décidés à travailler ensemble qui dépassent 289 (majorité absolue), ou au moins, représentent un total supérieur à celui de toute autre coalition concurrente (majorité relative).

Par contre, l'opposition doit être, à son tour, comprise comme l'ensemble des formations politiques et parlementaires qui ne se reconnaissent pas dans les titulaires du pouvoir ni ne soutiennent les politiques qu'ils mènent[7]. L'opposition est donc avant tout une notion politique, ce qui pose toujours beaucoup de problèmes. D'une part, il est difficile de la définir juridiquement et d'autre part, c'est la maturité démocratique d'un pouvoir qui détermine sa place et ses avantages (droits).

Comme cette brève explication l'indique, en République Démocratique du Congo, l'opposition est plurielle. On y trouve aussi bien une opposition au sein du parlement (opposition parlementaire) qu'une opposition extra parlementaire, pour qualifier ou identifier tous les acteurs se trouvant en dehors des arènes parlementaires, contestant les choix ou les options des gouvernements, et surtout celle de la majorité. Quant à l'opposition parlementaire, pour mieux la saisir, il faut savoir bien l'identifier. C'est ainsi que tenant compte de la réalité de l'Assemblée nationale de la République Démocratique du Congo, nous pouvons proposer deux catégories de l'opposition:

- La première catégorie tenait compte des résultats des élections, de la composition du gouvernement et de la composition de l'Assemblée nationale. C'est l'exemple des partis comme le Mouvement de Libération du Congo (MLC), le Rassemblement des Congolais pour la Démocratie (RCD), etc. Ces critères peuvent être qualifiés « d'institutionnels »[8];
- La deuxième catégorie regorgeait des critères qui reposent sur des comportements propres aux forces politiques, selon qu'elles se déclarent appartenant ou non à l'opposition, qu'elles expriment ou non leur confiance au gouvernement et qu'elles votent ou non le budget ou d'autres textes emblématiques[9]

Des travaux parlementaires sont caractérisés par cette contradiction permanente entre d'un côté, les groupes parlementaires de la Majorité, et d'un autr côté, les groupes parlementaires de l'opposition. Il est impérieux de rappeler ici, comme supra indiqué, que le groupe parlementaire est tout groupe politique formé des membres de l'Assemblée nationale partageant les mêmes opinions politiques. Il comprend vingt-cinq députés au moins et un député ne peut faire partie que d'un seul groupe parlementaire. Chaque député est membre du groupe parlementaire auquel appartient le parti politique dans le cadre duquel il a été élu[10].

Les députés s'organisent selon la volonté politique ainsi les orientations de leurs différents partis politiques. A cet effet, ils mettent en place les différents membres du bureau du groupe et choisissent leur chef. Malheureusement, dans la pratique, cette prérogative reste de l'apanage du pouvoir discrétionnaire du chef du parti. Aussi en sera-t-il ainsi lorsqu'il convient de choisir ceux qui doivent intervenir lors d'un tel ou d'un tel autre débat. Dans cette dynamique à l'intérieur du groupe parlementaire, les députés doivent collectivement travailler, faire exécuter, imposer ou faire appliquer la politique globale et/ou sectorielle que prône le parti politique et/ou le regroupement politique. La discipline et le respect de la ligne directrice du parti s'imposent de plus en plus au point que les gouvernements montent en puissance au détriment des parlements. « Le gouvernement voit ses missions s'élargir, son budget accroitre, la complexité et la technicité de ses interventions s'augmenter. Mieux dotés en moyens, composés des principales figures des partis politiques, les gouvernements multiplient les initiatives dont les projets des lois qu'ils élaborent avant de les déposer au parlement, et invitent les parlementaires de leur obédience politique à suivre leurs recommandations »[11].

Dans la vie parlementaire, les rôles des groupes parlementaires varient selon le binôme majorité - opposition. Pour les groupes parlementaires de la majorité, il s'agit de:

[7] O. NAY et alii, *op.cit.*, p.381.
[8] ROZENBERG, O. et THIERS, E., *L'opposition parlementaire*, Ed. La documentation française, Paris, 2013, p.13.
[9] *Idem*.
[10] Article 46 du R.I. de l'Assemblée nationale telle que modifié en ce jour.
[11] V. COOREBYTER, *Les partis et la démocratie*, Ed. CRUP, Bruxelles, 2005, p.67.

- Transmettre les idées du parti politique à toute la représentation nationale;
- Proposer et/ou recadrer les actions gouvernementales;
- Inciter la prise des mesures législatives permet la mise en œuvre efficiente du programme du gouvernement

Par contre, pour les groupes politiques de l'opposition, leurs rôles pourront se résumer à:

- Critiquer l'action gouvernementale;
- Proposer des alternatives à l'action gouvernementale;
- Contrôler rigoureusement des activités parlementaires[12]

Ainsi, les enjeux politiques, compris dans le tandem majorité-opposition, peuvent être succinctement expliqués dans ces contradictions constructives.

Un autre exemple pour étayer ce tandem ou ce binôme de la Majorité-opposition peut être la motion de défiance contre Monsieur Lambert MENDE OMALANGA, Ministre de la communication et des médias. En effet, l'Honorable Jean Martin MUKONKOLE, proche de l'ancien président de l'Assemblée nationale, Vital KAMERHE, devenu opposant, cherchait à en découdre avec le ministre pour les faits suivants:

- L'instrumentalisation de la Radiotélévision Nationale du Congo (RTNC) pour des propos malveillants tenus à l'endroit de l'Honorable Vital KAMERHE;
- L'abus de pouvoir pour avoir privé la population de la retransmission en direct et/ou en différée à la RTNC de la cérémonie d'ouverture solennelle de la session ordinaire du parlement du 15 mars 2015;
- La caporalisation de la presse écrite et des médias publics

Le jour du débat, il y a eu beaucoup d'interventions allant dans le sens soit de soutenir, soit de ne pas soutenir. Dans la plupart des cas, les députés de l'opposition ont avancé divers arguments pour soutenir et chercher à enfoncer le membre du gouvernement. Cependant, ceux de la majorité avec eux, plusieurs milieux de leurs sympathisants pour réduire les arguments de l'opposition. C'est ainsi qu'à l'issu du vote, sur 408 députés nationaux ayant pris part au vote, 134 ont voté pour la motion, 241 contre, 8 abstentions et 25 bulletins nuls. Ce résultat a largement suffi pour rejeter la motion.

3 DE LA « POLITIQUE DU VENTRE", OU ENJEUX MATERIELS, OU ENCORE ENJEUX FINANCIERS

Dans la plupart des cas, lorsqu'il faut analyser certaines actions de contrôle parlementaire, sans autant remettre en cause le fond de la question, on se rend compte que la recherche d'une satisfaction financière et/ou matérielle y est cachée. Un député, ou un groupe de députés, décide de mettre sur la place publique un dossier litigieux ou qui fâche, peut-être. Ces députés peuvent être catégorisés en deux groupes: ceux qui le font pour l'intérêt général, c'est-à-dire la bonne gestion de la chose publique, et ceux qui cherchent parfois à trouver de l'espace pour un chantage ou un marchandage avec le gestionnaire public incriminé. C'est ainsi que nous pensons, pour certains, que « la lutte pour le pouvoir est peut-être au premier chef une lutte pour les richesses. Est-ce innocemment que le Général Amin DADA avait intitulé l'expulsion des indiens « opération Mafuta-mingi", en swahili: « Opération beaucoup de graisse ? Est-ce par pire dérision que les Tanzaniens disent parfois, pour le sigle du parti - CCM - « Chukua chake Mapema", « prends de bonne heure ce qui te revient » ? Simple coïncidence, ce sentiment désabusé qui, au Nigeria, inspiré à un homme politique idoma – un groupe minoritaire de l'Etat de la Benue-la métaphore synergétique que nous avons entendue de la bouche d'un cadre, au Congo-Léopoldville: le retriever-ici les ethnies minoritaires-est rapporter au National Party of Nigeria – le chasseur – la proie qu'il a ratée – les suffrages – mais il attend en vain que le chasseur lui laisse les reliefs d'un festin qu'il ne veut pas partager ? A la même époque, un parti avait prétendu s'appeler « I chop, you chop » (« Je mange, tu manges »), et cet aveu tranquille fait écho au scepticisme d'un citoyen camerounais envers la « moralisation » voulue par M. Biya ? « Hier les chèvres étaient attachées et elles broutaient. Aujourd'hui, les chèvres sont attachées et elles broutent. Demain, les chèvres seront attachées et elles bouteront ! »[13].

Au Palais du Peuple, siège de l'Assemblée Nationale de la République Démocratique du Congo, certains députés n'hésitent pas à déclarer « Elanga na biso nyonso » en Lingala, « Notre champ à nous tous", ou encore « Nyama ya nzoku » en lingala, «

[12] C-Y. DJREKPO, « Place, missions et responsabilités des groupes parlementaires dans une assemblée pluraliste », in *ISBN/PNUD*, Kinshasa, 2007, p.183.

[13] J-F. BAYART, *L'Etat en Afrique. La politique du ventre*, Nouvelle édition, Ed. Fayard, Paris, 2006, p.122.

la viande d'éléphant »[14]. L'appareil de l'Etat devient ainsi en soi un morceau du « gâteau national » qui doit être partagé à tous les congolais ou aux seuls détenteurs de pouvoir. L'usage de l'argent était récurrent sous le régime fort. Cependant, il est aussi d'application depuis que la démocratie a été installée au pays pour stimuler l'engagement partisan. Il est conforté par la pauvreté toujours croissante au sein de la société congolaise (car selon le Document de Stratégie pour la Réduction de la Pauvreté, 82,4% de la population congolaise est pauvre) [15]. Ainsi, comme la violence contraint à la soumission, la fortune, non seulement corrompt la conscience, mais aussi et surtout, achète le consentement politique.

Ce partage de gâteau peut revêtir plusieurs facettes suivantes, dont les principales sont:

- Le responsable incriminé prend de l'avance et contacte un (ou plusieurs) député. Il lui propose une question d'actualité. Le député l'endosse moyennant une contrepartie. Lorsque le dossier est fixé en plénière, le responsable incriminé trouve de l'espace pour s'expliquer et chercher à convaincre l'opinion nationale à travers la représentation nationale. La question d'actualité est préférée à une question orale pour éviter tout dérapage, c'est-à-dire pour éviter toutes les questions qui peuvent être considérées comme désagréables ou qui désorientent. C'est ainsi, malheureusement, dans le contexte dont il est question, la fortune n'est plus considérée comme un fruit du travail de la terre ou du commerce des biens et services. Dans certains cas, pour réussir cette opération, les membres du cabinet du président de l'Assemblée peuvent être mis en contribution;
- Le député découvre un dossier litigieux. Il en fait des chantages et menace de saisir la plénière à travers un moyen de contrôle. Cette menace fait planer le risque d'avoir une motion contre le cadre (le responsable) incriminé. Devant cette situation, ce dernier met en place un mécanisme pour approcher le député. Enfin, il sera approché et le contrat sera conclu. Le dossier sera ainsi classé sans suite. Ceci justifie parfois qu'on apprenne ou qu'on voit en son début une motion qui circule mais on ne peut jamais assister à son dépôt au bureau de l'Assemblée nationale pour être discutée en plénière. Une autre variable de cette facette est celle-ci. La motion contre le responsable incriminé est déposée mais certains signataires sont disposés à retirer leurs signatures, une fois « contacté ». Dans ce lot, nous pouvons citer la question orale adressée au premier Ministre Adolphe MUZITO par Jean-Lucien BUSSA, le 21 avril 2010. L'auteur de la question orale avait insisté sur le secteur de la défense et de la sécurité. A la suite des réponses réservées aux préoccupations des honorables Députés, l'auteur de cette initiative de contrôle parlementaire a conclu à l'échec total du programme du gouvernement approuvé par la majorité parlementaire en octobre 2008. Aussi, a-t-il tenu le Premier Ministre personnellement responsable de l'institutionnalisation de la mauvaise gouvernance, de la corruption, de l'affairisme et de l'enrichissement illicite comme mode de gestion et d'instrumentalisation politique de certains membres du gouvernement. Ceci donna naissance à une motion de censure. Le séisme politique avec la chute du gouvernement MUZITO semblait être imminent. Curieusement, au cours de la plénière du 19 mai 2010, l'Honorable François MWAMBA de l'opposition (MLC) va retirer cette motion prétextant que les conditions n'étaient pas réunies pour l'examiner sans les préciter. Cependant, certaines sources ont confirmé que les signataires de ladite motion auraient été corrompus avec une somme allant de 250 000 à 400 000 dollars pour la retirer. Par ailleurs, des députés ont dû subir des pressions pour favoriser ce retrait de la motion. Face à ces enjeux, le contrôle parlementaire s'est trouvé compromis par le seul et simple fait des jeux des camps politiques[16]

Après la présentation du projet de loi budgétaire pour l'exercice 2009, la plénière de l'Assemblée nationale l'a déclaré recevable. Il sera transmis à la commission économique et financière pour traitement, c'est-à-dire pour examen approfondi et éventuellement pour des amendements dix jours. Chaque sous-commission se mettra au travail. C'est ainsi qu'à l'issue de leurs travaux, les députés membres du sous-groupe « DGI » ont réalisé que la DGI a la capacité d'atteindre les assignations à la hauteur de 46 milliards des francs congolais. Certains vont prendre langue avec les hauts responsables de la DGI. A l'occasion d'une des séances de travail de ce sous-groupe, des enveloppes ont été remises aux 13 députés de ce sous-groupe, dans le seul but de minorer les recettes additionnelles de la DGI, de 46,6 milliards des Francs congolais à 13 milliards. Ces députés sont:

[14] Propos tenus par un Député national.

[15] Document de Stratégie pour la Réduction de la Pauvreté, Ministère de plan, Kinshasa, 2005, p.23.

[16] J. OTEMIKONGO MANDEFU et N. OBOTELA RASHIDI, Chroniques politiques de la RDC 2010, in www.ua.ac.be/objs/003110531 pdf, consulté le samedi, 10/10/015 à 7h 00'.

- Bahirima Jean Bosco;
- Mugiranza Jules (1500$);
- Pasizapamba Jean-Pierre (1000$);
- Mambu Mbumi (1000$);
- Mpungwe Mutshika (1000$);
- Kambale Kalimumbalo (1000$);
- Buunda Baroki (1000$);
- Modua Malengomo (2500$);
- Ntumba Willy (2000$);
- Mukeba Tshikala (1000$);
- Kashidi Assumani (1000$);
- Bulambu Kilosho (2000$);
- Lisanga Bonganga (2000$)

Cette minoration dépassait les 30 milliards de FC. Le rendu devrait être partagé entre la DGI et les députés du sous-groupe DGI.

C'est l'Honorable BULAMBO KILOSHO Jean-Marie qui va dénoncer cette manœuvre car, il estimait que le montant qui lui était remis ne correspondait pas à la valeur de la minoration. Voilà encore une fois une preuve éloquente de la « politique du ventre ». Nous nous sommes posé la question de savoir s'il avait trouvé satisfaction à sa revendication, l'Honorable BULAMBO n'allait pas dénoncer et l'affaire serait passée sous silence. Pire encore, la commission qui était instituée pour vérifier ces allégations n'a pas pu faire son rapport.

Les députés signataires de la motion la déposent. La majorité est informée. Elle convoque ses membres et demandent à ceux qui ont signé de retirer leurs signatures. A la fin de la rencontre, une enveloppe, souvent moins importante par rapport à l'enjeu, est mise à la disposition de tous les députés de la majorité pour le transport. La distribution se fait par groupe parlementaire.

Un autre exemple qui peut expliquer cette « politique du ventre » est le dossier relatif à la DGI (Direction Générale des Impôts) en 2005. En effet, quelques députés nationaux se sont compromis pendant la discussion du Budget 2009. Ils appartiennent à la commission économico-financière. Ils ont réussi à falsifier les chiffes sur la performance ou non des recettes à réaliser par la DGI.

Les différentes compétitions politiques et les différentes demandes venant de la base semblent peser en faveur de cette recherche effrénée de l'accumulation des richesses. MALINOWSKI l'a, à juste titre d'ailleurs, qualifié de fonds de pouvoir car, « la lutte d'influence consiste essentiellement à user de tous les moyens pour bâtir sa réputation et asseoir son prestige et son autorité aux dépens des autres, au mépris de la vérité et de la justice. Dans les organisations politiques, l'administration, etc., on pratique la lutte d'influence soit pour instaurer et consolider son pouvoir personnel. La position conquise de haute lutte, fut-elle relativement subalterne, autorise en outre une accumulation matérielle minimale, susceptible d'être redistribuée au gré de véritables « stratégies oblatives », dans le but de contenter et d'accroitre sa clientèle »[17].

4 DE LA SOLIDARITE PROVINCIALE

Lorsqu'un homme politique congolais a une parcelle de pouvoir, il commence par faire partir ceux qui étaient avec l'ancien responsable. Certains de sa province d'origine peuvent échapper. Il va se servir d'eux pour le besoin de la cause. Quand il faut formaliser ses collaborateurs, il fera de plus en plus appel à l'expertise qui soit issue de sa province et/ou de sa tribu. Pour ce faire, l'information est parfois utilisée comme moyen d'actions politiques. Guy AUNDU MATSANZA[18] estime pour sa part que l'information se construit et circule par le langage parlé, écrit, gestuel, symbolique ou d'autres signes. Les élites s'en servent pour donner des repères, surtout identitaires, susceptibles de mobiliser les citoyens dans l'action politique. Ces repères mènent à identifier qui parle, à qui il parle, pour quel soutien, contre quel adversaire et pour quel intérêt. C'est pourquoi ces élites

[17] MALINOWSKI, cité par BAYART, *op.cit*., p.285.
[18] AUNDU MATSANZA, G., *op.cit*., p.21.

soulignent souvent dans leurs discours des éléments d'identité tels que l'origine territoriale, la langue...pour se distinguer des autres.

De ce qui précède, le contrôle parlementaire n'échappe pas à la pesanteur provinciale. A l'incrimination d'un responsable, la solidarité de sa province est directement ressentie. Pour s'en convaincre, nous pouvons citer l'exemple de Me Norbert NKULU MITUMBA KILOMBO, alors Ministre délégué à la présidence. Lorsqu'il y a une motion contre lui, sans pour autant se rendre compte de la véracité ou non des faits qui lui étaient reprochés, la solidarité katangaise et, par-delà, la solidarité de tout l'espace swahiliphone ont étés mises en contribution pour la rejeter. En effet, le 04 octobre 2007, il y a eu un crash d'avion Antonov 26 de la compagnie EL SAM à Kingasani, dans la commune de Kimbanseke (Ville de Kinshasa). Des dégâts énormes ont été enregistrés, notamment 50 morts et plus ou moins 30 blessés. Devant la gravité des faits et la répétition des crashs, le chef de l'Etat signera la révocation du Ministre des transports et voies des communications, monsieur Henri KUSEYO GATANGA pour n'avoir pas pris les dispositions qui s'imposaient. L'opposition ne contentera pas de cette voie et estimera que la situation est grave. L'affaire avait tellement d'implications qu'il fallait en rechercher tous les responsables y liés de près ou de loin. C'est dans cette recherche de décorticage de cet écheveau problématique que l'Honorable Jean-Lucien BUSA trouve les traces du ministre Me NKULU KILOMBO. Il convient de préciser qu'il y a eu une correspondance du ministre d'Etat près le Président de la République, mêlée au dossier de délivrance ou suspension des autorisations d'exploitations des aéronefs sur l'espace aérien congolais. Ainsi, l'Honorable Jean Lucien BUSA déposera le 10 octobre une motion de défiance avec 80 signatures contre le ministre incriminé. La motion avait comme grief principal la pression exercée sur le ministre des transports et voies de communication afin de lever la mesure d'interdiction de vol frappant les avions Antonov.

Le jour du vote de la motion, le 12 octobre 2007, la mobilisation était totale. La Province Orientale, province d'origine de ministre révoqué, monsieur Henri KUSEYO, était aussi sensibilisée pour qu'elle se désolidarise du ministre révoqué en invoquant son incompétence et son manque d'expertise. Le bloc des députés de l'Est était aussi sensibilisé pour ne pas soutenir cette action politicienne des Bangalas. C'est ainsi que lors de la plénière névralgique, il n'y avait pas seulement le petit public, mais aussi les dignitaires des bonzes et ténors de l'entourage présidentiel. On avait noté effectivement mêlés dans l'assistance avec toute la discrétion pour ne pas trop se faire remarquer, le directeur de cabinet du Président de la République, Monsieur BEYA SIKU et le conseiller diplomatique du Chef de l'Etat, Monsieur Marcelin CISHAMBO, de même que l'homme de l'ombre, bien que Député national de son état, Monsieur KATUMBA MWANKE, tout comme l'Ambassadeur Antoine GONDA[19]. C'est ainsi que cette motion sera rejetée par 252 voix contre, 156 voix pour et 11 abstentions. Un autre exemple est celui de Monsieur Barthelemy BOTSWALI LENGOMO, Ministre des affaires sociales, de l'action humanitaire et de la solidarité nationale, qui a su mobiliser tous les élus de la Province de Bandundu lorsqu'il faisait l'objet d'une motion de défiance.

Dans le pire de cas, la violence est parfois utilisée dans les stratégies à déployer lors des confrontations politiques. D'ailleurs, Maurice DUVERGER soutient que les élites y recourent soit, chaque fois qu'elles n'ont plus d'autres moyens d'expression ou soit, que ceux qu'elles ont à leur disposition leurs paraissent inefficaces[20]. Ainsi, le PALU d'Antoine GIZENGA, pour soutenir le Premier Ministre Adolphe MUZITO, a dû recourir une fois la violence allant même jusqu'aux voix des faits sur le Président de l'Assemblée nationale, Honorable Evariste BOSHAB. Cette action d'utilisation calculée de violence peut être qualifiée, pour emprunter l'expression de Bertrand BADIE, de « gouvernance à l'outrance »[21].

5 CONCLUSION

Dans cette réflexion, nous avons abordé le processus de contrôle parlementaire dont le fondement juridique en RD. Congo se trouve dans la Constitution, précisément dans le deuxième alinéa de l'article 100. Outre les dispositions constitutionnelles, la quatrième partie du règlement intérieur de l'Assemblée Nationale épingle aussi les aspects du contrôle parlementaire.

De ce fait, il faut le soulever que les enjeux du contrôle parlementaire sont légion. Notre attention a été focalisée sur le tandem majorité-opposition, la politique du ventre et la solidarité provinciale. Ce qui nous a poussé à dire qu'aujourd'hui, en RD. Congo, le florilège des titres de la presse donne la mesure d'une crise de confiance.

[19] http://www.digitalcongo.net/article/47412, consulté le jeudi 08 octobre 2015 à 10h 30'.
[20] M. DUVERGER, *Introduction à la politique*, Ed. Gallimard, Paris, 1964, p.211.
[21] B. BADIE, *Le temps des humilités, pathologie des relations internationales*, Ed. Odile Jacob, Paris, 2014, pp.105-106.

Ainsi, pour le commun des mortels, le contrôle parlementaire est plus médiatique, sensationnel, exhibitionniste, etc. Il n'est pas efficace. Il ne sert que leurs auteurs dans leurs ambitions politiques et/ou matérielles. Il ne sert pas le peuple congolais. Ceci semble corroborer, d'une part, avec ce qu'on reproche à tous les parlements à travers le monde et amplifie, de ce fait, l'esprit antiparlementariste; et d'autre part, la tendance développée par l'opposition tendant à supprimer toute tentative d'une motion incidentielle avant le vote d'une motion de défiance et/ou de censure.

Qu'à cela ne tienne, il y a lieu de reconnaître que le contrôle parlementaire, à tous les niveaux et dans n'importe quel parlement que ce soit, a été toujours soumis aux enjeux de tous bords.

REFERENCES

[1] AUNDU MATSANZA, G., Politique et élites en RD Congo, De l'indépendance à la troisième république, Ed. L'Harmattan Académia, Louvain-la neuve, 2015.
[2] BADIE, B., Le temps des humilités, pathologie des relations internationales, Ed. Odile Jacob, Paris, 2014.
[3] BAYART, J-F., *L'Etat en Afrique. La politique du ventre,* Nouvelle édition, Ed. Fayard, Paris, 2006.
[4] CAMBY, J-P. et SERVENT, P., *Le travail parlementaire sous la V^{ème} République,* 5^{e} éd., Montchrestien, Paris, 2011.
[5] CHANDERNAGOR, A., *Un Parlement pour quoi faire ?* Ed. Gallimard, Paris, 1967.
[6] COOREBYTER, V., *Les partis et la démocratie,* Ed. CRUP, Bruxelles, 2005.
[7] DJREKPO, C-Y., « Place, missions et responsabilités des groupes parlementaires dans une assemblée pluraliste«, in *ISBN/PNUD,* Kinshasa, 2007.
[8] DUVERGER, M., *Introduction à la politique,* Ed. Gallimard, Paris, 1964.
[9] http://www.digitalcongo.net
[10] Ministère de plan/RDC, Document de Stratégie pour la Réduction de la Pauvreté, Kinshasa, 2005.
[11] MUSAU BAKAJIKA, Démocratie et gouvernance en République Démocratique du Congo, de 2006 à 2009. Analyse des causes et conséquences du déficit de la gouvernance démocratique, Thèse de doctorat en SPA, FSSAP, UNIKIS, 2010-2011.
[12] NAY, O. et alii, Lexique de science politique vie et institutions politiques, 2^{e} éd. Dalloz, Paris, 2011.
[13] Règlement Intérieur de l'Assemblée nationale.
[14] ROZENBERG, O. et THIERS, E., *L'opposition parlementaire,* Ed. La documentation française, Paris, 2013.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1186-1199
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

eWOM quantity, eWOM quality, eWOM content, and consumer engagement in virtual brand community, the moderating role of perceived organizational justice: The case of MTN Cameroon

Eric Noel Anaba Ehongo

Marketing department, University of Douala – ESSEC de Douala, Douala, Cameroon

Copyright © 2023 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 research is to understand the role of perceived organizational justice on the credibility of electronic word of mouth in brand communities. Based on a theoretical model built from the literature on the concepts of electronic word of mouth, organizational justice, and engagement in branded virtual communities, this research mobilizes a hypothetico-deductive empirical approach and structural equation methodology to evaluate the role of electronic word of mouth on consumer engagement, under the moderating influence of organizational justice. The results indicate positive effects of electronic word of mouth content and quality, and no effect of quantitative word of mouth. Furthermore, the moderating effect of perceived organizational justice on the influence of word of mouth is established. Therefore, it is recommended that managers of branded virtual communities take into consideration the credibility of the brand in its social engagements in order to benefit from a positive electronic word of mouth that can foster consumers' online engagement.

KEYWORDS: Electronic word of mouth, virtual brand community, consumer engagement, organizational justice, structural equations.

1 INTRODUCTION

The prodigious development of the internet and social networks over the past two decades now offers companies new opportunities to enrich interactions between customers and brands, and to build privileged relationships with consumers (Kucukemiroglu & Kara, 2015). The rise of electronic communications has significantly modified the relationship between consumers and brands, and has had a strong impact on the commercial activities of companies. As a result, the consumer, in his search for information on different commercial offers, is increasingly mobilising social networks (Elsen et al., 2001).

In this logic, the rise of ewom is concomitant with the emergence of virtual brand communities, which represent a new framework for consumer-to-consumer and brand-related discussion and information exchange (Brodie et al., 2014; Mishra & M S, 2016; Ismagilova et al., 2017). Online communities offer new opportunities for brands to build close relationships with consumers (Tho *et al*., 2016; Wu and Wang, 2011). Consumers find opportunities to express their evaluation of the experience they had with the brand, and also to influence the opinions and behaviours of other consumers through 'likes', comments, texts, sounds and videos, etc.

As ewom is a communication from consumers rather than from companies, it has a higher credibility than traditional media such as television, radio, press, billboards, cinema, and internet (Nielsen, 2012). Like online communication channels such as blogs, email, online discussion groups, social networks, ewom is now recognised as an effective communication tool for developing brand awareness and attachment, as well as influencing consumer behaviour (Steffes & Burgee, 2009; Shen, 2021).

The rise of the internet has created online forums, social media, and communities, which have increased the scope and implications of eWoM for customers and firms (Dwyer, 2007; Kozinets et al., 2010; Malthouse et al., 2013). Researchers have examined a diverse set of consequences of eWoM, e.g. a tendency to recommend (Liu, 2006), involvement (Muniz and O'Guinn, 2001), feedback on products and services (Grégoire et al., 2010; Hennig-Thurau, 2004). Similarly, several studies have examined

the antecedents of eWoM, e.g. affective characteristics of the message (Berger and Milkman, 2012), relational factors (Chu and Kim, 2011), and individual traits (Mowen et al., 2007). A number of works on the antecedents of ewom in branded virtual communities reflect its effectiveness in terms of valence, volume, expertise and source credibility (Duan et al., 2008; Liu, 2006; Cheung et al., 2008; Cheung et al., 2009).

However, the contrasting results of this work show the need to take into account other variables that could reinforce the effectiveness of the ewom source. Taking into account the moderating effect of organisational justice is part of this logic. The perception of good organisational justice by a consumer with experience with the brand is likely to generate positive eWom, and is intended to bolster the effects of the brand's advertising campaigns on the various social network platforms (Zhang et al., 2018). On the other hand, issues related to the antecedents of consumer engagement in branded virtual communities still have many unresolved facets, mainly due to the low control that brands have over ewom in social networks, and the low perceived credibility of ewom by some consumers (Ryu & Feick, 2007; Schmitt, Skiera, & Van den Bulte, 2011). Teo & Lim (2001) for example established the influence of perceived organisational justice on consumer trust in online commerce, with trust being decisive for consumer satisfaction with the eWom.

Moreover, there is little work on ewom in developing countries in general and in the context of Africa south of the Sahara (Chan and Ngai, 2011). Our approach aims to fill some of these gaps. It seeks to demonstrate that consumers' opinions in online brand communities are not simply a reflection of their experience with the brand, but also reflect these actors' perceptions of the company's social practices. The content of the eWom is mainly edited and published by consumers who reflect their experience with the brand, both in functional and hedonic aspects (Mikalef et al., 2013; Zhang et al., 2018).

Therefore, the objective of this research is to assess the effect of eWom on consumer engagement in the virtual brand community, and the moderating role of perceived organisational justice.

The results provide a set of lessons learned and relevant theoretical and managerial recommendations. The research shows that ewom positively influences consumer engagement in the brand's virtual community. This influence is best explained by the effect of content, followed by the quality of the ewom. The influence of quantitative ewom was not significant. This result is consistent with previous research, including Zhang et al. (2010) and Jeon et al. (2016).

This research is structured in three main parts. The first part presents a review of the theories related to the antecedents and effects of eWoM in networks, it ends with the development of the hypotheses and the theoretical model of the research. Then the methodology of the research is presented, as well as the elements of validity and reliability of the theoretical constructs. Finally, the discussion of the research results and the limitations and future development paths are specified.

2 THEORETICAL FRAMEWORK

2.1 COGNITIVE DISSONANCE

Cognitive dissonance was first defined as a psychologically uncomfortable state that leads to efforts to reduce dissonance (Elliott & Devin, 1994; Festinger, 1957). In the sales cycle, cognitive dissonance is more likely to occur when customers are concerned about undesirable product performance (Oliver, 1997), or when they feel anxiety, uncertainty, or doubt about the product (Montgomery & Barnes, 1993; Mowen, 1993). In reality, arousal dissonance as one of the two psychological discomforts is argued to have to exist first by engaging in internal attribution (Cooper & Fazio, 1984). As a result, the inconsistency of a purchase behavior with the attitude toward the purchase initiates a certain post-purchase behavior to reduce the other psychological discomfort. Involvement in the pre-purchase process actually produces tension and a possible cognitive dissonance that cannot be eased by only consuming the product (Dichter, 1966). Customers tend to apply various strategies to alleviate that tension and reduce cognitive dissonance (Festinger, 1957).

Giving WOM shortly after making the purchase is considered a means of eliminating all the dissonance in the post-purchase stage (Richins & Bloch, 1986). Similarly, engaging in eWOM is a strategy to reduce dissonance during the purchase process. Researchers of eWOM have identified motives for engaging in eWOM as either focus-related utility or consumption utility (Balasubramanian & Mahajan, 2001; Sundaram, Mitra & Webster, 1998). Focus-related utility includes three aspects: concern for others, helping the company that makes the product, and social benefits (Balasubaramanian & Mahajan, 2001; Hennig-Thurau, Gwinner, Walsh & Gremler, 2004). Regarding concern for others, the motive is to help other potential customers to make wise purchase decisions. Sharing the positive purchase experience online (eWOM) is a desirable and equitable exchange between customers. It is also considered a form of altruism (Paul, Miller & Paul, 1993).

With regard to helping the marketer that is selling the product, the motivation is the customers' satisfaction with its offerings (Sundaram et al., 1998). According to equity theory, when customers perceive more product benefits than what they expected,

they write eWOM to the company marketing it as a fair exchange. Last, social benefit indicates that customers want to be part of the virtual community and be valuable to that community (Oliver, 1999). When customers contribute to others-marketers or the society-all three aspects of focus-related utility ensure customers that they can make a difference in their virtual community. The resulting feeling of importance the eWOM creates reduces the dissonance.

Consumption utility emphasises the value of the eWOM through direct consumption of eWOM contributed by someone else (Balasubramanian & Mahajan, 2001). When customers seek problem-solving information online before they make purchase decisions, a great number of eWOM about the product or company will support the purchase. In that sense, eWOM becomes the primary source of information in the whole purchase process that could have an impact on cognitive dissonance. However, this theory makes no predictions about how dissonance will be reduced.

ùWhile Festinger identified changing attitudes or behaviours as a solution, his theory provides no details on what direction these changes take place or in what form. Even if there is no dissonance, what factors cause a person to decide to change one behavior over another. This theory provides little to no data on how the unique individuals choose what cognitive dissonances are worthy of being addressed and which do not experience alteration. Due to the limitations of this theory, we will examine the social support to theory to complement the short comings of the cognitive dissonance theory.

2.2 THE SOCIAL SUPPORT THEORY

The social support theory focuses on the social support individuals rely on and give in a social network to cope with negative events (Cohen and Wills, 1985). According to this theory, social support is an important interpersonal resource that aids an individual in coping with stress. An individual's perception of the availability of social support is more important in determining coping effectiveness than the actual social support he or she receives. Perceived social support serves as a protective layer for individuals during stressful events and helps them maintain their well-being (Cutrona and Russell, 1987). The extant literature suggests that individuals obtain social support through three characteristics of the social network: the structure of the social network, such as size; beliefs about the members regarding their support in positive as well as negative events; and the behavioural actions that members provide for social support. These factors determine the likelihood of an individual to rely on a social network for social support. Based on the premises of the social support theory, we contend that the perceived social support individuals receive from the social connections in their network may determine their intentions to transmit NWOM communications using SNS. As negative service experiences are stressful events, individuals may share their negative messages on SNS to obtain emotional and information support from the network members (Chung and Buhalis, 2008). While previous studies have shown that social support on SNS influence an individual's well-being, life satisfaction, and social commerce adoption (Liang et al., 2011), this study extends this to understand the role of perceived justice on Electronic word of mouth and customer engagement on the virtual community of MTN Cameroon.

2.3 USES AND GRATIFICATION THEORY

UGT is an approach to understanding why and how individuals actively seek out and use specific media to satisfy specific needs (Katz & Foulkes, 1962). Herzog (1944) used the term gratifications to describe specific types or dimensions of satisfaction reported by audience members of daytime radio programs. Subsequently, researchers became interested in why audiences engaged with various forms of media, such as listening to the radio and reading the newspaper (Wimmer & Dominick, 1994). UGT addresses how individuals choose media that satisfies their needs, allowing one to realise gratifications such as knowledge enhancement, entertainment and relaxation, social interaction and reward or remuneration (Ko, Cho, & Roberts, 2005). UGT was one of the first approaches to consider the active role of the audience in media choice, suggesting that individuals actively search for, identify with and employ media to fulfil specific gratification needs (Ku, Chu, & Tseng, 2013). This perspective recognises that consumers are active, rather than passive, recipients of media. While a UGT perspective has been applied in the context of television and electronic bulletins (Leung & Wei, 2000), the rapid growth of the Internet and social media platforms has created mediums in which a higher level of interactivity from users is required (Ko et al., 2005; Ruggiero, 2000). The well-established theoretical perspective of UGT provides valuable insights into this new medium. As the underlying assumption of UGT is that users are actively involved in media usage, the theory has become increasingly relevant in studies of media channels that allow for consumer choice and interaction, such as social media (Ruggiero, 2000). Swanson (1987) advocated the need to understand the role of message content within UGT research. Early research in this area indicated audience members seek and find different gratifications within media content, affecting and consumption of the content. For example, entertainment and information gratifications, derived through the content of television programs contribute to substantial increases in television viewing levels (Rubin, 1983). Similarly, a UGT perspective has more recently been used to predict specific behaviours as a result of consumers' motivations for using social media sites (Smock, Ellison, Lampe, & Wohn, 2011). In social media, a brand's overt goal is to attract an audience by

providing value, or gratification, through its content (Malthouse, Haenlein, Skiera, Wege, & Zhang, 2013). Content must therefore be designed in a way which creates value for individual consumers to build a stronger level of engagement and facilitate value outcomes (Malthouse et al., 2013). Constructs based on the theoretical underpinnings of UGT, such as the need for social interaction, the need for entertainment, information seeking and sharing needs, and the desire for reward or remuneration have all been explored in recent literature that has investigated consumer choices of online and social media;

2.4 EQUITY THEORY

Equity theory as proposed by Adams (1965) states that the motivation level of employees is proportional to the inputs and outputs using comparison relative to other people. Equity theory focuses on determining whether the distribution of resources is fair to both relational partners. Equity is measured by comparing the ratio of contributions (or costs) and benefits (or rewards) for each person. Considered one of the justice theories, equity theory was first developed in the 1960s by J. Stacy Adams, a workplace and behavioral psychologist, who asserted that employees seek to maintain equity between the inputs that they bring to a job and the outcomes that they receive from it against the perceived inputs and outcomes of others (Adams, 1963). According to Equity Theory, in order to maximize individuals' rewards, we tend to create systems where resources can be fairly divided amongst members of a group. Inequalities in relationships will cause those within it to be unhappy to a degree proportional to the amount of inequality. The belief is that people value fair treatment which causes them to be motivated to keep the fairness maintained within the relationships of their co-workers and the organization. The structure of equity in the workplace is based on the ratio of inputs to outcomes. Inputs are the contributions made by the employee for the organization.

Under relationships of social exchange, the feeling of being treated equally arises from people's realization of equal economic input and output. Social comparison will produce three results: cognition, affect, and behaviour (McColl-Kennedy and Sparks 2003); thus, equity is one of the results from social comparison. Equity theory was first used by Huppertz, Arenson, and Evans (1978: 250) in the marketing realms. They believe that customers will compare the money spent and the value acquired from consumption, and only produce the feeling of equity when the two inputs are equal, being that the perceived value generated and the price of the goods are equal, and hence are satisfied. But once the comparison is disproportionate, then inequity arises.

Researchers have acknowledged this concept, and attempts to analyse service recovery attributes through equity theory, which means when the service failure occurs, perceived justice should be considered as a measure of satisfaction for customers when attempting service recovery (Goodwin and Ross, 1992; Tax and Brown, 1998; Tax et al., 1998). Although Kumar et al (1995) identified distributive justice and procedural justice between resellers and suppliers, Tax and Brown (1998) examined service recovery between resellers and customers from the perspectives of distributive justice, procedural justice, and interactional justice. Subsequently, these three types of justice have been widely used in various studies (Tax and Brown, 1998; Tax et al., 1998; Maxham and Netemeyer, 2002; Sabharwal et al., 2010; Colquit et al., 2001). Therefore, this study adopts distributive justice, procedural justice, and interactional justice as the three justice constructs, and examines their effects eWom and customer engagement;

3 THE RESEARCH HYPOTHESES

The research hypotheses are mainly derived from the links between the core variables of the research.

3.1 ELECTRONIC WORD OF MOUTH

The rise and popularization of social media changed the relationship between company and customer. Prior to the popularization of social media, these relationships existed through one-way channels such as TV, radio, and the print media with little opportunity for interaction between companies and their customers. Social media opened a dialogue between companies and consumers, and permitted the customers to exchange information among themselves.

Two phenomena in this process are of particular interest: the convenience provided by social media, and in particular by social networks, in developing brand communities, usually sponsored by the companies, and facilitating the existence of word-of-mouth communication by consumers of the brand or product. Through brand communities, companies aim to strengthen the relationship with their customers and thus acquire trust, and ultimately, the loyalty of their customers.

Word of mouth is the main factor behind 20 to 50 percent of buying decisions (Bughin et al., 2010). This type of communication finds its own ground in social media, and is the modality known as eWOM (electronic word-of-mouth). If, on the one hand, eWOM has a much broader coverage than traditional word-of-mouth, on the other, it requires that companies pay special attention to the features of social media to make effective use of it.

3.1.1 EWOM CONTENT

The content of information determines how much the receiver of this information learns from and adopts the received information. If the received information is perceived as credible, the receiver will have more confidence to use it for the purchase decision (Sussman and Siegal, 2003). Taking into consideration that online information exchanges occur between people who may have no prior relationship, it is essential to consider how perceived credibility of information influences consumer engagement (Koo 2016; Teng et al. 2017; Wang et al. 2015b; Xie et al. 2011).

3.1.2 EWOM QUALITY

Brand is a perception and also promises, therefore it varies in the amount of power and value they command in the marketplace, and with e-word-of-mouth that is conceived as volitional post-purchase communications between customers online, information on the quality of a brand can be easily communicated to prospects in larger scale. Moreover, word-of-mouth is believed to follow from an evaluation of how the acquired service or product performs. Extending these assumptions however, it is argued that customers who find their supplier to deliver satisfactory levels of value will make verbal and online recommendations of their experiences and the perceived quality of the product is comprehensible to make an informed purchase decision (Dick &Basu, 1994).

3.1.3 EWOM QUANTITY

When consumers search for eWOM, the number of eWOM messages makes information more observable (Cheung and Thadani 2010). The volume of eWOM indicates the popularity of the product or service. It was found by previous studies that the number of eWOM communications have a positive effect on purchase intention (Flanagin et al. 2014; He and Bond 2015; Hu et al. 2012; Liu and Zhou 2012). For example, by using an experimental survey with 192 respondents, He and Bond (2015) found that volume of eWOM positively influences purchase intention in the context of movies. This will not be tested;

H1: quantitative electronic word of mouth has a positive influence on consumers engagement in the virtual brand community.

H2: qualitative electronic word of mouth has a positive influence on consumers engagement in the virtual brand community.

H3: electronic world of mouth content has a positive influence on consumers engagement in the virtual brand community.

3.2 ORGANISATIONAL JUSTICE

Since service recovery research has focused on the concept of justice from the social exchange perspective, justice theory has primarily been applied to the research of service recovery as a theoretical framework (Schoefer, 2008: 261; Wirtz and Mattila, 2004). Consumers generally expect gains equivalent to their costs-an outcome they consider to be justice (McColl-Kennedy and Sparks, 2003: 251). If consumers perceive that they have paid more in costs than they gained for the product or service, they feel that they are being treated unfairly (Kuo and Wu, 2012: 127), which is referred to as a service failure. Thus, justice is a significant concept used to explain a service failure and recovery; it consequently affects consumer satisfaction. Consumers generally evaluate justice related to service recovery in three dimensions-distributive justice, procedural justice, and interactional justice-all of which are based on the service recovery consumers receive from a company and how they receive it (Chebat and Slusarczyk, 2005: 664).

Distributive justice refers to the service recovery consumers receive from the company, and procedural justice relates to how they receive it-particularly the recovery process (Kuo and Wu, 2012: 128; McColl-Kennedy and Sparks, 2003). Through the procedural components, consumers tend to evaluate the flexibility, efficiency, and transparency of the recovery process (Wirtz and Mattila, 2004). Interactional justice is defined as fairness during the process of interaction and communication between the consumer and the company in solving the problems resulting from the service failure (Chebat and Slusarczyk, 2005: 665; McColl-Kennedy and Sparks, 2003: 252).

According to the existing service-related literature, consumers' perception of justice significantly influences their post-purchase behaviour. Ha and Jang (2009) found that perception of justice positively influences consumers' purchase intentions. Maxham and Netemeyer (2003) suggested that the perception of procedural justice motivates positive WOM intentions and higher interactional justice induces consumers to engage in repurchase. In addition, interactional justice is a determinant of consumer trust for the service provider and consumer satisfaction (Tax et al., 1998). In particular, most researchers support the

significant effect of perceived justice on post-recovery satisfaction (Chang and Chang, 2010; Ha and Jang, 2009; Kau and Loh, 2006; Maxham, 2001; Maxham and Netemeyer, 2002; Schoefer, 2008; Smith et al., 1999; Tax et al.)

However, regarding the relative effect of each dimension of justice, no consensus has been reached (Levesque and McDougall, 2000). Some studies indicate that distributive justice is the most decisive predictor of satisfaction (Homburg and Fürst, 2005; Patterson et al., 2006; Smith et al., 1999) while others suggest that interactional or procedural justice are the most significant factors in consumer satisfaction (Maxham and Netemeyer, 2002; Tax et al., 1998; Voorhees and Brady, 2005).

The three dimensions of justice definitely represent important determinants for consumer post-purchase behaviour and thus we need to add more empirical evidence to bridge the gaps in prior studies and enhance its understanding. McCollough et al (2000) asserted that consumers assign more importance to both interactional and distributive justice due to the inherent difficulty in comparison to procedural justice. Thus, this study used typical examples of interactional and distributive justice, such as apologies and compensation, as stimuli.

3.2.1 INTERACTIONAL JUSTICE

Bies and Moag (1986) assert that traditional researchers on organizational justice have neglected the importance of relational interactions between people, and focused only on distributive justice and procedural justice. They separate the interpersonal aspect of procedural justice and propose interactional justice. Interactional justice is the perceived fairness of treatment on a personal level that an individual receives during the process of purchase decision-making (Martínez-tur et al., 2006). It often refers to the customer's perceived fairness when interacting with service providers who attempt to salvage with service recovery (Maxham and Netemeyer, 2002). Greenberg (1993) points out that there are interpersonal and intrapersonal determinants of reactions to inequity reactions. Colquit et al [2001] use confirmatory factor analysis and meta-analysis to verify the existence of two different dimensions: informational justice and interpersonal justice. Informational justice reflects the explanations provided to people that convey information about why procedures are used in a certain way or why outcomes are distributed in a certain fashion. Interpersonal justice refers to the degree to which people are treated with politeness, dignity, and respect by authorities or third parties who are involved in executing procedures or determining outcomes. Chen and Chou (2012) regard interactional justice as interpersonal justice and define it as consumers' perceptions of the interaction with the online vendor during their transactions. Wu (2013) argues that interactional justice simply reflects the perceived fairness of communications between the system interface and online consumers. Regarding the limitations of the justice theory we are going to use the cognitive theory to examine customer's perception of justice and how it influences their electronic word of mouth.

3.2.2 PROCEDURAL JUSTICE

Procedural justice refers to the perceived fairness of a process and method by which the equity of proportion in input to output is accomplished. [Goodwin & Ross, 1992; Smith et al., 1999]. Under procedural justice, the service exchange process must have consistent and equitable policies, rules, processes, and standards (Martínez-tur et al., 2006; Voorhees and Brady, 2005; Chen and Chou, 2012) Cropanzano et al. (2002) suggest that a company or organization should provide customer service in a way that every customer in the program can feel fairly treated. Procedural justice can be divided into five aspects: (1) wait time for the service; (2) efficiency of service; (3) service error rate; (4) service transparency; and (5) quick response to a special request (Bowen et al., 2000). This study centers on procedural justice causing customer dissatisfaction and dysfunctional behaviour in the use of MTN Cameroon's products and services e.g., issues of handling transactions and services to the customers.

3.2.3 DISTRIBUTIVE JUSTICE

Distributive justice is the earliest assessment dimension in the justice theory. It is based on Adams' (1965) equity theory. It can be referred to as the perceived fairness of obtainable outcome of a decision, dispute, or negotiation involving two or more parties (Blodgett et al., 1997).

Individuals often compare the costs and gains received to evaluate the fairness of an exchange (Greenberg 1987, 1990). When a customer feels that the ratio of input to output is fair, the service is considered as having distributive justice (Maxham and Netemeyer, 2002).

Some scholars have pointed out three principles of distributive justice: cost, quantity of service, and excellence, all of which the customer considers as distributive justice toward services (Bowen et al., 2000; Martínez-tur et al., 2006). As a result, in the study of social sciences, particularly at the economic level, during the exchange process, people generally focus on an equitable result (Yilmaz et al., 2004). In this vein, this study focuses on distributive justice that causes customer service dissatisfaction and dysfunctional customer behaviour in the context of MTNC. For example, when a post on the MTNC page does not match the

service it offers or the services has a disfunction, distributive injustice arises and dissatisfaction is bound to occur, leading to the manifestation of disfunctional customer behaviour. When distributive justice is violated, Adams (1963) reveals that most individuals will attempt to achieve equity by adjusting their own inputs and outcomes, or attempting to change the inputs or outcomes of the referents. Individuals can use behavioral processes or cognitive processes in order to attempt to restore equity. The means of reducing inequity will vary depending on the situation, and will not all be equally satisfying to an individual.

3.3 CUSTOMER BRAND ENGAGEMENT (CBE)

CBE is initially defined as the behavioural manifestation toward a brand or firm, beyond the purchase and resulted from motivational drivers. However, Mollen and Wilson defined CBE by highlighting the concept of cognitive and affective, which is "the cognitive and affective commitment to an active relationship with the brand as personified by website or other computer-mediated entities designed to communicate brand value". Still, there are many studies that are measuring the CBE from the aspect of customers' behaviour. Because the definition of CBE is vague and solely stressed on certain aspects in customer engagement, Brodie et al. has extended the CBE definition by combining cognitive and emotional dimensions with the behavioural dimension. Thus, this extension of the definition gains supports from the following researchers. For instance, Hollebeek has illustrated the definition of CBE as "the level of customer's cognitive, emotional and behavioural investment in specific brand interactions".

3.3.1 COGNITIVE PROCESSING

Cognition refers the way of information is processed and learned by people. It includes the element of judgment and awareness. Consumers are able to understand and obtain knowledge when they are in the process of learning about the company's story, brand and product in a mediated space. The customer engagement defined by Brodie et al. is more complex and comprehensive and includes the psychological aspects of customers.

3.3.2 AFFECTION FACTOR

Affective in online consumer engagement can be defined as a consumer being affectively present by emotional bonding and connecting with a company that leads to overall consumer satisfaction. In a participative perspective, Gummerus et al. have depicted the engagement of customers into two forms, which are community engagement behaviour (CEB) and transaction engagement behaviour (TEB). CEB includes the actions of liking content, commenting, reading messages, and posting review, while TEB consists of the actions like gaming and spending money. Our study will concerntrate on the customer engagement behaviour (CEB), we propose the following hypothesis based on the above information.

3.3.3 ACTIVATION FACTOR

Acttivation is a behavioral manifestation of consumer engagement toward the brand and at the same time a distinct and necessary variable that precedes consumer engagement (Vivek et al., 2012) in eWOM - that is, participation in eWOM is a prerequisite condition for cognitive, emotional and social engagement to be manifested. It prepares the ground for them when it is motivated by organizational offerings and/or activities such as brand launching events. Based on the afore mentioned analysis it is expected that the intensity of individuals' participation in a provider-initiated event affects the intensity of consumer engagement as a whole. At the same time, as prior studies (Thelwall et al., 2010) have shown, extensive activation in eWOM is expected to be observed on the day of the event.

Hence, the following hypothesis are advanced

H4: consumer's perceived organizational justice mediate the influence of quantitative electronic word of mouth on consumers engagement in the virtual brand community.

H5: consumer's perceived organizational justice mediate the influence of qualitative electronic word of mouth on consumers engagement in the virtual brand community.

H6: consumer's perceived organizational justice mediate the influence of electronic world of mouth content on consumers engagement in the virtual brand community.

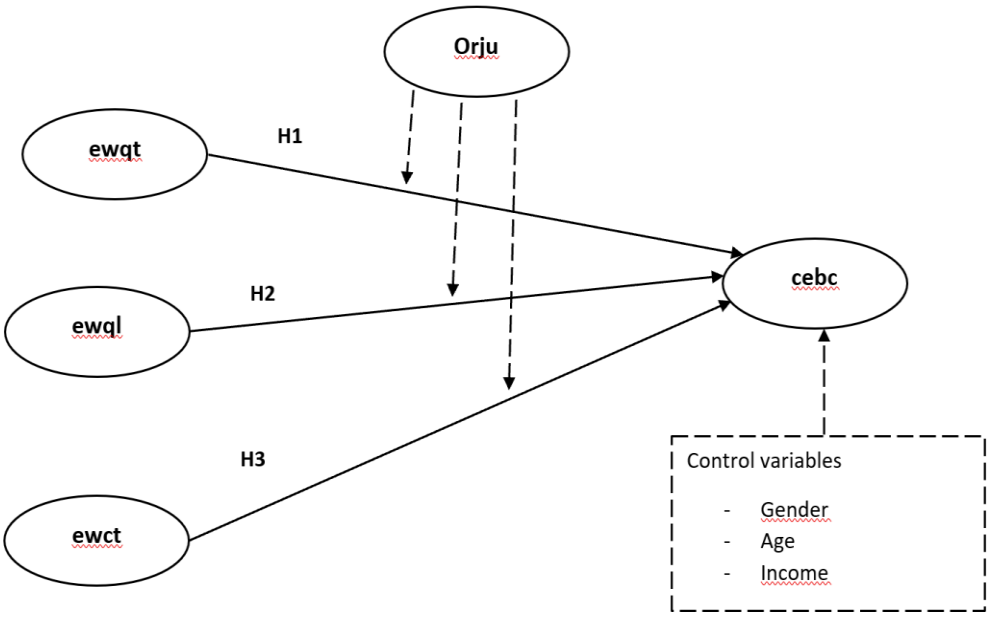


Fig. 1. The theorical model of research

4 METHODOLOGY

4.1 THE STUDY POPULATION AND DATA COLLECTION

The sample consisted of "MTN Cameroon" customers who are members of the brand's virtual community. The participants were interviewed in the main cities of Cameroon by a team of interviewers who had been previously sensitized to the main themes of the questionnaire, taking care to take into account socio-demographic characteristics. The clients of a single company were selected for the survey in order to avoid problems related to organisational differences from one company to another. In addition, MTN Cameroon is the leading mobile phone company in Cameroon with an estimated market share of nearly 55%. Subsequently, 350 individuals were interviewed on the basis of a non-probability sample. Questionnaires that were not fully completed, and those with little variability in their responses, were eliminated at the end of the data mining phase. In the end, 299 complete and valid questionnaires were retained.

4.2 THE DATA COLLECTION TOOL

The questionnaire was constructed on the basis of scales used in the literature and which have been used in similar studies. All the questions were based on 5-point lickert scales ranging from 1 "strongly disagree" to 7 "strongly agree".

Consumer engagement in the MTN brand community has been assessed as a second-order construct of cognitive, affective, and behavioural dimensions (Brodie et al., 2011, 2013; Dwivedi, 2015; Hollebeek et al., 2014). The scale chosen is that of Hollebeek et al. (2014). Organisational justice was assessed as a second-order reflexive construct comprising the following dimensions: procedural justice, interpersonal justice, distributive justice. These constructs are measured using Colquitt's (2011) abbreviated scale. Quantitative ewom, qualitative ewom, and ewom content are measured using the Shu-Chuan and Yoojung (2011) scale

4.3 METHODS OF DATA ANALYSIS

The hypothetico-deductive approach was chosen in this research, given the theoretical nature of the research constructs and the relationships between these constructs, and the empirical analysis whose objective is to assess these constructs and relationships in a reliable and reproducible way. SPSS 26 and AMOS 22 software will be used in the exploratory and confirmatory phases of the analysis respectively. Thus, the first phase of the analysis of the data, known as exploratory, will make it possible to

produce the elementary structure of the data through an analysis in principal components of each construct of the research, the factors retained are those which present an eigenvalue higher than the unit. The reliability of each factor is then verified when the cronbach's alpha is greater than 0.6 (Fornell and Larcker, 1981). The second phase of the confirmatory data analysis will aim to assess the reliability and validity of the constructs, but also to test the hypotheses and the relevance of the overall research model using the analysis of variance-based structural equations (VB-SEM) method.

5 RESULTS

5.1 THE STATISTICAL DESCRIPTION OF THE SAMPLE

The descriptive statistics of the sample indicate that more than half of the respondents are under 25 years of age, and more than 44% have at least a master's degree. Almost 27% of respondents are middle managers and 17% are top managers. More than half of the respondents have an income of more than 150,000 CFA francs.

Table 1. Socio-demographic characteristics of the sample

Items	Description	Respondents	Percentage
Gender	Male	143	47.60
	Female	157	52.33
Age	15-19 years	54	05.40
	20-24 year	103	34.34
	25-44 year	81	27.00
	45-54 year	51	17.00
	55-65 year	11	03.67
	More than 65 years	0	0
Level of education	Primary	21	06.67
	secondary	40	13.34
	baccalaureate	59	19.67
	Bachelor	134	15.34
	Master and above	46	44.67
Profession	Simple worker	32	10.65
	Middle managers	80	26.65
	Top management	50	16.65
	Student	35	11.67
	liberal profession	25	08.33
	self-employed	58	19.34
	unemployed	20	10.70
Income	0 - 50 000	47	15.70
	51 000 - 100 000	34	11.34
	101 000 - 150 000	56	18.67
	151 0000 - 200 000	49	16.34
	201 000 -250 000	53	17.63
	251 000 -500 000	39	13.00
	More than 500 000	22	07.34

5.2 THE MEASUREMENT MODEL

A covariance-based SEM was conducted to evaluate first the measurement model and then the structural model of the research (Gerbing & Anderson, 1988). SPSS 26 and AMOS 22 are used in this step. The results in Table No. indicate that the factor *loadings* relating each latent variable to its measures are all greater than 0.5 and significant, this condition is also verified by the composite reliability (C.R) and AVE values (Hair et al., 2010).

Table 2. Reliability and validity of the contructs

variables			Item factor loading	VME	CR	α
ewom quality				**0.783**	**0.875**	**0.661**
eWom_qual_1	<---	eWom_qual	0.722			
eWom_qual_2	<---	eWom_qual	1.023			
ewom Content				**0.497**	**0.743**	**0.639**
eWom_cont_5	<---	eWom_content_2	0.591			
eWom_cont_6	<---	eWom_content_2	0.663			
eWom_cont_7	<---	eWom_content_2	0.839			
CEB affection				**0.518**	**0.762**	**0.755**
CEB_affect_1	<---	CBE_Affect	0.712			
CEB_affect_2	<---	CBE_Affect	0.784			
CEB_affect_4	<---	CBE_Affect	0.659			
CEB cognition				**0.663**	**0.855**	**0.854**
CEB_cognit_3	<---	CBE_Cognitive	0.857			
CEB_cognit_1	<---	CBE_Cognitive	0.756			
CEB_cognit_2	<---	CBE_Cognitive	0.828			
CEB act				**0.546**	**0.701**	**0.694**
CEB_act_3	<---	CBE_act	0.616			
CEB_act_2	<---	CBE_act	0.845			
ewom quantity				**0.660**	**0.852**	**0.539**
eWom_quant_1	<---	eWom_quant	0.692			
eWom_quant_2	<---	eWom_quant	0.906			
eWom_quant_3	<---	eWom_quant	0.826			

The results in Table 2 show that the reliability of the research constructs is satisfactory, since the cronbach's alpha values range from 0.532 to 0.854 and are all above the threshold of 0.5 (Fornell and Larcker, 1981). In addition, the values of VME are all above 0.5, which indicates a good internal consistency of the research constructs (Fornell and larcker, 1981).

5.3 THE STRUCTURAL MODEL

The convergent validity of the research constructs is satisfactory, since all the factor loadings are also greater than 0.5 and significant ($p<0.05$), and the composite reliability (CR) values are all greater than the 0.7 threshold (Fornell & Larcker, 1981; Hair et al., 2010). As for discriminant validity, it is considered satisfactory when the square roots of the MEVs are greater than the inter-construct correlations (Hair et al., 2010), and this condition is indeed verified by the results contained in Table 4.

Table 3. Mean, standard deviations, and discriminant validity of constructs

	mean	σ	1	2	3	4	5	6
1.ewqt	3.138	1.148	**0.812**					
2.ewql	3.233	1.357	0.814**	**0.876**				
3.ewct	3.382	1.164	0.797**	0.669**	**0.710**			
4.cebc_act	4.430	1.717	0.582**	0.563**	0.556**	**0.738**		
5.cebc_cognit	4.027	1.910	0.661**	0.638**	0.616**	0.884**	**0.735**	
6.cebc_affect	4.097	2.180	0.627**	0.582**	0.575**	0.862**	0.966**	**0.719**

*Square roots of EMVs are bolded on the diagonal, ** p<0.01*

5.4 HYPOTHESIS TESTING

We will first present the results of the tests of the direct hypotheses (H1 to H3), then those of the control variables, and finally we will present the results related to the moderation effects.

Table 4. Direct research hypotheses

Assumptions			Results
H1: CEBC	<---	eWom_quant	not validated
H2: CEBC	<---	eWom_qual	validated
H3: CEBC	<---	eWom_content_2	validated

According to the results of the hypothesis tests, the quantitative ewom does not influence the CEBC (λ=0.036; p>0.05). On the other hand, the qualitative ewom has a positive influence on the CEBC (λ=0.109, p<0.05), even if this influence is weak. The ewom content also positively influences the CEBC (λ=0.530, p<0.001) with a high level of influence.

As for the control variables, the level of education is the only variable to positively influence the CEBC (λ=0.152, p<0.01). The influence of age was not significant (λ=-0.015, p>0.05), nor was that of gender (λ=-0.031, p>0.05).

The moderation hypotheses are related to the influence of organizational justice (OrJu) on the direct links between the dimensions of ewom and the CEBC. To assess the moderating effects, we will use model 1 of Haye's *macro process* associated with SPSS 26 software (Haye, 2013). The results show the moderating effect of organisational justice on the relationship between quantitative ewom and cebc is significant and positive (β=0.195, SE=0.640, p=0.002, 95% CI= [0.068, 0.322]. Thus hypothesis H41 is validated. Then the moderating effect of organizational justice on the relationship between qualitative ewom and cebc is significant (β=0.133, SE=0.049, p=0.007, 95% CI= [0.036, 0.229]. It can be concluded that hypothesis H42 is validated. Finally, the moderating effect of organisational justice on the relationship between ewom content and cebc is also significant (β=0.212, SE=0.485, p=0.000, 95% CI= [0.117, 0.308]. The hypothesis H43 is validated. It can be generally concluded that there is a moderating influence of organisational justice on the relationship between ewom and consumer engagement in the brand's virtual community. Furthermore, the model explains 32% of the variance in consumer engagement in the virtual brand community.

6 DISCUSSION OF THE RESULTS AND CONCLUSION OF THE RESEARCH

The objective of this research is to evaluate the impact of ewom on consumer engagement in the brand's virtual community, under the moderating effect of perceived organisational justice. The results provide a set of lessons learned and relevant theoretical and managerial recommendations.

Research shows that ewom positively influences consumer engagement in the virtual brand community. This influence is explained more by the contribution of the content of the ewom, followed by the quality of the ewom. The influence of quantitative ewom was not significant. This result is consistent with some previous research, including Zhang et al. (2010) and Jeon et al. (2016).

Theoretically, the role of each dimension of eWom on consumer engagement in the virtual brand community is clarified, but also the influence of the perception of the company's social practices. This research demonstrates the importance of consistency between the messages conveyed in online communities and the social practices of companies. The content generated by consumers who have experience with the brand reflects their perception of the messages emanating from the brand community, but also an evaluation of the company's credibility on the social level, and in its relations with the various *stakeholders*. The company's managerial choices in terms of organisational justice also influence direct brand messages in the media, and those emanating from consumers in virtual communities. Brand managers should ensure consistency between the company's social practices and the quality and content of advertising messages in order to build strong virtual brand communities.

Consumers' perceptions of corporate social practices are likely to enhance or diminish the credibility of sources and the effects of ewom on engagement in consumer communities. For example, the perception of injustice is interpreted as a lack of credibility of the brand (towards its stakeholders in general, and towards its customers in particular), it is likely to generate negative ewom limiting consumers' engagement in the brand's virtual community. On the other hand, a consumer's perception of good organisational justice is likely to generate positive eWom and to reinforce the effects of the brand community members' messages on the various social network platforms. The research results reflect the influence of perceived organisational justice on the effectiveness of eWom in engaging consumers in the brand's virtual community.

From a managerial point of view, brand managers should focus on consumers' perception of the company's social values. Research results have indeed shown the impact of social practices on consumer engagement in the virtual brand community.

However, the ability of companies to define and direct the content of the ewom is still limited, so managers should adopt consumer-friendly social practices to improve consumer satisfaction in line with marketing strategies.

In reality, the content and quality of the ewom are aligned with the responses to customer expectations (López & Sicilia, 2013). The importance of customer satisfaction remains important on the functional and social dimensions of the ewom for the credibility of the messages emitted by consumers, and for the engagement of the latter in the virtual brand community.

It is therefore crucial for brand managers to focus on customer satisfaction, even following a service failure. Service recovery systems aim precisely at correcting failures and changing the perception of dissatisfied customers (Jana et al., 2015). Organisational justice also contributes to the credibility of the service recovery process by limiting the diffusion of negative ewom within virtual brand communities.

7 LIMITATIONS OF THE RESEARCH AND FUTURE DEVELOPMENT PATHS

The effects of ewom on the virtual brand community do not take into account certain characteristics of the source. The credibility of the contents is however associated with the personality of the source of the message and the duration of his experience with the company. These elements could be integrated into the model as control variables and significantly enrich the analysis.

The effect of perceived organisational justice on the relationship between ewom and consumer engagement in the virtual brand community reflects the influence of the company's social choices. Other variables can be taken into account, in particular those related to ethics, or those related to environmental preservation. These dimensions represent relevant issues that can translate the adherence or not of consumers to the contents and quality of the ewom, but also to relevant societal issues.

REFERENCES

[1] Hayes, A. F., & Preacher, K. J. (2013), «Conditional process modeling: Using structural equation modeling to examine contingent causal processes.» In G. R. Hancock & R. O.Mueller (Eds.), *Quantitative methods in education and the behavioral sciences: Issues, research, and teaching.* Structural equation modeling: A second course (pp. 219-266). Charlotte, NC, US: Information Age Publishing (IAP).

[2] Akar, E. & B. Topçu (2011). An Examination of the Factors Influencing Consumers' Attitudes Toward Social Media Marketing. Journal of Internet Commerce, 10, 35-67.

[3] France, C., Merrilees, B., & Miller, D. (2015). Customer brand co-creation: A conceptual model. Marketing Intelligence & Planning, 33 (6), 848-864. https://doi.org/10.1108/MIP-06-2014-0105.

[4] Dholakia U.M., Bagozzi R.P., and Pearo L.K., (2004), «A social influence model of consumer participation in networkand small-group-based virtual communities», *International Journal of Research in Marketing,* 21 (3), p.241-263.

[5] Erkan I. and Evans C., (2016), «The influence of eWOM in social media on consumers' purchase intentions: An extended approach to information adoption.», *Computers in Human Behavior,* 61, pp. 47-55.

[6] Cheng X. and Zhou M., (2010), «Study on effect of eWOM: A literature review and suggestions for future research», *Management and Service Science (MASS):* 1-4.

[7] Sahabi Yusuf Ali, Ab Razak Che Hussin, Halina Mohamed Dahlan, (2019), 'Electronic Word of Mouth engagement in social commerce platforms: An empirical study'.

[8] Qiu L., J. Pang, K. H. Li, (2012), Effects of conflicting aggregated rating on eWOM review credibility and diagnosticity: The moderating role of review valence, Decision Support Systems, vol. 54, no. 1, pp. 631-643.

[9] Duan W., B. Gu and A. Whinston, (2008), The dynamics of online word-of-mouth and product sales: An empirical investigation of the movie industry, Journal of Retailing, vol. 84, no. 2, pp. 233-242.

[10] Liu Y., (2006), Word-of-mouth for movies: Its dynamics and impact on box office revenue, Journal of Marketing, vol. 70, no. 3, pp. 74-89.

[11] Cheung C.M., M. K. Lee, and N. Rabjohn, (2008), The impact of electronic word-of-mouth: The adoption of opinions in online customer communities, Internet Research, vol. 18, no. 3, pp. 229-247.

[12] Cheung M.Y., C. Luo, C. L. Sia, and H. Chen, (2009), Credibility of electronic word-of-mouth: Informationalnormative determinants of online consumer recommendations, International Journal of Electronic Commerce, vol.13, no. 4, pp. 9-38.

[13] Jana L. H. Bowden, Mark Gabbott & Kay Naumann (2015) Service relationships and the customer disengagement - engagement conundrum, Journal of Marketing Management, 31: 7-8, pp.774-806, DOI: 10.1080/0267257X.2014.983143.

[14] López Manuela, María Sicilia, (2013), Determinants of E-WOM Influence: The Role of Consumers' Internet Experience, Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research, Vol. 9 / Issue 1, January 2014, p.28-43.

[15] Brodie R.J., Ilic A., Juric B. and Hollebeek L. (2013), «Consumer engagement in a virtual brand community: an exploratory analysis», *Journal of Business Research,* Vol. 66 No. 1, pp. 105-114.
[16] Wu, P.C.S. and Wang, Y.C. (2011), «The influences of electronic word-of-mouth message appeal and message source credibility on brand attitude», *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics,* Vol. 23 No. 4, pp. 448-472.
[17] Tho, N. D., Trang, N. T. M. and Olsen, S. O. (2016), «Brand personality appeal, brand relationship quality and WOM transmission: a study of consumer markets in Vietnam.» *Asia Pacific Business Review,* Vol. 22 No. 2, pp. 307-324.
[18] Kala, D.; Chaubey, D., (2018), «The effect of eWOM communication on brand image and purchase intention towards lifestyle products in India.», *International Journal of Services, Economics and Management,* 9, pp. 143-157.
[19] Ryu, G., and L. Feick. 2007. «A Penny for Your Thoughts: Referral Reward Programs and Referral Likelihood.» Journal of Marketing 71: 84-94.
[20] Schmitt, P., B. Skiera, and C. Van den Bulte. 2011. «Referral Programs and Customer Value.» Journal of Marketing 75: 46-59.
[21] Elsen, I., Hartung, F., Horn, U., Kampmann, M., & Peters, L. (2001). «Streaming technology in 3G mobile communication systems», *IEEE Computer 34,* 9.
[22] Mishra, A., Satish, M., (2016). «eWOM: Extant Research Review and Future Research Avenues», *The Journal for Decision Makers,* 41 (03), 222-233.
[23] Ismagilova, E., Dwivedi, Y.K., Slade, E., & Williams, M. (2017). «Electronic Word of Mouth (eWOM) in the Marketing Context», *Springer International Publishing,* ISBN: 978-3-31952459-7.
[24] Chan, Y.Y.Y., & Ngai, E.W.T. (2011). «Conceptualising electronic word of mouth activity: An input-process-output perspective.», *Marketing Intelligence & Planning,* 29 (5), 488-516.
[25] Anne M. Hansen, Zinta S. Byrne & Christa E. Kiersch, (2013), Development and Validation of an Abridged Measure of Organizational Justice, The Journal of Psychology: Interdisciplinary and Applied, 147: 3, 217-244.
[26] Shu-Chuan Chu & Yoojung Kim, (2011), Determinants of consumer engagement in electronic word-of-mouth (eWOM) in social networking sites, International Journal of Advertising, 30: 1, 47-75.
[27] Hollebeek D. Linda, Mark S.Glynn, Roderick J.Brodie, (2014), Consumer Brand Engagement in Social Media: Conceptualization, Scale Development and Validation, Journal of Interactive Marketing, Volume 28, Issue 2, Pages 149-165.
[28] Colquitt, J. A., & Rodell, J. B. (2011). Justice, trust, and trustworthiness: A longitudinal analysis integrating three theoretical perspectives. *Academy of Management Journal, 54* (6), 1183-1206.
[29] Qiu L., J. Pang, K. H. Li, (2012), Effects of conflicting aggregated rating on eWOM review credibility and diagnosticity: The moderating role of review valence, Decision Support Systems, vol. 54, no. 1, pp. 631-643.
[30] Duan W., B. Gu and A. Whinston, (2008), The dynamics of online word-of-mouth and product sales: An empirical investigation of the movie industry, Journal of Retailing, vol. 84, no. 2, pp. 233-242.
[31] Liu Y., (2006), Word-of-mouth for movies: Its dynamics and impact on box office revenue, Journal of Marketing, vol. 70, no. 3, pp. 74-89.
[32] Cheung C.M., M. K. Lee, and N. Rabjohn, (2008), The impact of electronic word-of-mouth: The adoption of opinions in online customer communities, Internet Research, vol. 18, no. 3, pp. 229-247.
[33] Cheung M.Y., C. Luo, C. L. Sia, and H. Chen, (2009), Credibility of electronic word-of-mouth: Informationalnormative determinants of online consumer recommendations, International Journal of Electronic Commerce, vol.13, no. 4, pp. 9-38.
[34] Jana L. H. Bowden, Mark Gabbott & Kay Naumann (2015) Service relationships and the customer disengagement - engagement conundrum, Journal of Marketing Management, 31: 7-8, pp.774-806, DOI: 10.1080/0267257X.2014.983143.
[35] López Manuela, María Sicilia, (2013), Determinants of E-WOM Influence: The Role of Consumers' Internet Experience, Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research, Vol. 9 / Issue 1, January 2014, p.28-43.
[36] Nielsen (2012), «Consumer trust in online, social, and mobile advertising grows», available at: www.nielsen.com/us/en/insights/news/2012/consumer-trust-in-online-social-and-mobile-advertisinggrows.html (accessed 28 September 2022).
[37] Brodie R.J., Ilic A., Juric B. and Hollebeek L. (2013), «Consumer engagement in a virtual brand community: an exploratory analysis», *Journal of Business Research,* Vol. 66 No. 1, pp. 105-114.
[38] Wu, P.C.S. and Wang, Y.C. (2011), «The influences of electronic word-of-mouth message appeal and message source credibility on brand attitude», *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics,* Vol. 23 No. 4, pp. 448-472.
[39] Tho, N. D., Trang, N. T. M. and Olsen, S. O. (2016), «Brand personality appeal, brand relationship quality and WOM transmission: a study of consumer markets in Vietnam.» *Asia Pacific Business Review,* Vol. 22 No. 2, pp. 307-324.
[40] Kala, D.; Chaubey, D., (2018), «The effect of eWOM communication on brand image and purchase intention towards lifestyle products in India.», *International Journal of Services, Economics and Management,* 9, pp. 143-157.
[41] Ryu, G., and L. Feick. 2007. «A Penny for Your Thoughts: Referral Reward Programs and Referral Likelihood.» Journal of Marketing 71: 84-94.
[42] Schmitt, P., B. Skiera, and C. Van den Bulte. 2011. «Referral Programs and Customer Value.» Journal of Marketing 75: 46-59.

[43] Elsen, I., Hartung, F., Horn, U., Kampmann, M., & Peters, L. (2001). «Streaming technology in 3G mobile communication systems», *IEEE Computer 34,* 9.

[44] Mishra, A., Satish, M., (2016). «eWOM: Extant Research Review and Future Research Avenues», *The Journal for Decision Makers,* 41 (03), 222-233.

[45] Ismagilova, E., Dwivedi, Y.K., Slade, E., & Williams, M. (2017). «Electronic Word of Mouth (eWOM) in the Marketing Context», *Springer International Publishing,* ISBN: 978-3-31952459-7.

[46] Chan, Y.Y.Y., & Ngai, E.W.T. (2011). «Conceptualising electronic word of mouth activity: An input-process-output perspective.», *Marketing Intelligence & Planning,* 29 (5), 488-516.

[47] Mikalef, P., Giannakos, M., & Pateli, A. (2013). Shopping and word-of-mouth intentions on social media. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research, 8* (1), 17-34.

[48] Zhang, K., Xu, H., Zhao, H., & Yu, Y. (2018). Online reviews and impulse buying behavior: The role of browsinand impulsiveness. *Internet Research, 28* (3), 522-543.

[49] MartínezTur, V., Peiró, J.M., Ramos, J., &Moliner, C. (2006).Justice Perceptions as Predictors of Custo-mer Satisfaction: The Impact of Distributive, Procedural, and Interactional Justice, *Journal of Applied Social Psychology, 36* (1), 100-119.

[50] Teo, T. S., & Lim, V. K. (2001) The effects of perceived justice on satisfaction and behavioral intention: The case of computer purchase. *International Journal of Retail & Distribution Management, 29* (2), 109-125.

[51] Kamel Rouibah, Nabeel Al-Qirim, Yujong Hwang, The Determinants of eWoM in Social Commerce: The Role of Perceived Value, Perceived Enjoyment, Trust, Risks, and Satisfaction. Journal of Global Information Management, Volume 29, Issue 3, May-June 2021, pp. 75-102.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1200-1208
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

De l'efficacité de la modélisation dynamique du trafic des réseaux multiservices, à l'hypothèse de la réaction à la congestion par la compression adaptative du trafic

[From the effectiveness of dynamic traffic modeling of multiservice networks, to the congestion reaction hypothesis by adaptive traffic compression]

Ilunga Mbuyamba Elisée and Tshibengabu Kalonji Simon

Institut Supérieur de Techniques Appliquées (ISTA), Kinshasa, RD Congo

Copyright © 2023 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 first describe the general principle of dynamic modelling, the effectiveness of which in analyzing the traffic of multiservice networks is one of the main objects of this study. By showing how this technique can be applied to obtain the elementary Markovian system: of the queue M/M/1/∞; we partly answer the big problem on the management of the QoS in the case of an isolated node then of a network. We then focus on the principles of traffic control of multiservice networks, drawing inspiration from existing work in the literature and from policies for managing congestion phenomena defined in recommendations I.371 of the ITU-T and ATM-Forum UNI specification V3.1. As a possible solution to this problem, we have evoked the hypothesis of the reaction to congestion by dynamic traffic compression, in the event of the appearance of a phenomenon of congestion exceeding any prediction. The progress of this hypothesis will have the merit of resurfacing and increasing the interest of resorting to compression as a solution to the problem of congestion, in particular for wireless networks; since radio resources are scarce and shared.

KEYWORDS: Dynamic Traffic Modeling, Multiservice Networks, Congestion, Compression, QoS.

RÉSUMÉ: Dans cet article, nous décrivons tout d'abord le principe général de la modélisation dynamique dont l'examen de l'efficacité dans l'analyse du trafic des réseaux multiservices constitue l'un des objets principaux de cette étude. En montrant comment cette technique peut être appliquée pour obtenir le système élémentaire markovien: de la file d'attente $M/M/1/\infty$; nous répondons en partie à la grande problématique sur la gestion de la QoS dans le cas d'un nœud isolé puis d'un réseau. Nous nous intéressons ensuite aux principes du contrôle de trafic des réseaux multiservices, en nous inspirant de travaux existants dans la littérature et de politiques de gestion des phénomènes de congestion défini dans les recommandations I.371 de l'UIT-T et ATM-Forum UNI spécification V3.1. Comme solution possible à cette problématique, nous proposons l'hypothèse de la réaction à la congestion par compression adaptative du trafic, en cas d'apparition d'un phénomène de congestion dépassant toute prédiction. Le progrès de cette hypothèse aura le mérite de resurgir et accroitre l'intérêt du recours à la compression comme solution à la problématique de congestion, en particulier pour les réseaux sans fil; étant donné que les ressources radio sont rares et partagées.

MOTS -CLEFS: Modélisation dynamique du trafic, Réseaux multiservices, Congestion, Compression, QoS.

1 INTRODUCTION

Le progrès des services que doivent fournir les réseaux multiservices, les tailles de ces réseaux, l'augmentation du trafic qui s'y rapporte et sa nature de plus en plus complexe appellent à des besoins importants en bande passante et à des

exigences très variés. C'est pour cette raison que nous proposons, une réflexion tendant à cerner les contours de la question suivante: "est-il possible de contrôler la qualité de service autrement qu'en surdimensionnant les réseaux multiservices " ?

En effet, si un changement de trafic se produit dépassant les prédictions, une adaptation simultanée de la topologie du réseau à cette variation brusque de trafic parait en pratique irréalisable. Par contre, l'ingénierie de trafic permet d'adapter le trafic à la topologie du réseau. Dans la thèse de K. Abboud [1], l'expression "Ingénierie de trafic" désigne l'ensemble des mécanismes de contrôle de l'acheminement du trafic dans le réseau afin d'optimiser l'utilisation des ressources et de limiter les risques de congestion. L'objectif de l'ingénierie de trafic est de maximiser la quantité de trafic pouvant transiter dans le réseau, tout en maintenant la qualité de service (bande passante, délai...) offerte aux différents flux de données.

Aussi, nous nous proposons d'examiner l'efficacité de la modélisation dynamique du trafic de réseau multiservice en vue de prévenir les congestions; puis nous étendons la réflexion à l'hypothèse de la réaction à la congestion par la compression adaptative du trafic de manière à limiter les effets de la congestion, en l'occurrence, minimiser l'intensité du volume du flux transitoire d'entrée en l'adaptant à la bande passante des ressources du réseau.

Un tel modèle doit représenter la variation stochastique du trafic des réseaux multiservices et les phénomènes qui en résultent, spécialement l'état de charge au niveau de ses différents composants (routeurs, liens, chemins...) et réagir le cas échéant à la congestion, en adaptant le trafic à l'état du réseau.

En d'autres termes, limiter les pics des débits instantanés d'entrée à la capacité de la bande passante disponible du réseau, au moyen d'une compression adaptative. Le taux de compression doit suivre dynamiquement l'importance de la congestion survenue et, plus ce taux de compression est faible, plus la probabilité de congestion est élevée.

Pour y parvenir, nous présenterons d'abord le problème lié à l'efficacité de la modélisation dynamique de la file M/M/1/$^{\infty}$, dans l'analyse du trafic des réseaux multiservices. Telle qu'étudiée dans [2], l'analyse du processus markovien permet d'obtenir l'expression exacte de l'équation différentielle gouvernant le trafic des réseaux à file d'attente. Malheureusement, cette équation fait intervenir la probabilité d'état transitoire dont l'expression analytique complexe ne peut être calculée. La solution proposée consiste à transformer l'équation différentielle associée à X (t) en une équation différentielle autonome en utilisant une approximation basée sur une relation implicite entre le trafic moyen X (t) et la probabilité d'état transitoire $P_0(t)$.

Et comme contribution, nous enrichissons la discussion en proposant: « l'hypothèse de la réaction à la congestion par une compression adaptative du trafic ». Cette hypothèse présage un pouvoir d'expression important, a priori pour des réseaux de grande taille.

2 THEORIE DIFFERENTIELLE DU TRAFIC

Dans cette partie, nous présentons le principe général de la théorie différentielle du trafic tel que proposé dans **[2].** Considérons le système représenté sur la Figure 1. Soit x (t) la variable aléatoire associée au nombre de paquets dans ce système. Notons TE (t) et TS (t) respectivement les débits instantanés d'entrée et de sortie du système.

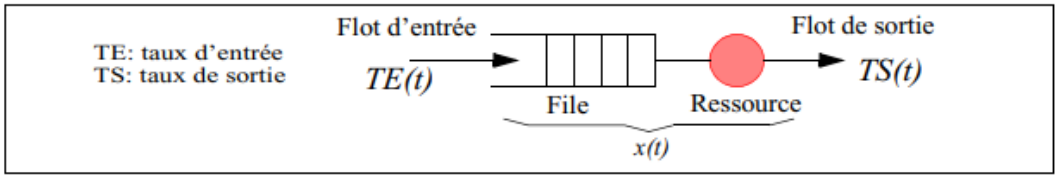


Fig. 1. Modèle de file d'attente d'une ressource réseau [2]

L'idée fondamentale de la théorie différentielle du trafic est d'établir l'expression exacte de l'équation différentielle gouvernant le trafic moyen transitoire X (t) = E [x (t)]. Cette équation est obtenue par une analyse du processus markovien ou semi-markovien associé à x (t). Sa forme générale est la suivante **[2],** (où $P[x(t)]$ est la probabilité de l'état x (t)):

$$\frac{d}{dt}X(t)=TE(t)-TS(t)=\sum_i x_i(t).\frac{d}{dt}P[x_i(t)] \quad (I)$$

$X(t_0)$ donné

Cette expression est très générale: elle indique tout simplement que la variation du nombre moyen de paquets dans le système est donnée par la différence entre le débit instantané d'entrée $TE(t)$ et celui de sortie $TS(t)$.

3 MODELE DYNAMIQUE DE LA FILE M/M/1/$^{\infty}$

Selon **[2],** la file M/M/1/$^{\infty}$ est un modèle très simple souvent utilisé pour représenter un lien de transmission. Il s'agit d'un modèle à capacité infinie. Les clients arrivent suivant un processus de Poisson de paramètre λ. Ils sont servis suivant la discipline PAPS (premier arrivé premier servi) et la durée de service de chaque client est une variable aléatoire exponentiellement distribuée de moyenne 1/μ.

Si nous prenons pour variable d'état x (t) le nombre de clients dans le système, alors la chaîne de Markov associée est un processus de naissance et de mort ergodique de paramètres λ et μ à condition que le taux d'utilisation ρ = λ/μ < 1. Notons $P_i(t)$ la probabilité que x (t) =i. Il est bien connu qu'à l'équilibre, nous avons l'équation I et l'équation différentielle exacte du trafic moyen transitoire X (t) de la file M/M/1/$^{\infty}$ s'écrit:

$$\frac{d}{dt}X(t)=\sum i\frac{d}{dt}P_i(t)=\lambda-\mu\,(1-P_0(t)) \qquad \text{(II)}$$

Malheureusement, cette équation fait intervenir la probabilité transitoire $P_0(t)$ qui a l'expression complexe suivante (où i représente le nombre initial de clients) **[2]:**

$$P_k(t)=e^{-(\lambda+\mu)t}\left[\rho^{\frac{k-i}{2}}I_{k-i}(at)+\rho^{\frac{k-i-1}{2}}I_{k+i+1}(at)+(1-\rho)\rho^k\sum_{j=k+i+2}^{\infty}\rho^{\frac{-j}{2}}I_j\,(at)\right]$$

$$\text{Avec } a=2\mu\sqrt{\rho} \text{ et } (\forall k\geq -1),\ I_k(x)=\sum_{m=0}^{\infty}\frac{\left(\frac{x}{2}\right)^{k+2m}}{(k+m)\,!m!} \qquad \text{(III)}$$

En pratique, cette expression analytique ne peut être utilisée pour calculer la valeur exacte de $P_0(t)$ car elle fait intervenir des sommes infinies. Une autre possibilité serait de calculer le vecteur de probabilités par intégration numérique de la chaîne de Markov. Mais là encore cette solution est limitée par la dimension infinie de l'espace d'états. Bien que dans les deux cas des approximations soient possibles en tronquant les calculs, les approximations résultantes ne sont pas très efficaces d'un point de vue numérique (ce qui est essentiel pour de grands réseaux).

La solution proposée dans le cadre de la théorie différentielle du trafic consiste à transformer l'équation différentielle associée à X (t) en une équation différentielle autonome en utilisant une approximation basée sur une relation implicite entre le trafic moyen X (t) et $P_0(t)$. Plus précisément, on observe qu'à l'équilibre, la relation suivante est vérifiée:

$$\rho=1-P_0(\infty)=\frac{X(\infty)}{1+X(\infty)} \qquad \text{(IV)}$$

L'idée est alors d'étendre la validité de cette relation au régime transitoire:

$$1-P_0(t)=\frac{X(t)}{1+X(t)} \qquad \text{(V)}$$

On obtient ainsi l'approximation dynamique suivante pour la file M/M/1/$^{\infty}$:

$$\frac{d}{dt}X(t)\approx\lambda-\mu\frac{X(t)}{1+X(t)} \qquad \text{(VI)}$$

$X(t_0)$ donné

4 RESULTATS EN REGIME STATIONNAIRE ET TRANSITOIRE

Il s'agit d'une équation différentielle autonome qui permet de calculer efficacement X (t) par intégration numérique. Il est facile de montrer que cette approximation différentielle converge vers la valeur stationnaire exacte $X(\infty)=\rho(1-\rho)$.

Remarquons également que bien que l'équation (VII) permette d'obtenir une expression explicite de X (t), il est plus intéressant en pratique d'utiliser la forme « entrée/sortie » ci-dessous pour de grands réseaux. Les résultats numériques ainsi que les graphiques des figures 2 et 3 sont ceux présentés dans **[2].**

Tableau 1. Comparaison des valeurs de $X(\infty)$ obtenues avec la formule exacte et avec le modèle différentiel [2]

	Solution exacte	Modèle différentiel
$\rho = 0.1$	0.1111	0.1111
$\rho = 0.5$	1.0000	0.9999

Le tableau 1 présente une comparaison des valeurs stationnaires de X (t) obtenues en utilisant la formule exacte et en intégrant le modèle différentiel pour ρ=0.1 et ρ=0.5. On peut constater que le modèle différentiel converge bien vers les valeurs stationnaires exactes. Pour les mêmes valeurs de ρ, la figure 2 compare le comportement transitoire de X (t) obtenu avec le modèle différentiel à celui obtenu avec 10 000 simulations de Monte-Carlo. On peut voir que le modèle différentiel se révèle assez précis: pour ρ=0.1, les erreurs moyennes et maximales sur l'intervalle [0,10] sont respectivement 3.3% et 10%, tandis que pour ρ=0.5, ces erreurs sur l'intervalle [0,30] sont respectivement de 4.4% et 8.1%. Mais l'avantage principal du modèle différentiel est qu'il permet de déterminer la réponse dynamique du système à des variations de trafic, comme illustré sur la figure 3 (dans ce cas, l'erreur moyenne est de 4.4% est l'erreur maximale de 13.4%).

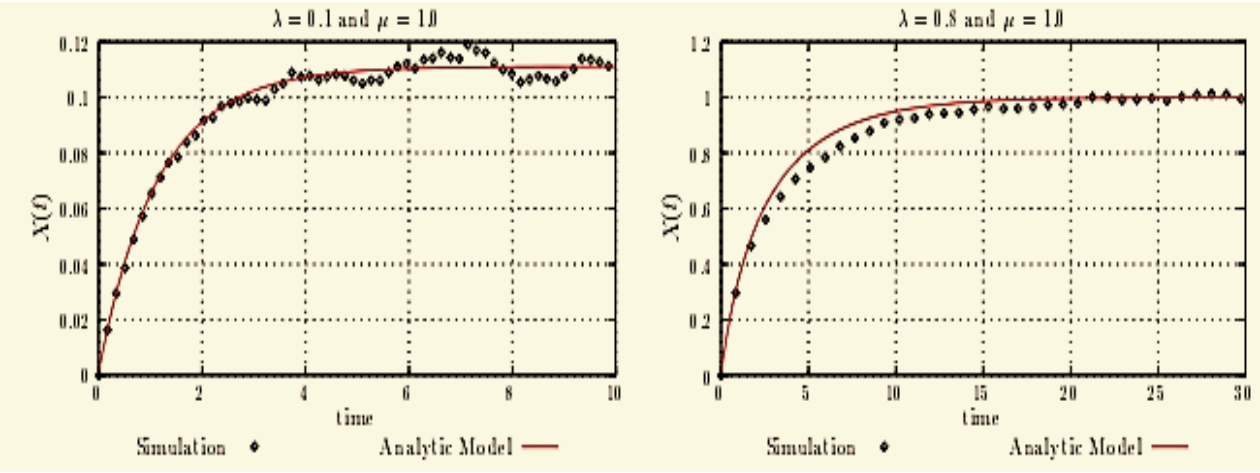


Fig. 2. M/M/1/∞ : comparaison entre le modèle analytique et des simulations [2]

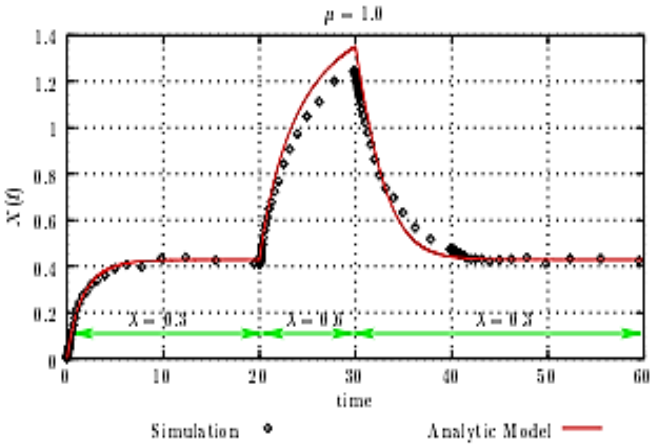


Fig. 3. M/M/1/∞ : comparaison entre le modèle analytique et des simulations dans le cas de variation de trafic [2]

4.1 MODÈLES DYNAMIQUES DE RÉSEAUX DE FILES D'ATTENTE

Une hypothèse classique pour de grands réseaux est de supposer des arrivées suivant le processus de Poisson et des durées de service exponentiellement distribuées en chaque nœud. Les files d'attente peuvent être à capacités finies ou infinies.

Sous ces hypothèses, considérons un réseau de n nœuds. Chaque nœud reçoit du trafic direct (exogène) et du trafic sortant des autres nœuds. Notons:

- λ_i le taux d'arrivée du trafic direct au nœud i. On suppose que les paquets arrivent suivant un processus de Poisson,
- μ_i le taux de service au nœud i. On suppose que les durées de service sont des variables aléatoires exponentiellement distribuées,
- $r_{i,j}$ le paramètre de routage donnant la proportion de trafic sortant du nœud i qui est envoyée vers le nœud j.

4.2 FORME PRODUIT [3]

Soit a_j le taux d'arrivée au nœud j (trafic direct et trafic provenant des autres nœuds):

$$a_j=\lambda_j+\sum_{i=1}^{n} a_i\, r_{i,j} \qquad \text{(VII)}$$

La probabilité d'un état global du réseau est le produit des probabilités des états des différents nœuds pris isolément:

$$,\ldots, =i=1n\ (1-\rho i)\ \rho_i^k \text{ ou } \rho_i=\frac{a_i}{\mu_i} \qquad \text{(VIII)}$$

Une conséquence importante de la forme produit est que le comportement de chaque nœud du réseau est similaire à celui d'une file M/M/1/∞ . Le trafic moyen stationnaire au nœud i a l'expression suivante:

$$X_i(\infty)=\frac{\rho_i}{1-\rho_i}\ i=1\ldots n \qquad \text{(IX)}$$

4.3 MODÈLE DIFFÉRENTIEL DU RÉSEAU À FIL D'ATTENTE

Soit X_i (t) le nombre moyen de paquets au nœud i à l'instant t. Puisque chaque nœud se comporte comme une file M/M/1/ ∞ isolée, le modèle différentiel développé au point (2) peut être appliqué. Evidemment, il est nécessaire d'introduire le couplage entre les différents nœuds **[2].**

$$\frac{d}{dt}X_i(t)=\lambda_i+\sum_{j=1}^{n} r_{j,i}\mu_j\left[1-P_j^0\ (t)\ \right]-\mu_i\ (1-r_{i,i})\ \left[1-P_i^0\ (t)\ \right] \qquad \text{(X)}$$

Où P_i^0 (t) est la probabilité que le nœud i soit vide à l'instant t. Ces probabilités peuvent être approximées de la même façon qu'au point (2). On obtient alors l'approximation différentielle du trafic transitoire X_i (t) au nœud i:

En substituant $1-P_j^0$ (t) et $1-P_i^0$ (t) par leurs expressions, tel que dans la relation V, on obtient:

$$\frac{d}{dt}X(t)\approx\lambda_i+\sum_{j=1}^{n} r_{j,i}\mu_j\frac{X_j\ (t)}{1+X_j\ (t)}-\mu_i\ (1-r_{i,i})\ \frac{X_i\ (t)}{1+X_i\ (t)} \qquad \text{(XII)}$$

Ce modèle différentiel est dynamique: à chaque instant t, on obtient l'évolution de l'espérance X_i (t) du nombre de clients en chaque nœud. Si les taux d'arrivées et les paramètres de routage sont stationnaires, alors le système d'équations différentielles couplées converge vers l'état moyen du système à l'équilibre.

Deux approches sont possibles pour résoudre ce système d'équations différentielles du premier ordre:

- via des techniques classiques d'intégration numérique si l'on s'intéresse à la solution transitoire. En général, la méthode d'Euler est suffisamment précise,
- via un algorithme d'approximation successive si l'on s'intéresse uniquement à la solution stationnaire.

5 LIMITATION DES MODELES EXISTANTS

5.1 LIMITATION DES MODÈLES STATISTIQUES CLASSIQUES

La piètre efficacité des modèles statistiques classiques (processus de Poisson, loi de Gauss, processus de Markov) est patente et les outils actuellement disponibles pour l'évaluation des performances et le dimensionnement des réseaux à file d'attente répondent peu, ou mal aux problèmes posés:

- Le modèle de Poisson est caractérisé par une variabilité faible, et ne permet qu'un dimensionnement simple du réseau;
  - ✓ Echelle de variabilité ~1/λ
- Le trafic d'un réseau multiservices tel que l'internet n'est pas amnésique mais fortement corrélé, son comportement fractal rend difficile le dimensionnement du réseau;
  - ✓ Le contrôle de congestion TCP représente une mémoire des flux,
  - ✓ Un lien peut devenir saturé quel que soit sa capacité,
  - ✓ Les files d'attente peuvent déborder quel que soit leur longueur
- Le trafic d'un réseau multiservices présente une variabilité extrême;
  - ✓ Durée des connexions: de quelques ms à des jours, semaines, mois,
  - ✓ Volume de données par connexion: de quelques bytes à des térabytes
  - ✓ De multiples échelles de variabilité allant de ms à des minutes

5.2 LIMITATION DE LA FORME PRODUIT

Dans le cas d'un seul faisceau emprunté par plusieurs flux multiservices, le problème d'évaluation de performances a une solution exacte donnée par la forme produit des probabilités.

Dans le cas d'un réseau multiservices, si la forme produit des probabilités d'état est encore vérifiée, son utilisation est complètement inenvisageable du fait de l'explosion combinatoire de l'espace d'état.

En pratique, la plupart des méthodes proposées dans la littérature sont basées sur l'hypothèse d'indépendance des probabilités de blocage et sur l'approximation du trafic réduit. L'idée est alors de supposer que les phénomènes de blocage apparaissent de manière indépendante sur les différents liens de communications empruntés par un flux au cours de son acheminement, et de considérer que le trafic offert à chaque lien est d'autant plus réduit que les taux de blocage du flux sur les autres liens sont élevés. Sous ces hypothèses, on obtient un système d'équation de type point fixe, dont la solution fournit les valeurs approchées des probabilités de blocage.

6 LA GESTION REACTIVE DES PHENOMENES DE CONGESTION

Rappelons que dans [1] la philosophie du contrôle réactif est d'accepter un maximum de connexions. Lors de la congestion d'un équipement réseau (mesurée en termes de pertes, de délais et de remplissage des tampons), les sources réduisent leurs débits. Ainsi, dans le modèle Best-Effort (« ou au mieux ») du réseau Internet actuel, la gestion du phénomène de congestion est faite de manière réactive par le mécanisme de fenêtre glissante (adaptation du débit) du protocole TCP. Toutefois, ce contrôle n'est pas adapté pour pouvoir offrir des garanties de QoS par exemple à des flux audio et vidéo temps réel: ils ne peuvent pas adapter leur débit.

7 HYPOTHESE DE LA COMPRESSION ADAPTATIVE

7.1 CONTEXTE GÉNÉRAL

Le travail de Emmanuel Besson [7] montre que dans un réseau de transmission global, on attend d'un routeur qu'il dirige les paquets avec le minimum de délai et dans les meilleures conditions de sécurité (c'est-à-dire avec une probabilité de perte la plus faible possible). Cependant, on ne peut pas concevoir d'équipements capables de soutenir n'importe quel débit en entrée. Les limitations technologiques des processeurs, et les contraintes au niveau de la place mémoire sont telles qu'un routeur ne peut soutenir, sans saturer, qu'un débit maximal à déterminer. En conséquence, les trois critères retenus sont:

- Le délai de transfert d'un paquet à travers la structure de routage (depuis la file de réception jusqu'à la file de transmission);
- Le débit maximal autorisé par l'implémentation sans qu'il y ait saturation;
- La probabilité de perte d'un paquet à la suite d'un dépassement de capacité mémoire.

Ainsi, nous proposons une hypothèse qui expose l'idée d'un mécanisme de contrôle réactif qui agit en fonction de l'évolution du trafic c.à.d., qui réagit à la congestion. Dans ce cas, tant qu'il n'y a pas de congestion, le réseau établit toutes les connexions sans compresser le débit. La mesure de congestion peut se faire de plusieurs manières (e.g.: en mesurant les pertes, les délais, le remplissage des buffers...) par le réseau ou par les équipements terminaux. Si une congestion se déclare, le réseau compresse le débit à l'entrée en l'adaptant à la taille de ses ressources disponibles, idéalement, de telle sorte que la stabilité du système et le temps de traitement restent constants.

7.2 LA COMPRESSION ADAPTÉE AUX FLUX DU TRAFIC

Comme nous venons de le rappeler, au point 6 ci-dessus, le mécanisme de fenêtre glissante (adaptation du débit) du protocole TCP n'est pas adapté pour pouvoir offrir des garanties de QoS par exemple à des flux audio et vidéo temps réel.

Quand le trafic est composé de plusieurs types des flux, cas des réseaux multiservices, l'idée d'une technique universelle de compression donnant des meilleures performances pour toutes types de données n'est pas bénéfique. Dans [14], S. Bannour et al expliquent que les diverses techniques de compression offrent différentes performances en termes d'espace, de temps et de taux de compression selon les caractéristiques du réseau et celles du trafic à transmettre. D'où l'idée d'un algorithme de sélection de techniques de compression qui permet de choisir dynamiquement la technique de compression la plus adéquate au flux à transmettre.

L'hypothèse que nous proposons obéit aux normes de la compression **Stacker [4]** et tiendra donc compte de l'évidence suivante: qu'il n'existe pas de technique de compression universelle qui puisse réduire la taille de toutes les données possibles. Si cela existait, on commencerait par réduire les données originales, puis on réapplique la compression aux données compressées, et on réapplique, jusqu'à aboutir au résultat absurde de 0 octet. Cette succession de compressions aboutit en fait à une perte d'information à chaque étape.

La compression a pour but de réduire la longueur d'une chaîne sans affecter son contenu informatif. Cela permet à la fois de réduire les exigences en mémoire et d'augmenter la capacité d'un canal de transmission (théorie de Shannon) [12].

7.2.1 COMPRESSION DE PILE [4]

La compression Stacker est basée sur l'algorithme de compression Lempel-Ziv. L'algorithme Stacker utilise un dictionnaire codé qui remplace un flux continu de caractères par des codes. Ceci stocke les symboles représentés par les codes en mémoire dans une liste de style dictionnaire. Comme la relation entre un code et le symbole d'origine varie selon les données, cette approche est plus réactive aux variations des données. Cette flexibilité est particulièrement importante pour les données LAN, car de nombreuses applications différentes peuvent transmettre sur le WAN à la fois. En outre, à mesure que les données varient, le dictionnaire change pour s'adapter aux besoins variables du trafic. La compression de pile est dynamique mais plus gourmande en CPU et moins gourmande en mémoire.

7.2.2 COMPRESSION DU PRÉDICTEUR [4]

L'algorithme de compression du Prédicteur tente de prédire la séquence suivante de caractères dans un flux de données en utilisant un index pour rechercher une séquence dans le dictionnaire de compression. Il examine ensuite la séquence suivante dans le flux de données pour voir si elle correspond. Si c'est le cas, cette séquence remplace la séquence recherchée dans le dictionnaire. S'il n'y a pas de correspondance, l'algorithme localise la séquence de caractères suivante dans l'index et le processus recommence.

L'index se met à jour en hachant quelques-unes des séquences de caractères les plus récentes du flux d'entrée. Aucun temps n'est consacré à la compression de données déjà compressées. Le ***taux de compression*** obtenu à l'aide du prédicteur n'est pas aussi bon que d'autres algorithmes de compression, mais il reste l'un des algorithmes les plus rapides disponibles. Predictor consomme plus de mémoire et moins de CPU.

- **Utilisation du processeur**: Les solutions de compression logicielle consomment de précieux cycles de processeur dans le routeur. Les routeurs doivent également prendre en charge d'autres fonctions telles que la gestion, la sécurité et les traductions de protocole; la compression de grandes quantités de données peut ralentir les performances du routeur et provoquer une latence du réseau
- **Taux de compression**: le taux le plus élevé est généralement atteint avec des fichiers texte très compressibles. La compression de données peut entraîner une dégradation des performances, car il s'agit d'une compression logicielle et non matérielle

8 DISCUSSION

Après avoir introduit un des principes de l'ingénierie du trafic qui entrent en jeu dans les solutions de régulation, nous exposons des savoirs actuels relatifs aux mécanismes d'efficacité de ces modèles.

Ces connaissances ainsi constituées permettent d'agir en amont des problèmes en mettant en place des stratégies d'exploitation innovantes et pertinentes. Elles permettent également, par une meilleure compréhension des phénomènes, d'étudier un mécanisme susceptible de réagir en temps réel face à des situations de trafic générant de la congestion.

Le contrôle de trafic désigne l'ensemble des actions du réseau qui permettent d'éviter les congestions.

De même, le contrôle de congestion désigne l'ensemble des actions du réseau qui permettent de minimiser l'intensité et les effets d'un éventuel état de congestion.

Dans cette première étape de notre réflexion, la modélisation du flux de trafic proposée dans la méthode développée, correspond à une solution au problème de contrôle préventif de trafic, particulièrement dans la détermination plus ou moins exacte de la probabilité de blocage, pour un bon dimensionnement des ressources du réseau; tandis que l'hypothèse de la réaction à la congestion par la compression adaptative du trafic y est annoncée comme argument parmi les solutions envisageables dans la problématique de contrôle d'une congestion survenant malgré la planification; dépassant ainsi toute prédiction.

AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE LA COMPRESSION

Les principaux avantages de la compression sont la réduction du matériel de stockage, des temps de transmission de données et de bande passante, et les économies qui en résultent. Un fichier compressé nécessite une capacité de stockage moindre comparé à un fichier non compressé. L'utilisation de la compression peut faire chuter les dépenses en disque et/ou en disques SSD (Solid-State Drives). Un fichier compressé limite également les temps de transfert et consomme moins de bande passante réseau qu'un fichier non compressé.

Le principal inconvénient de la compression est son impact sur les performances, car les ressources de l'unité centrale et de la mémoire sont sollicitées pour compresser et décompresser les données. De nombreux fournisseurs ont conçu leurs systèmes pour minimiser l'impact des calculs gourmands en processeur associés à la compression. Si celle-ci est effectuée au fil de l'eau ***(in-line),*** avant que les données soient inscrites sur le disque, le système peut la décharger pour préserver ses ressources. Par exemple, IBM utilise une carte d'accélération matérielle distincte pour gérer la compression avec certains de ses systèmes de stockage d'entreprise.

Si les données sont compressées après l'inscription sur le disque ou après traitement, le processus peut être exécuté en arrière-plan pour limiter l'impact sur les performances. La compression post-traitement peut réduire le temps de réponse pour chaque entrée-sortie (E/S), mais elle consomme toujours de la mémoire et des cycles de processeur, ce qui peut affecter le nombre total d'E/S gérable par un système de stockage. De plus, comme les données doivent être initialement inscrites sur le disque ou les lecteurs de stockage flash sans compression, les économies en stockage physique ne sont pas aussi importantes qu'avec la compression au fil de l'eau.

9 CONCLUSION

Dans cet article, nous avons montré que le modèle dynamique de la file M/M/1/$^{\infty}$ permet d'obtenir des expressions analytiques (parfois exactes) de critères de performances sous des hypothèses relativement fortes pour certains systèmes d'attente.

Toutefois, la simulation a un pouvoir d'expression beaucoup plus important (a priori sans limite) mais se heurte à des temps de calcul prohibitifs pour des réseaux de tailles réelles.

Par ailleurs, une modélisation analytique exacte ayant toutes les propriétés semble aujourd'hui complètement inenvisageable compte tenu des connaissances théoriques disponibles. En particulier, il est bien connu qu'une modélisation analytique des phénomènes transitoires dans les réseaux de files d'attente est très complexe et peu de résultats généraux existent dans ce domaine.

En outre, nous ouvrons une discussion sur l'hypothèse de la réaction à la congestion par la compression adaptative du trafic qui présage un pouvoir d'expression important, a priori pour des réseaux de grande taille. Le résultat final que nous souhaitons présenter dans nos prochains travaux, est la mise en œuvre d'un algorithme qui déterminera toutes les étapes du traitement et donc les instructions à donner pour une exécution automatique du système de compression adaptative de débit d'entrée des réseaux de taille réelle.

REFERENCES

[1] Khodor A., Conception et évaluation d'un modèle adaptatif pour la qualité de service dans les réseaux MPLS, ÉCOLE CENTRALE DE LILLE, décembre 2010, p.28.
[2] David GAUCHARD, Simulation hybride des réseaux IP-DiffServ-MPLS multi-services sur environnement d'exécution distribuée, HAL Id: tel-00011034, novembre 2005, p.53-54.
[3] O. Brun et J.M Garcia, Modélisation Dynamique du Trafic dans les Réseaux multiservice, LAAS-CNR, 2000, p.2&4
[4] https://www.cisco.com › 14156-compress-overview, Présentation de la compression de données - Cisco.
[5] UIT-T, Gestion du trafic et des encombrements dans le RNIS-LB, Recommandation I.371 élaborée par la Commission d'études 13 (1997-2000) de l'UIT-T et approuvée le 10 mars 2000.
[6] Garcia J.M., 1980, p.17.
[7] TERRE M., Introduction aux télécommunications, édition Cnam, 2005.
[8] E. Besson, Modèles analytiques de routeurs, RAIRO. Recherche opérationnelle, tome 34, n°2, 2000, page 234.
[9] Alexandre DUGAS: Architecture de transformée de cosinus discrète sur deux dimensions sans multiplication et mémoire de transposition, Sherbrooke (Québec) canada, novembre 2012].
[10] F. Oueslati: Un algorithme d'adaptation dynamique de débit pour les communications vidéo interactives sur internet, Université du Québec, 2014 page 63-65.
[11] M. Boukadoum et al., MIC 4220, Traitement numérique des signaux, Compression de signaux numériques, UQAM, Automne 2014.
[12] C. VALADE, Compression d'images complexes avec pertes: application à l'imagerie Radar, HAL Id: pastel-00002064, Thèse, décembre 2006.
[13] D. Renaud, Support, Compression et Stockage. Page 18., Structure de l'information, Université de liège, belgique, 2000.
[14] Frédéric SUR, Initiation au traitement du signal et applications, École des Mines de Nancy, 2009-2012] page 18 & 72.
[15] S. Bannour et al., Etude de paramètres de techniques de compression pour la conception d'un algorithme de sélection, SETTIC, Tunis, Mars 2007.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1209-1219
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Conception d'un système de géolocalisation et de suivi des véhicules à l'aide de technologies GSM/GPRS/GPS

[Design of a geolocation and vehicle tracking system using GSM/GPRS/GPS technologies]

Ilunga Mbuyamba Elisée and Kabuyaya Bahavira Patrick

Institut Supérieur de Techniques Appliquées (ISTA), Kinshasa, RD Congo

Copyright © 2023 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This work focuses on the design and implementation of a computer system capable of tracking the position of a vehicle in real time and recording its different positions during a journey. Thanks to such a system, the owner of the vehicle will be kept informed of the various past locations of his vehicle but also of other additional information which will be provided to him by the system, for example the total distance traveled by the vehicle, etc. To succeed in designing such a system, we used two technologies: GPS and GSM (GPRS). GPS is a technology that, thanks to a constellation of satellites orbiting the earth, allows us to obtain the geographical location of a place (or geographical coordinates including latitude, longitude and altitude). GSM, on the other hand, refers to the cellular network which serves as a transmission medium for conveying the geographical coordinates freshly collected. Concretely, the vehicle will be equipped with an embedded system consisting of an Arduino card, a GPS chip and a GSM/GPRS expansion card. This on-board system will send the geographical coordinates to a computer server in which is installed a database intended to store this data. Thanks to a web application linked to this database, the owner will be able to track his vehicle.

KEYWORDS: Geolocation, GPS, GPRS, GSM.

RESUME: Ce travail s'intéresse à la conception et la réalisation d'un système informatique capable de suivre la position d'un véhicule en temps réel et d'enregistrer ses différentes positions lors d'un parcours. Grâce à un tel système, le propriétaire du véhicule sera tenu au courant des différents emplacements passés de son véhicule mais aussi d'autres informations supplémentaires qui lui seront fournies par le système par exemple la distance totale parcouru par le véhicule, etc. Pour parvenir à concevoir un tel système nous avons eu recours à deux technologies: le GPS et le GSM (GPRS). Le GPS est une technologie qui grâce à une constellation de satellites en orbite autour de la terre nous permet d'obtenir l'emplacement géographique d'un lieu (ou coordonnées géographiques incluant la latitude, la longitude et l'altitude). Le GSM quant à lui fait référence au réseau cellulaire qui nous sert de support de transmission pour acheminer les coordonnées géographiques fraichement recueillies. Concrètement, le véhicule sera équipé d'un système embarqué composé d'une carte Arduino, d'une puce GPS et d'une carte d'extension GSM/GPRS. Ce système embarqué enverra les coordonnées géographiques vers un serveur informatique dans lequel est installée une base de données prévu pour stocker ces données. Grâce à une application web reliée à cette base de données, le propriétaire pourra faire le suivi de son véhicule.

MOTS -CLEFS: Géolocalisation, GPS, GPRS, GSM.

1 INTRODUCTION

Avec l'expansion du trafic routier dans le monde et en particulier dans notre pays la RDC, il est tout à fait évident que des entreprises et des particuliers sont à la recherche de moyen de suivi par géolocalisation de leurs flottes de véhicules dans le but d'optimiser leurs performances et permettre une aide à la décision rapide. La géolocalisation est un procédé permettant de positionner un objet, un véhicule, ou une personne sur un plan ou une carte à l'aide de ses coordonnées géographiques (la longitude, la latitude et même parfois l'altitude) [1].

Corresponding Author: Ilunga Mbuyamba Elisée

L'autre des grands problèmes qui se pose ici c'est aussi l'absence de sauvegarde des données de géolocalisation ce qui entraine l'inexistence d'archives ou historique pour une consultation ultérieure dans le cadre d'une enquête par exemple. Parmi ces données à sauvegarder et manipuler, nous pouvons énumérer: l'emplacement des véhicules en temps réel, l'historique des itinéraires empruntés par ces véhicules, le temps et la distance effectué lors d'un trajet, etc. Sans ces informations, il est clair que les entreprises et les particuliers ont du mal à avoir un rapport détaillé et personnalisé sur les informations en rapport avec le déplacement de leurs véhicules (rapport kilométrique, routes empruntées, etc.).

Notre hypothèse ici est que le temps et le travail de logistique en rapport avec les véhicules serait grandement réduit si le logisticien ou même le propriétaire avait en sa possession des rapports de navigation fournis en temps réel et même quotidiennement par un système informatique. Grâce aux données fournies par un tel système informatique, il pourrait prendre des décisions adaptées afin de garantir une meilleure gestion de sa flotte de véhicule. Une autre hypothèse, toujours en lien avec la précédente, serait que grâce à un tel système informatique qui enregistre des données de géolocalisation de véhicule, une entreprise ou même un particulier pourra les utiliser afin de mener des enquêtes sur les déplacements de ses véhicules.

L'objectif poursuivi est de mettre en œuvre un ensemble de ressources matériels et logiciels qui travaillerons en interaction pour permettre le suivi et la gestion des données de géolocalisation qui résulteront de la navigation ou du déplacement d'une flotte de véhicule. Ce système devra répondre aux attentes des consommateurs tout en liant performance, intégrité et confidentialité des données. L'objectif d'un tel système sera donc de fournir régulièrement grâce à une plateforme web accessible grâce à un navigateur web, des rapports détaillés sur les données en rapport avec la navigation des véhicules (comme la distance parcourue après une journée, le temps passé par le véhicule sur les routes, etc.) et de stocker ces données dans une base de données en ligne durant une période relativement longue. Ces données seront accessibles en permanence par le propriétaire des véhicules grâce à son compte sur la plateforme web. L'un des objectifs ici est aussi de fournir des informations fiables et véridiques aux propriétaires des véhicules qui pourront s'y fier en toute sérénité.

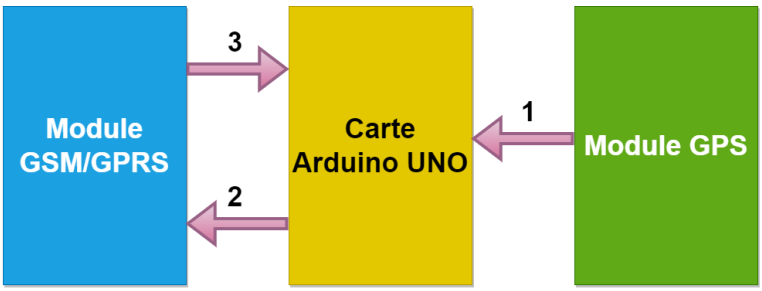
L'apport de ce système réside dans le fait qu'il offrira aux entreprises et particuliers un moyen simple et rapide d'avoir accès aux rapports détaillés des déplacements de leurs véhicules sans pour autant fournir beaucoup d'efforts. Les données de géolocalisation étant sauvegarder et accessibles grâce à un navigateur web, ils pourront servir de preuves par exemples pour certaines enquêtes ou travaux d'investigation.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 MONTAGE D'UN SYSTÈME EMBARQUÉ DESTINÉE À EXTRAIRE LES COORDONNÉES GPS

Les systèmes embarqués sont des systèmes électroniques et informatiques autonomes, construits pour effectuer des tâches précises [2]. Un système embarqué sera placé dans le véhicule. Son but principal est de récupérer les coordonnées géographiques des différents emplacements du véhicule ainsi que de les envoyer vers un serveur distant. Pour y parvenir, il sera composé d'un microcontrôleur, d'une carte d'extension GSM/GPRS et d'une puce GPS.

La Figure 1 présente le schéma de principe de notre système embarqué:



Légende:

1. Envoi des données GPS vers le microcontrôleur
2. Envoi des informations vers le module GSM/GPRS pour transfert vers le réseau
3. Reception de certains paramètres et commandes venant du réseau cellulaire

Fig. 1. Schéma de principe illustrant la communication entre le module GSM/GPRS, le module GPS et la carte Arduino

Trois technologies sont donc à l'œuvre ici: le GPS pour le positionnement, le GSM et GPRS comme support de transmission via le réseau cellulaire. Le microcontrôleur abritera le firmware qui fera fonctionner tout le système embarqué. Concrètement, nous utiliserons un microcontrôleur Atmega328p de la famille des AVR placé sur une carte Arduino. Il sera programmé grâce à l'environnement de développement intégré (IDE) Arduino via le langage C++. La puce GPS est reliée au système de géolocalisation et navigation par satellites GPS (pour Global Positioning System). Le GPS est constitué d'une constellation de 24 satellites américains qui fournissent les coordonnées géographiques à un récepteur sur terre [3]. Un système de géolocalisation et de navigation par satellites est un système de positionnement basés sur des signaux émis par des satellites en orbite autour de la terre et couvrant l'entièreté de la terre. Ce système fourni à un récepteur sa position géographique, sa vitesse de déplacement et l'heure [4]. C'est grâce au GPS que nous obtiendrons les coordonnées géographiques du véhicule.

La carte d'extension GSM/GPRS permettra à notre système embarqué d'envoyer les coordonnées géographiques vers une base de données via le réseau cellulaire comme moyen de transmission.

La norme de téléphonie mobile GSM (Global System for Mobile communication) est un réseau commuté constitué de circuits c'est-à-dire des ressources allouées pour la totalité de la durée de la conversation. Il se repose sur un système de cellule qui veut que la zone de couverture soit divisée en cellules avec chacune ses propres fréquences [5]. Le GSM est une norme développée lors des années 80 et 90 et est toujours en évolution jusqu'aujourd'hui [6]. Toutefois afin de transmettre des données de notre système embarqué vers notre serveur, nous aurons besoin d'utiliser une extension du GSM appelé GPRS (General Packet Radio Service). Le GPRS est un réseau à commutation de paquet qui nous permet d'envoyer des données avec un débit plus élevé.

2.2 CRÉATION D'UNE PLATEFORME WEB POUR LE SUIVI DES VÉHICULES

Le système embarqué étant capable d'envoyer les données de géolocalisation dans une base de données distante, il nous faut dès à présent concevoir une plateforme web qui permettra au propriétaire du véhicule d'être tenue informé en temps réel des déplacements de son véhicule. L'application web sera hébergée sur le serveur et le propriétaire du véhicule pourra y accéder simplement grâce à son navigateur. Cette plateforme web constitue la deuxième grande partie de notre système et est complémentaire mais aussi dépendante du système embarqué.

Pour la réalisation de notre serveur, bous utiliserons un serveur Apache avec PHP comme langage coté serveur. Les cartes qui seront affiché pour visualiser l'emplacement du véhicule seront générer grâce à l'API Leaflet. Leaflet.js est une bibliothèque JavaScript Open Source qui facilite le déploiement de cartes sur une page Web [7]. Pour la base de données, nous utiliserons le système de gestion de bases de données relationnelle MySQL.

Notre base de données sera composée de 5 tables:

- Propriétaire: qui réunira les informations sur le propriétaire du véhicule
- Vehicule: qui réunira les informations du véhicule
- Balise_GPS: qui regroupera les informations sur le système embarqué dans le véhicule
- Position: c'est dans cette table que seront inséré les données venant du système embarqué (latitude, longitude, vitesse, heure, etc)
- Embarque: cette table nous permet de savoir quel système embarqué est installé dans tel ou tel véhicule

Les données provenant du système embarqué seront envoyées au serveur par la méthode GET. Au niveau du serveur un script se chargera d'afficher ses données sur une interface en temps réel et aussi stocker ces données dans la base de données conçues à cet effet. La Figure 2 donne l'illustration du schéma relationnel de notre base de données:

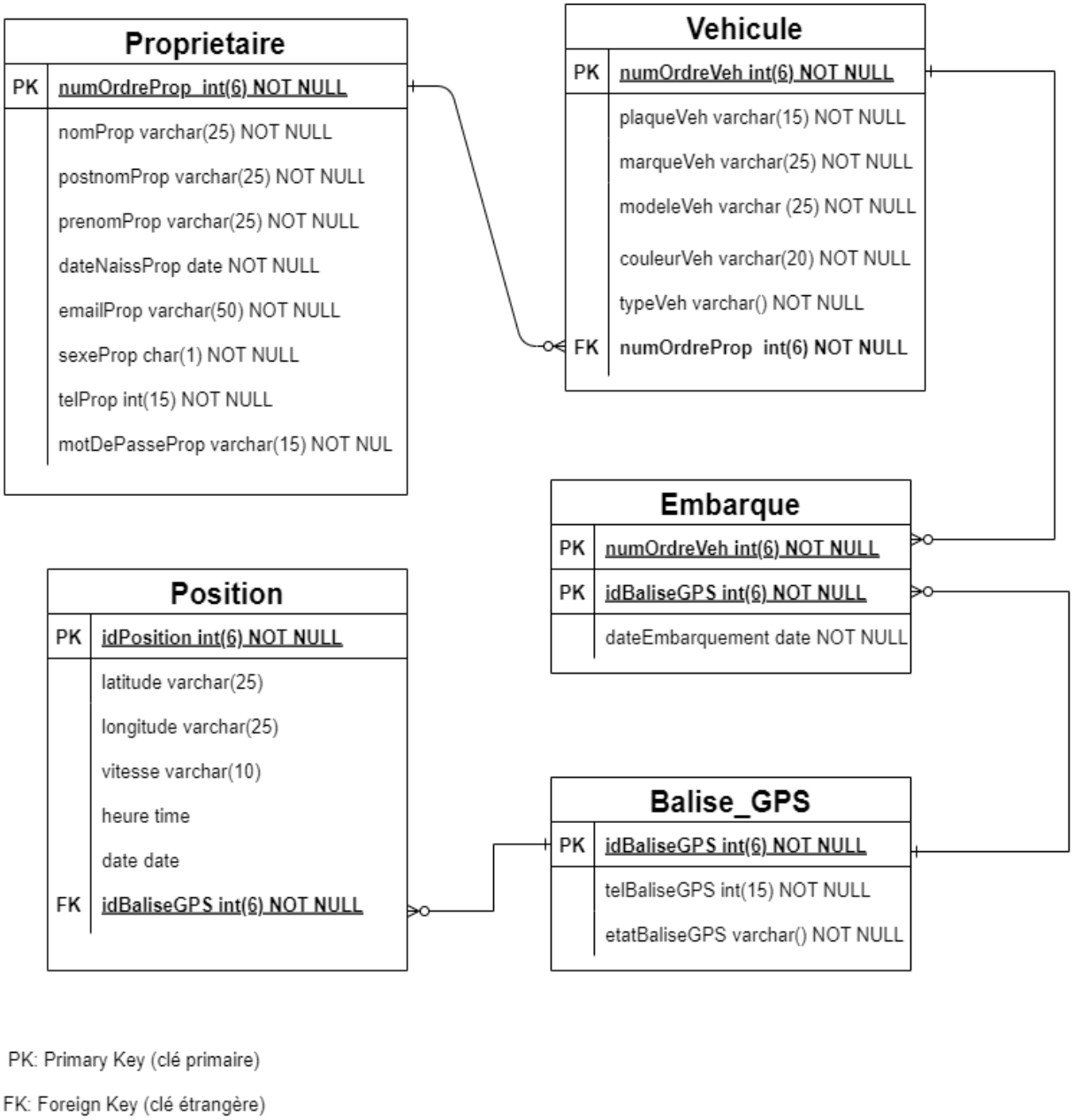


Fig. 2. Schéma relationnel de la base de données

2.3 FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME

Notre système sera constitué de deux sous-systèmes: un système embarqué qui jouera le rôle d'une balise GPS avec pour objectif de recueillir les coordonnées GPS du véhicule et de les transmettre à notre deuxième sous-système. Ce dernier sera une plateforme web (composé d'un serveur et d'une base de données) qui aura pour but de traiter les données de navigation du véhicule afin de les mettre à disposition d'un utilisateur qui pourra y accéder grâce à un navigateur web. Le schéma de principe de notre système est illustré par la Figure 3.

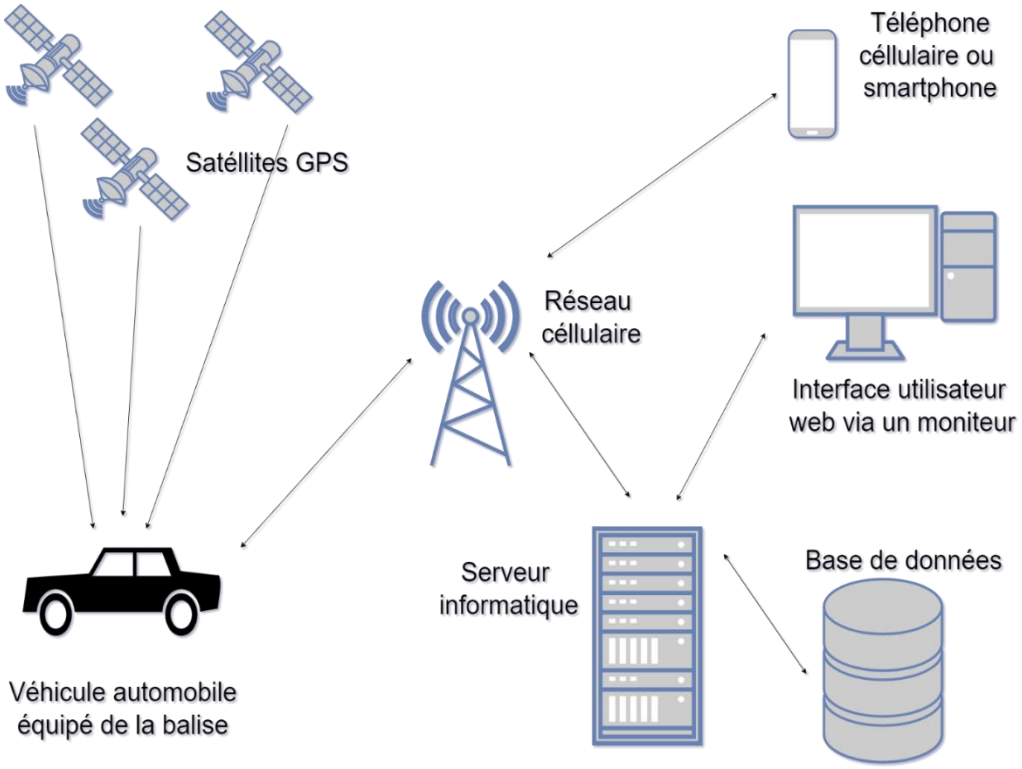


Fig. 3. Schéma de principe du système

3 RÉSULTATS

3.1 TESTS DE LA CONNEXION GPS

Le module GPS NEO-6m reçoit les données GPS sous forme de trame selon la norme NMEA 0183. La norme NMEA 0183 est une spécification pour la communication entre équipements électroniques marins (GPS, radar, girouette, pilote automatique,…). Elle est définie et contrôlée par la National Marine Electronics Association (NMEA), association américaine de fabricants d'appareils électroniques maritimes [8]. Dans le cas d'un GPS, les trames sont transmises en boucle sous la forme d'une suite de caractères ASCII, tous imprimables.

La Trame GPS selon la norme NMEA 0183 affiché sur le moniteur série de l'IDE Arduino se présente de la manière suivante:

```
$GPGGA,123519,-4.390659,S,15.237638,E,1.69,1,05,0.9,515.4,M,26.9,M,091122, , *42
```

Nous remarquons que toutes ses données ne nous sont pas nécessaires. Nous avons seulement besoin de l'heure, la date, la latitude, la longitude, la vitesse. Afin d'extraire les données qui nous intéressent, nous utiliserons la librairie logicielle Arduino nommée « TinyGPS++ ». Elle nous permettra d'extraire nos données utiles de la trame NMEA. Elle nous permettra aussi de convertir ces données au format requis pour la base de données. Nous aurons besoin de l'heure en format HHMMSS, la date en format JJMMAA et la vitesse en Km/h. Les lignes de code pour l'extraction des données GPS sont présentées dans la Figure 4.

```
latitude = gps.location.lat();
longitude = gps.location.lng();
vitesse = gps.speed.kmph();
date = gps.date.value();
timeGPS = gps.time.value()
```

Fig. 4. Lignes de code pour l'extraction des données GPS

Explication du code:

>>> gps.location.lat (): nous donne la latitude en degré;

>>> gps.location.lng (): nous donne la longitude en degré;

>>> gps.speed.kmph (): nous donne la vitesse en kilomètre par heure;

>>> gps.date.value (): nous donne la date en format JJMMAA;

>>> gps.time.value (): nous donne l'heure complète en format HHMMSS.

La Figure 5 montre les données reçues par notre module GPS et traitées par notre librairie telles qu'elles sont affichées par le moniteur série:

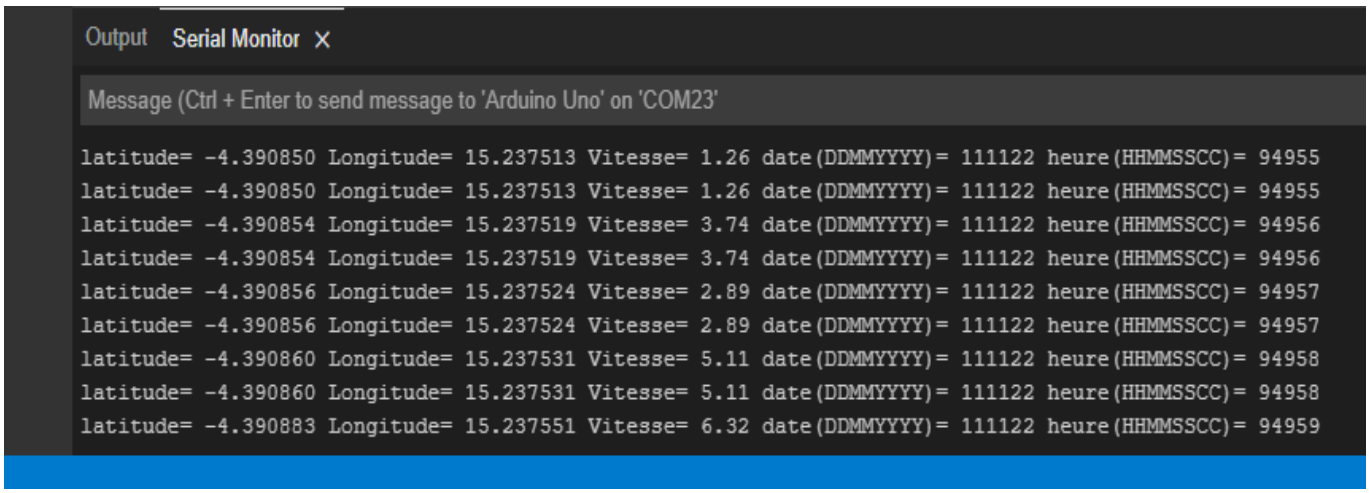


Fig. 5. Réception des données GPS sur le moniteur série du logiciel Arduino via la liaison série

3.2 APPLICATION WEB

Du côté de l'application web, la base de données est fonctionnelle et répond à nos attentes. Le propriétaire du véhicule que nous appellerons communément utilisateur de l'application web peut créer et gérer son compte, ajouter des véhicules dans son compte et les gérer.

C'est grâce à l'application web que le propriétaire pourra effectuer le suivie des déplacements de son véhicule. L'application web est composée d'un très grand nombre d'interfaces. Ces interfaces sont conçues pour permettre à l'utilisateur d'interagir avec le système tout entier. Découvrons certaines interfaces de l'application web.

Tout d'abord, le préalable pour accéder à la plateforme c'est d'avoir un compte. Si l'utilisateur ne possède pas de compte, il peut en créer grâce à l'interface de création de compte. Sur cette interface de création de compte, l'utilisateur va insérer son identité et choisir son mot de passe (Voir Figure 6). Lorsque le compte est créé, l'utilisateur accède directement à la plateforme. Dorénavant, il y accédera juste en entrant son mail et son mot de passe.

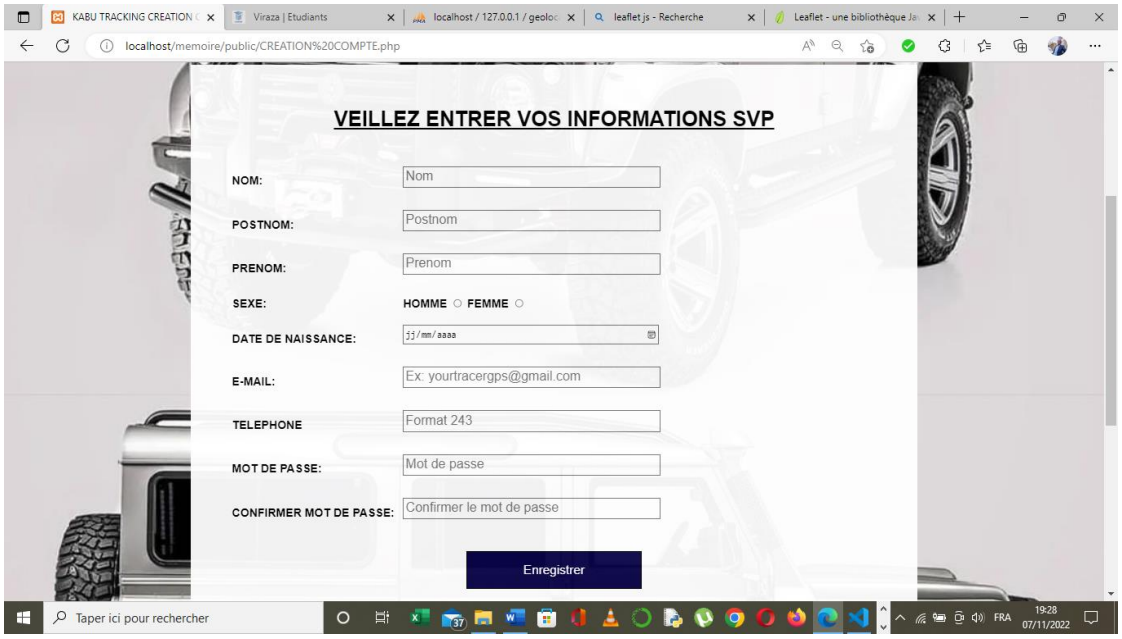


Fig. 6. Interface de création de compte

Après s'être connecté à l'application web en entrant son mail et son mot de passe (ou juste après la création de son compte), l'utilisateur se retrouve directement devant l'interface de géolocalisation des véhicules en temps réel. Il s'agit là de la page qui s'affiche automatiquement après la connexion au compte. Les voitures du propriétaire sont affichées sur une carte par un marqueur bleu comme illustré dans les Figure 7 et 8.

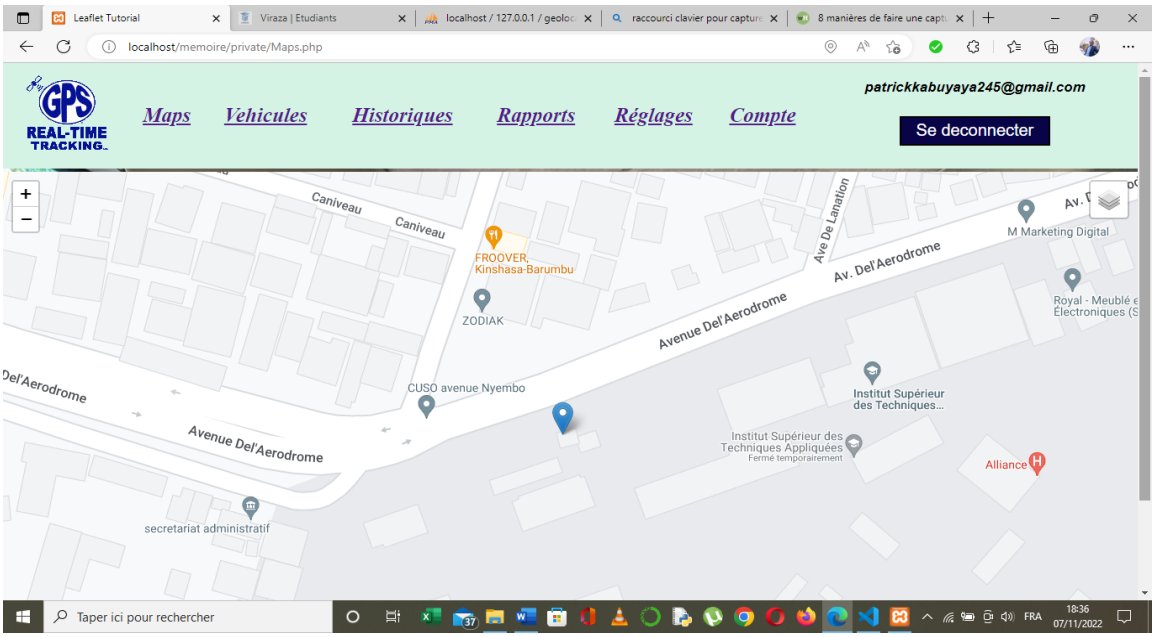


Fig. 7. Interface de géolocalisation du véhicule en temps réel (sur PC)

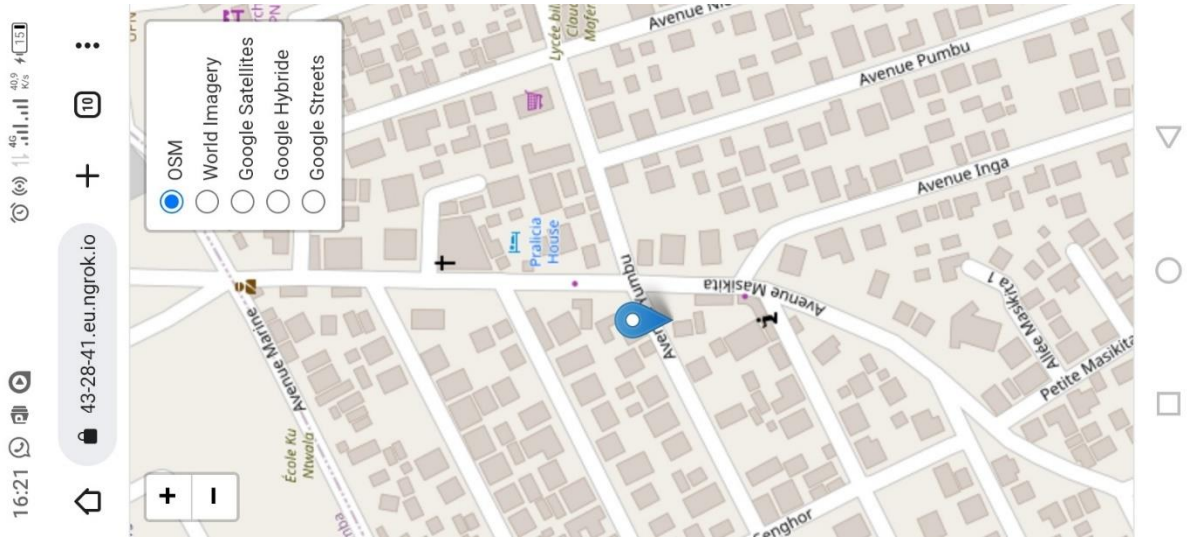


Fig. 8. Interface de géolocalisation du véhicule en temps réel (sur PC)

L'utilisateur peut choisir quel type de carte il préfère (image satellite, google Streets, etc). La carte étant dynamique, dès que le véhicule bouge le marqueur du véhicule bouge aussi. L'utilisateur a aussi la possibilité d'afficher sa propre position.

Afin de gérer ses véhicules, une interface nous permet de voir mais aussi de modifier les informations des véhicules en notre possession. Il s'agit de l'interface de gestion de véhicule (Voir Figure 9). Sur cette interface, en cliquant sur le bouton ajouter un véhicule, un formulaire d'ajout de véhicule lui sera affiché. S'il clique sur le bouton modifier, il pourra modifier les informations du véhicule dont les informations se situaient sur la ligne que le bouton.

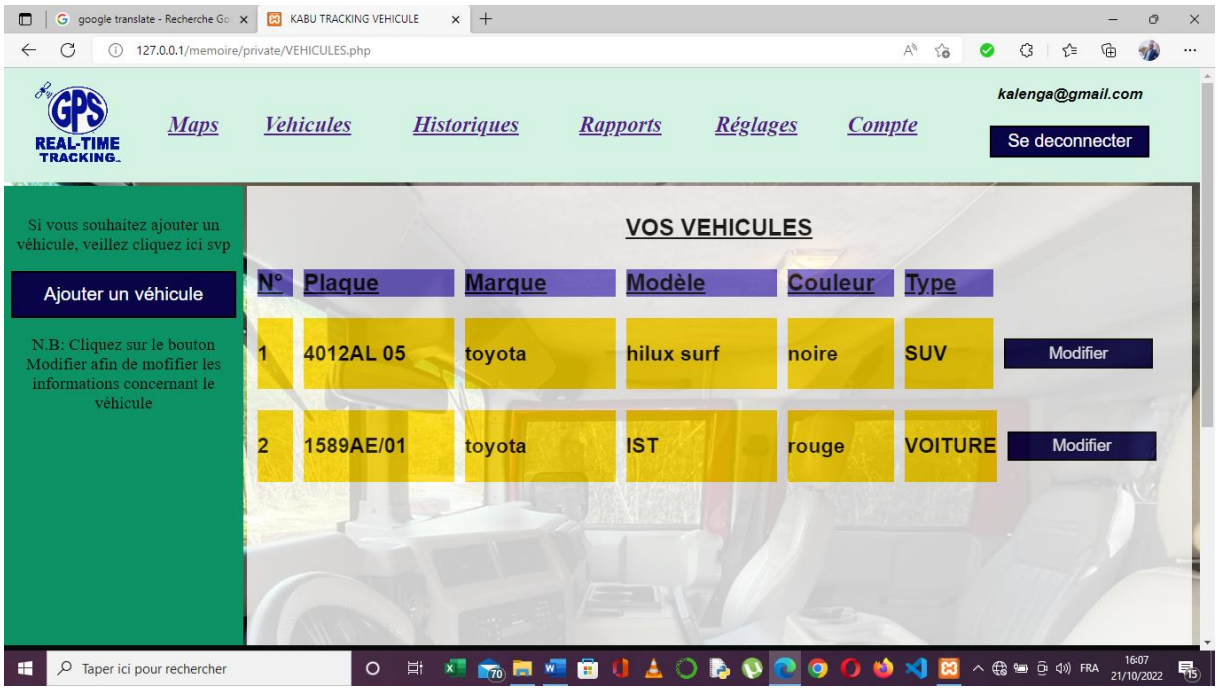


Fig. 9. Interface de gestion de véhicule de l'application web

Le suivi du véhicule en temps réel grâce à l'application web est totalement effectif. L'application web permet même à l'utilisateur de voir aussi son emplacement en temps réel. Il peut également voir l'historique de déplacement de son véhicule. Pour se faire il se dirige vers l'interface historique présentée dans Figure 10, puis entre la date, l'heure et choisit le véhicule cible.



Fig. 10. Formulaire de recherche d'emplacement du véhicule sur l'interface historique

Après avoir entré ces informations sur le formulaire et cliqué sur rechercher, l'application web lui affiche le résultat sur une carte comme dans la Figure 11.

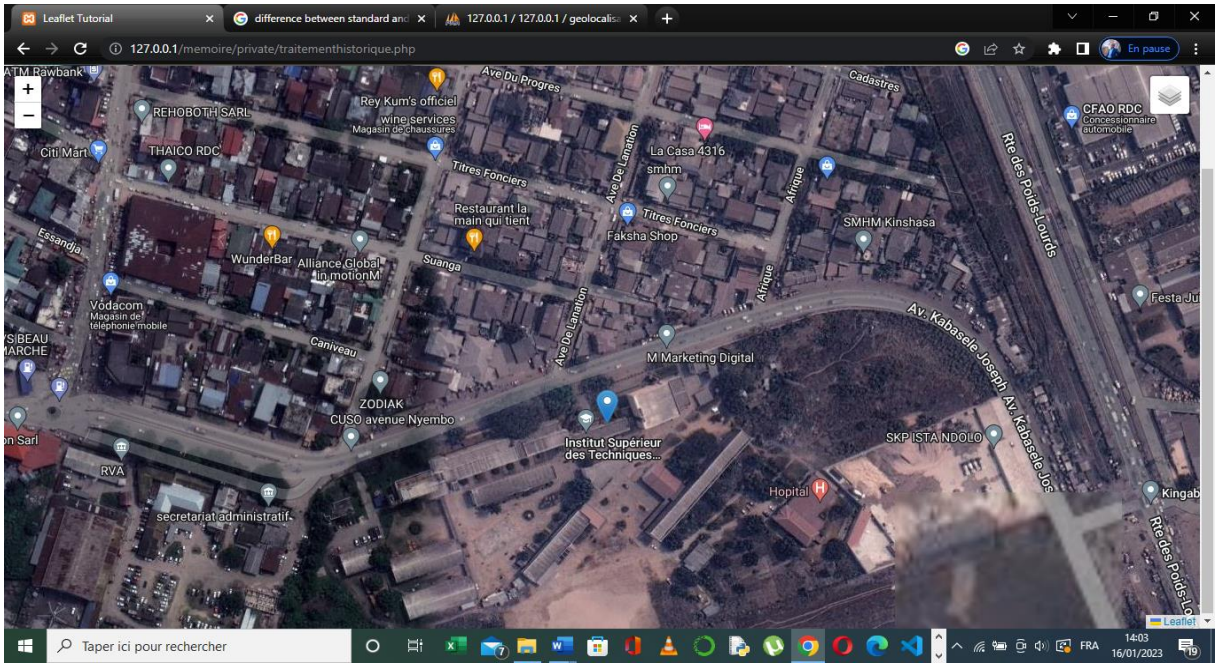


Fig. 11. Résultat de la recherche de l'emplacement du véhicule

4 DISCUSSION

Toutefois malgré les avantages que peuvent offrir le système, beaucoup de problèmes sont à signaler et d'amélioration sont à suggérer.

Voici quelques points pertinents à soulever:

- La puce GPS a une précision variable, environ une dizaine de mètres selon nos observations. Cela entraine une erreur dans le vrai emplacement du véhicule sur la carte. Cela induit aussi des erreurs lors du calcul de la distance parcouru par le véhicule

  Proposition: Utiliser des puces GPS plus précises donc plus chère avec une précision plus ou moins inférieure à 5 mètres.

- Le signal du réseau cellulaire n'est pas toujours constant (rarement nous connaissons des perturbations) ce qui risque d'omettre l'insertion de certaines données dans la base de données
- Le réseau cellulaire étant notre support de transmission, si le véhicule donc le système embarqué s'éloigne de la zone de couverture cellulaire, il deviendra donc impossible de transmettre les informations vers le serveur

  Proposition: Prévoir l'utilisation à l'avenir d'un autre support de transmission avec une couverture plus large.

- Vu l'importance et la pertinence des données stockées dans la base de données. Des moyens doivent être mis en jeu pour garantir la sécurité de ces données
- Les données GPS étant envoyées avec une fréquence élevée, cela entraîne une augmentation rapide du volume des données. Procédons par un calcul pour démontrer cela

Une occurrence ou entrée dans la table position de la base de données (table qui accueille les données de GPS envoyées par le système pèse environ 16ko. Si notre fréquence est d'une entrée chaque seconde nous aurons:

16ko*60*60*24 = 1382400 ko = 1.32 Go /jour/véhicule

Si pour chaque véhicule nous avons ce volume de données, après peu de jour nous nous retrouverons avec un volume colossal de données.

Proposition: D'abord opter pour un serveur avec beaucoup d'espace de stockage disponible ensuite essayer de mieux ajuster la fréquence d'envoi des données GPS vers la base de données afin d'économiser du stockage.

- Vu que les données sont envoyées en permanence dans la base de données et visualisées en temps réel, le trafic des données dans notre application web risque d'être très élevé. La latence ne devra pas être longue sinon l'expérience utilisateur risquera d'être désastreuse

  Proposition: il serait plus judicieux d'opter pour un hébergement dédié.

5 CONCLUSION

Tout au long de ce travail, nous avons compris comment grâce à l'utilisation combinée des technologies GPS, GSM et GPRS nous pouvons suivre un véhicule à la trace. Pour y parvenir, nous avons dû concevoir et réaliser un système embarqué qui sera installé dans un véhicule à suivre. Ce système embarqué aura pour objectif de recueillir les coordonnées géographiques du véhicule en temps réel et les envoyer vers une base de données distante. Un serveur a été programmé afin de traiter les informations stockées dans la base de données. Grâce à un compte sur une application web, l'utilisateur peut avoir accès aux informations en lien avec son véhicule. L'application web permet à l'utilisateur d'avoir des rapports sur les déplacements de son véhicule.

Tel que le système a été conçu, il peut être utilisé par plusieurs services de sécurité notamment la police ou l'armée et même toute entreprise intéressée par la géolocalisation des véhicules. Toutefois des améliorations peuvent être apportées sur ce système afin de répondre à des besoins plus vastes.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements à l'Institut Supérieur de Techniques Appliquées de Kinshasa (ISTA-Kin) pour le soutient et l'accompagnement dans nos recherches.

REFERENCES

[1] PHENGSAVATH Philippe, « Géolocalisation », Marseille, 2011.
[2] AMARA Wissam, « Conception et réalisation d'une application de suivi ».
[3] Luc AEBI, « Découvrir l'univers du GPS & Exploiter son potentiel », Edition INLIBROVERITAS, France, 2007.
[4] LUBAC Bertrand, « LOCALISATION PAR SATELLITES: LE SYSTEME GPS », cours, Université de Bordeaux, 2013.
[5] C. DEMOULIN, M. VAN DROOGENBROECK. « Principes de base du fonctionnement du réseau GSM ». Revue de l'AIM, pages 3–18, N 04, 2004.
[6] P. Brisson, P. Kropf, « Global System for Mobile Communication », Université de Montréal.
[7] Malcolm Maclean, « Leaflet tips and tricks Interactive maps made easy», Leanpub Books, 2014.
[8] Thierry VAIRA, « la norme NMEA 0183 », la salle Avignon, page 1, 2016.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1220-1222
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Pleural effusion revealing a rare haematological disease

Naoual Hasnaoui[1], Rachid Taoufiq[2], and Mariem Karhate Andaloussi[3]

[1]Department of Clinical Hematology, Hassan II Oncology Centre, Oujda, Morocco

[2]Department of Thoracic Surgery, Al Farabi Regional Hospital, Oujda, Morocco

[3]Department Pneumology, Al Farabi Regional Hospital, Oujda, Morocco

Copyright © 2023 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: *Introduction:* POEMS syndrome consisting of polyneuropathy (P), organomegaly (O), endocrinopathy (E), monoclonal gammopathy (M) and skin changes (S), is a rare paraneoplastic syndrome resulting from an underlying plasma cell disorder. The multi-organ involvement associated with this syndrome extends beyond those listed in the acronym, such as extravascular volume overload (pleural effusion, ascites, oedema), sclerotic bone lesions, papilledema and thrombocytosis, and not all of the features listed in the acronym are required for diagnosis. *Observation:* we report a rare case of POEMS syndrome in an 83-year-old man with bilateral pleural effusions, initially attributed to pleural tuberculosis given the endemic context. *Conclusion:* the pleural involvement in patients with POEMS in our endemic tuberculosis context makes diagnosis difficult, delaying treatment. However, a good history and physical examination followed by appropriate investigations can differentiate this syndrome from other diseases.

KEYWORDS: POEMS Syndrome, pleural effusion, tuberculosis, Morocco.

1 INTRODUCTION

POEMS syndrome, consisting of polyneuropathy, organomegaly, endocrinopathy, monoclonal plasma cell disease and skin changes, is a rare multisystem auto-inflammatory disorder described by Bardwick in 1980 [1].

Other features of this disease not included in the acronym, such as extravascular volume overload, papilledema, sclerotic bone lesions, thrombocytosis/erythrocytosis, elevated VEGF levels, abnormal pulmonary function tests and multicentric Castleman disease [2, 3], may be early signs of the disease.

This was the case in our patient, whose diagnosis of POEMS was made on the basis of bilateral pleural effusions in the context of endemic tuberculosis, which made the diagnosis difficult.

We would like to report this rare case and invite clinicians to consider the whole clinical picture, but also to work in multidisciplinary groups.

2 OBSERVATION

An 83-year-old man with a history of treated hypertension presented with a bilateral pleural effusion associated with asthenia, which had developed 3 months prior to admission, and who had previously been diagnosed with tuberculosis based on the epidemiological context, a positive quantiferon and an exudative pleural fluid with a lymphocytic predominance.

The initial pleural biopsy was inconclusive. The patient was started on anti-tuberculosis treatment with worsening clinical symptoms.

After discussion in the multidisciplinary consultation, a POEMS syndrome was retained due to:

- Sensory-motor deficit in both lower limbs with EMG confirmation of the demyelinating nature of the neuropathy,
- Monoclonal gammopathy (IgG lambda),
- Hyperpigmentation predominantly on the extremities with white, ridged nails,
- Extravascular volume overload (bilateral pleural effusions with dyspnea, peripheral oedema and minimal pericardial effusion),
- Bone marrow had 12% lambda monoclonal plasma cells,
- Plasma VEGF 1179 ng/ml.

A thoracoscopy was performed due to suspected tuberculosis and showed a thickened pleura with septal effusion without suspicious lesions. Histology was consistent with subacute inflammatory remodelling. Complement PCR testing on a pleural fragment was negative, ruling out evolving pleural tuberculosis.

Due to his advanced age and poor performance status, the patient was deemed ineligible for high-dose chemotherapy followed by peripheral blood stem cell transplantation.

He was started on Lenalidomide 25 mg daily for 21 days of a 28-day cycle with once-weekly Dexaméthasone 20 mg.

By his third cycle of therapy, his pleural effusion and oedema had completely resolved, his performance status had significantly improved, and a control EMG showed a 25% improvement in his neuropathy. After six months of treatment, VEGF levels decreased from 1170 pg/ml to 314 pg/ml.

3 DISCUSSION

POEMS syndrome is a rare disorder and its global incidence is unknown. It is considered to be a disease of Asian descent, mainly in China and Japan, with an approximate incidence of 0.3 per 100,000 in Japan [3]. However, many series have been published in Europe and the USA in recent years [4, 11].

The multisystem involvement of POEMS and its clinical polymorphism (the constellation of non-specific signs and symptoms) affecting different species usually delay diagnosis, with a median of 13-18 months [5, 8] between onset of symptoms and diagnosis of POEMS [3].

As in our patient, the presenting sign was a bilateral exudative pleural effusion, which delayed the diagnosis in the context of tuberculosis endemia.

The incidence of pleural effusion in POEMS syndrome is variable, ranging from 34.7% in the YONG WANG study to 50% in the TOMOKI study [7, 9]. The pathogenesis of pleural effusion in POEMS syndrome remains unclear, although a possible role for cytokines such as vascular endothelial growth factor (VEGF) in endothelial permeability has been suggested [1, 3].

In our Moroccan context of endemic tuberculosis, any exudative pleural effusion makes tuberculosis the first diagnosis. Indeed, the incidence of tuberculosis in Morocco is 94 cases per 100,000 inhabitants in 2021 [10], with a trend towards extrapulmonary forms, where pleural involvement is second only to lymph node involvement. As pleural TB is paucibacillary, it is more difficult to diagnose with certainty and pleural biopsy, the gold standard for diagnosis, is only conclusive in 50-60% of cases [6].

As in the case of our patient who presented with a worsening of his pleural effusion under antibacillary treatment, we performed a thoracoscopy to confirm the diagnosis of pleural tuberculosis and the biopsies came back in favour of an inflammatory remodelling and the absence of tuberculosis.

The diagnosis of POEMS syndrome was made on the basis of the peripheral neuropathy and the presence of the monoclonal protein on serum protein electrophoresis.

In a retrospective Chinese study of 96 patients with POEMS syndrome, pleural effusion was the most common chest involvement with an incidence of 42.7% (41 of 96 patients) and all effusions were exudative [8]. An incidence that is still quite significant and why not revise the diagnostic criteria for POEMS syndrome?

This interesting result [7, 8, 9] makes us to think about other diagnoses of exudative pleural effusion, especially the rarer ones, which have a prognostic impact on patients despite the context of endemic tuberculosis, and not to hesitate to revise the initial diagnosis in case of a non-response to antibacillary treatment or in the absence of solid arguments to maintain the diagnosis of pleural tuberculosis.

4 CONCLUSION

POEMS syndrome is potentially fatal and patients' quality of life is compromised by progressive neuropathy, massive peripheral oedema, pleural effusion and ascites. We have reported this case to remind clinicians of this rare condition and to prevent misdiagnosis.

REFERENCES

[1] Bardwick PA, Zvaifler NJ, Gill GN, and al. Plasma cell dyscrasia with polyneuropathy, organomegaly, endocrinopathy, M protein, and skin changes: the POEMS syndrome. Report on two cases and a review of the literature. Medicine (Baltimore). 1980; 59 (4): 311-22.
[2] Dispenzieri A. POEMS syndrome: 2017 Update on diagnosis, risk stratification, and management. Am J Hematol. 2017; 92 (8): 814-829.
[3] Warsame R, Yanamandra U, Kapoor P. POEMS Syndrome: an Enigma. Curr Hematol Malig Rep. 2017; 12 (2): 85-95.
[4] Dispenzieri A. How I treat POEMS syndrome. Blood 2012; 119 (24): 5650–5658.
[5] Dispenzieri A, Moreno-Aspitia A, Suarez GA, Lacy MQ, Colon-Otero G, Tefferi A, et al. Peripheral blood stem cell transplantation in 16 patients with POEMS syndrome, and a review of the literature. Blood. 2004; 104 (10): 3400-7.
[6] Tkhayat AB, Smadhi H, Rejeb H, Kammoun H, Akrout I, Greb D, Ben Abdelghaffar H, Hassen H, Fekih L, Megdiche ML. Pleural tuberculosis: diagnostic approach. European Respiratory Journal Sep 2019, 54 (suppl 63) PA4646.
[7] Suichi T, Misawa S, Sato Y, et al Proposal of new clinical diagnostic criteria for POEMS syndrome. Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry. 2019; 90: 133-137.
[8] Cui RT, Yu SY, Huang XS, Zhang JT, Tian CL, Dou LP, Pu CQ. Incidence and risk factors of pleural effusions in patients with POEMS syndrome. Hematol Oncol. 2015; 33 (2): 80-4.
[9] Wang Y, Huang L-B, Shi Y-H, Fu H, Xu Z, Zheng G-Q and Wang Y. Characteristics of 1946 Cases of POEMS Syndrome in Chinese Subjects: A Literature-Based Study. Front. Immunol. 2019; 10: 1428.
[10] THE WORLD BANK. Incidence of tuberculosis (per 100,000 people) – Morocco. [Online] Available.
[11] https://data.worldbank.org/indicator/SH.TBS.INCD?locations=MA.
[12] Jaccard A, Lazareth A, Karlin L, Choquet S, Frenzel L, Garderet L, et al. A prospective phase II trial of lenalidomide and dexamethasone (LEN-DEX) in POEMS syndrome. Blood. 2014; 124 (21): 36.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1223-1228
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Plaidoyer pour la promotion du genre dans le domaine agricole en Côte d'Ivoire

[Advocacy for the promotion of gender in agriculture in Côte d'Ivoire]

Yéboué ALLANGBA[1] and Bassémory KONE[2]

[1]Maitre-Assistant, UFR Information, Communication et Arts, département de Communication, Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

[2]Maître de conférences, Laboratoire des Sciences de la Communication, des Arts et de la Culture (LSCAC), Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2023 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: With a view to economic growth that generates social well-being with an accessible, efficient and quality public service, the Ivorian government has adopted the State of Côte d'Ivoire has developed the Government's Social Program 2019-2020 (PSGov 2019-2020). In its strategic axis 5 of this program aims to create the conditions for improving the well-being of populations in rural areas and to ensure food security. How to achieve this in the agricultural sector marked by the persistence of gender inequalities? The article proposes a systematic integration of gender in the agricultural sector in rural areas. The main objective of this study is to show the interest of taking gender into account in agricultural development projects in order to allow everyone, men and women, to enjoy the fruits of their labors in a fair and equitable manner. The hypothesis of this study is: the development of the rural world is ensured when inequalities between men and women are reduced considerably in the rural agricultural sector. As a methodology, the Gender approach, the product of a comparative analysis of the situation between men and women through a quantitative and qualitative method enhanced by documentary research, we identify the different characteristic elements of inequality gender in the agricultural sector in rural areas.

KEYWORDS: advocacy, promotion, gender, agricultural sector.

RESUME: Dans la perspective d'une croissance économique qui génère un bien-être social avec un service public accessible, efficace et de qualité, le gouvernement ivoirien a adopté le l'État de Côte d'Ivoire a élaboré le Programme Social du Gouvernement 2019-2020 (PSGouv 2019-2020). Dans son axe stratégique 5 de ce programme vise à créer les conditions d'amélioration du bien-être des populations en milieu rural et à assurer la sécurité alimentaire. *Comment y parvenir dans le secteur agricole marqué par la persistance des inégalités de Genre ?* L'article propose une intégration systématique du genre dans le secteur agricole en milieu rural. L'objectif principal de cette étude est de montrer l'intérêt de la prise en compte du genre dans les projets de développement agricole afin de permettre à tous, hommes et femmes de jouir de façon juste et équitable des fruits de leurs labeurs. L'hypothèse de cette étude est: le développement du monde rural est assuré quand les inégalités entre les hommes et les femmes sont réduites considérablement dans le secteur agricole rural. En tant que méthodologie, l'approche Genre, produit d'une analyse comparée de la situation entre hommes et femmes à travers donc une méthode quantitative et qualitative renchérie par la recherche documentaire, nous identifions les différent éléments caractéristiques de l'inégalité du genre dans le secteur agricole en milieu rural.

MOTS-CLEFS: plaidoyer, promotion, genre, domaine agricole.

Corresponding Author: Yéboué ALLANGBA

1 INTRODUCTION

Par la « Déclaration de Lomé »[1], les États membres de la CEDEAO s'engagent à rendre effectif l'intégration du Genre dans leur Programmes Nationaux d'Investissements Agricoles. Dans ce contexte, des projets de développement tels que le Projet d'appui au Secteur Agricole en Côte d'Ivoire (PSAC), il est apparu nécessaire de sensibiliser et de former les Organisations Professionnelles Agricoles et interprofessions en matière de Genre, et de mettre en place des mécanismes favorisant la participation des femmes, des jeunes et autres groupes vulnérables dans le secteur agricole. De plus, l'État de Côte d'Ivoire à travers l'axe stratégique 5 du Programme Social du Gouvernement 2019-2020 (PGGouv 2019-2020), vise à créer les conditions d'amélioration du bien-être des populations en milieu rural et à assurer la sécurité alimentaire. Malgré cette volonté affichée, force est de constater la persistance des inégalités de Genre dans le secteur agricole. Parmi les causes de cet état de fait, nous pouvons citer : une connaissance approximative ou erronée du concept, un manque d'appropriation de la question de Genre par les décideurs des structures et filières et à une faible capacité des acteurs à adresser la problématique Genre. Pourquoi les inégalités de genre persistent-elles en milieu agricole ? Nous formulons l'hypothèse que la persistance des inégalités de genre en milieu agricole s'explique par la faible implication des acteurs de la prise de décision au niveau national, régional et local dans les politiques de sensibilisation la promotion du genre en milieu agricole.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

L'étude a mobilisé l'étude documentaire à travers les données recueillies dans les rapports, les ouvrages, les articles scientifiques et analysée qualitativement et quantitativement.

Cette recherche documentaire nous a permis d'avoir des données statistiques en pourcentage abondant dans le sens des inégalités dans l'intégration systématique des femmes et des hommes (les uns et les unes) dans le secteur agricole en milieu rural. La mobilisation de données généralement structurées sur un nombre important d'individus, a permis de déceler l'inégalité dans le monde agricole entre les hommes et les, femmes dans le secteur agricole en milieu rural. importantes, ces données ont permis de mesurer des phénomènes et de quantifier des liens entre les femmes et les hommes dans le secteur agricole. En définitive, la recherche documentaire a permis d'identifier les inégalités entre hommes et femmes dans le monde agricole en milieu rural et d'avoir des données relatives à cette sphère de la femmes et de l'homme.

Sur le plan théorique, la théorie du genre et du pouvoir a été retenue. Cette dernière, propose une définition du genre qui explicite un rapport du pouvoir: « le genre est un élément constitutif de rapports sociaux fondés sur des différences perçues entre sexes, et le genre est une façon première de signifier des rapports de pouvoir » (Joan Scott1988). Connell (1987) stipule que *l'inégalité des genres est une construction sociale* qui provient de long processus de socialisation et d'éducation. La distribution du travail en fonction de normes de genre et *l'inégalité salariale* produisent des inégalités économiques pour les femmes. Les approches de genre visent à satisfaire les différents besoins des uns et des unes (hommes et femmes) de façon à contribuer à l'équilibre du pouvoir et à des pratiques équitables. Elles s'efforcent aussi de trouver des moyens d'autonomisation des femmes au travers de l'acquisition d'aptitudes et d'informations. Cette approche permet essentiellement dans cette étude de mobiliser les politiques afin de réduire les inégalités entre les uns et les unes dans l'intégration systématique de ceux-ci dans le secteur agricole en milieu rural. Ce qui postule que les uns et les unes ont droit d'avoir accès à la terre pour la production agricole. Cela permettrait ainsi de réduire considérablement la pauvreté, la famine en milieu rural et consistera un point focal pour l'amélioration des conditions de vie des uns et des autres. En effet, l'approche genre dans ce travail postule qu'il y ait un égal accès de l'homme et de la femme aux terres agricoles.

3 RÉSULTATS

3.1 UNE ANALYSE DE GENRE DANS LE SECTEUR AGRICOLE

L'instauration de l'égalité des sexes et de l'autonomisation des femmes fait partie intégrante de chacun des 17 Objectifs de Développement Durable. C'est par l'atteinte de cet objectif que l'on parviendra à assurer la justice et l'inclusion, à développer des économies qui bénéficient à toutes et tous et à préserver l'environnement pour les générations actuelles et futures. Aussi, le cadre de coopération de développement durable dans le but de contribuer à l'atteinte des ODD 1, 2, 7, 8, 9, 10 et 12, prévoit-

[1] Atelier du 14 au 16 juin à Lomé (Togo) à l'initiative de la FAO Cote d'Ivoire, avec l'appui de l'UNFPA, du PNUD, de la CEDEAO et de l'École Nationale Supérieur de Statistique et de l'Économie Appliquée (ENSEA)

il de promouvoir une agriculture durable au profit des agriculteurs, tirée par la transformation structurelle de l'économie RCI, NU-CI, 2020, p.10). En termes de résultat escompté d'ici 2025, les acteurs du secteur agricole utilisent des systèmes et modes de production modernisés durables, compétitifs, résilients en vue de garantir la sécurité alimentaire et la transformation de l'économie.

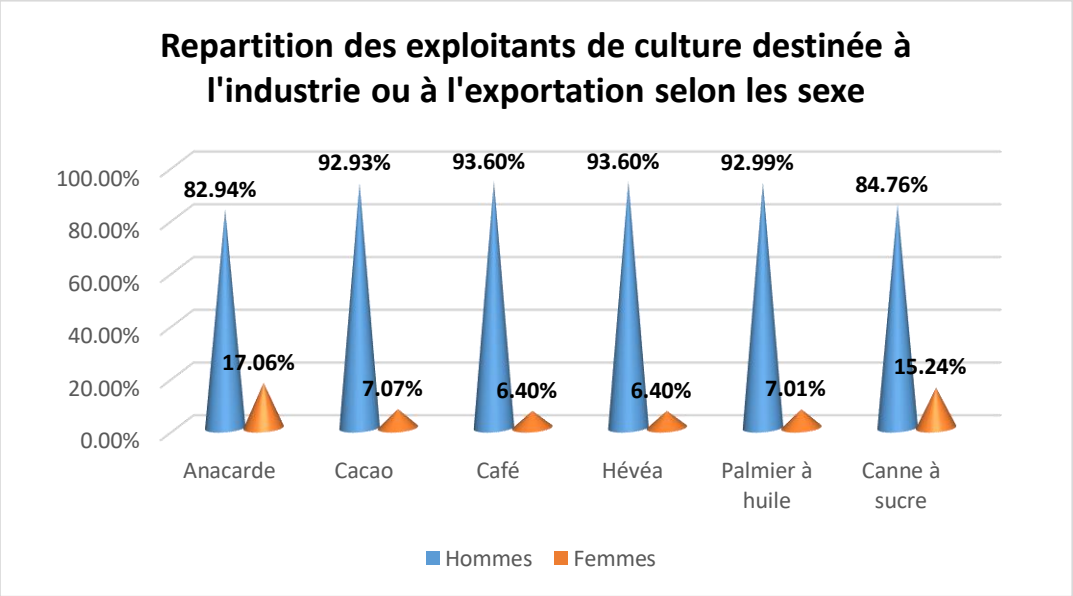


Fig. 1. Répartition hommes/ femmes dans le secteur agricole (culture de rente, cacao, café, anacarde, hévéa, coton, vivrier) en termes d'accès et de contrôle

Source: Réalisé par l'ONEG (2019) à partir des données du Recensement des exploitants et exploitations agricoles 2015/2016

Selon les résultats du Recensement des exploitants et exploitations agricoles (MINADER, 2019), la production végétale est pratiquée par 1 664 302 exploitants agricoles. Parmi ces eux, l'on dénombre 362 916 femmes, soit 21,8% des exploitants de la production végétale. Le secteur de l'élevage, regroupe 666479 exploitants. Les femmes évoluant dans cette activité, au nombre de 92 308, représentent 13,9% de l'ensemble des exploitants pratiquant l'élevage. Dans la sylviculture, sur 12 469 exploitants, on dénombre de 1 090 femmes, soit 8,7% des sylviculteurs. Quant à la pêche artisanale, elle est pratiquée par 33099 exploitants dont 3 133 femmes, soit 9,5% des pêcheurs. L'aquaculture est l'activité de 2905 aquaculteurs, dont 577 femmes (19,9%).

Globalement, en Côte d'Ivoire, l'agriculture traditionnelle, dans laquelle les femmes sont impliquées, est caractérisée par la pénibilité liée à l'utilisation d'un outillage rudimentaire la daba, la hache, la machette, etc. La récolte, le conditionnement des produits, la collecte des produits et leur transport sur la tête (avec aussi le bébé au dos), la recherche permanent de bois de chauffe et de l'eau à des distances souvent très longue, renforcent la pénibilité du travail des femmes en milieu rural.

3.2 Difficiles Accès À La Terre Aux Femmes Dans Le Secteur Agricole En Milieu Agricole

La question du genre dans le domaine agricole se pose en termes d'accès et de contrôle. Le profil d'accès et de contrôle recense les différentes ressources utilisées pour mener à bien les tâches identifiées dans le profil d'activités. Il indique qui a accès aux ressources et qui en contrôle l'utilisation. Au titre de la loi n°98 – 750 du 23 décembre 1998 relative au domaine foncier rural, l'égalité d'accès à la terre est garanti aussi bien pour les hommes et que les femmes de nationalité ivoirienne. L'accès est à comprendre comme une liberté, une permission, un droit d'utiliser ces ressources; quant à avoir le contrôle, cela signifie maîtriser, détenir un droit de décision concernant la ressource.

Cependant, les pratiques d'accès des hommes et des femmes à la terre en milieu rural (conditions d'accès, fondements des pratiques) sont marquées par une forte discrimination et inégalité d'accès des femmes en faveur ou au contraire des hommes quel que soit le système social en vigueur: système lignager, système de succession, système matrimonial.

Dans le domaine agricole, les ressources se structurent en deux catégories, à savoir: les ressources productives (la terre, l'équipement...), les ressources liées à l'environnement de la production (le crédit, l'éducation, l'information...). Il en découle

que les profits qui sont réalisés grâce à la production domestique et communautaire soulignent qui en bénéficie. Globalement le profil de l'accès à la propriété foncière et à l'héritage selon le genre se présente comme suit:

Tableau 1. Accès à la propriété foncière et à l'héritage

Année	Total certificats fonciers délivrés	Part des hommes		Part des femmes	
		Nbre	%	Nbre	%
2017	4 949	4 037	81,6	559	11,3
2018	5 976	4 907	82,1	688	11,5
2019	7 071	5 812	82,2	842	11,9
2020	7 260	5 964	82,1	873	12,0

Source: statistiques de l'AFOR

Sur la période 2017-2020 (KONE M. IBO G.J., 2009, p. 16), le taux d'accès des femmes aux certifications foncières oscille entre 11, 3% et 13%. De plus les femmes agricultrices ne sont pas dans le programme conventionnel de l'agriculture « elles ne possèdent pas de terre arable ni les autres intrants agricoles

De plus, le contrôle des ressources foncières s'inscrit dans le cadre des systèmes « hautement patriarcaux ». Les femmes sont affectées par les lois discriminatoires d'héritage et de propriété à cause des préjugés sexistes. Au sein des groupes domestiques, on distingue entre les aînés, qui contrôlent les ressources foncières, et les cadets et les jeunes, dont l'accès à la terre est souvent difficile. Il en est de même entre les intérêts des hommes et ceux des femmes. La femme ne peut hériter de biens (matériels et fonciers) ni en tant que fille du défunt, ni en tant que nièce et encore moins en tant qu'épouse car ce sont les frères qui constituent le premier ordre d'héritier; et il n'y a aucune vocation successorale entre époux. La femme est donc doublement marginalisée. En droit traditionnel, la femme est incorporée à l'héritage; elle fait partie des biens susceptibles d'être transmis par héritage. Elle se trouve ainsi dans une dépendance totale vis-à-vis de son époux et de sa belle-famille.

Les femmes agricultrices ne sont simplement pas dans le programme conventionnel de l'agriculture., Elles ne possèdent pas de terre arable, ni les autres intrants agricoles qui les rendront compétitives par rapport à leurs homologues hommes. En effet, elles souffrent de l'exclusion sociale et sont coincées dans les systèmes hautement patriarcaux qui les contrôlent et leur refusent l'opportunité d'avoir le pouvoir et de prendre les décisions clé de leur vie. Et pourtant, les femmes représentent le plus gros de la production agricole qui est la base de l'économieivoirienne. Elles sont responsables de la sécurité alimentaire, de l'utilisation de la nourriture et d'autres besoins sociaux (eau, énergie/carburant, assainissement au niveau des ménages) nécessaires pour la production et la maintenance du capital humain de la Côte d'Ivoire. Les femmes constituent le pilier de la production vivrière où elles assurent ***60 à 80%*** de la production et commercialisation vivrière (PND 2016-2020, T1 42). Ce n'est pas le cas pour les cultures pérennes qui relèvent le plus souvent de la responsabilité des hommes. Toutefois,la participation de la femme aux activités de production agricole se fait de trois manières (i) la participation aux travaux dans les champs familiaux; (ii) la participation aux travaux dans les champs personnels; (iii) la participation aux travaux dans les champs collectifs.

Concernant les champs familiaux, la femme participe de façon active aux travaux du champ familial sous la direction du chef de famille, le mari ou l'aîné de la famille. Les spéculations cultivées sont généralement des cultures pérennes destinées à la vente pour l'entretien du ménage. Les femmes à ce niveau participent aux semis, au sarclage et à la récolte et est en plus chargée de la préparation des repas pour les membres de la famille travaillant dans le champ familial. De manière générale, la répartition des tâches entre l'homme et la femme est faite en fonction de la résistance (perçue) de chacun. Ainsi, les tâches difficiles demandant plus d'effort physique sont du domaine de l'homme notamment la confection le défrichage, la préparation des champs et le labour. Pour celle demandant davantage de finesse et d'attention, elles sont laissées à la femme à savoir, le semis, le sarclage et la récolte.

Même si la femme participe de façon active à l'entretien des champs familiaux, elle possède pour son propre compte un petit *champ personnel*. Dans ce champ, elle cultive des maraîchers, du riz, des tubercules et autres plantes qu'elle utilisera pour l'alimentation familiale.

En ce qui concerne la création de champs collectifs (communautaires), on observe une implication des femmes. Cette pratique initiée par les intervenants extérieurs (ONG, projets) permet l'association des forces en vue d'une plus grande efficacité. Le fruit de ces champs est vendu pour l'acquisition ou la réparation de biens collectifs (moulin, construction de puits ou de pompe hydraulique). Parfois, la récolte sert à la prise en charge (alimentaire et/ou financière) d'enseignants, de personnels soignant ou de tout autre agent de l'Etat de la localité. Elle sert aussi parfois de fonds pour l'organisation de fêtes.

La transformation et la commercialisation des produits sont des activités généralement accomplies par les groupements de femmes à partir de la récolte provenant des champs collectifs.

Comme on peut le constater, traditionnellement les forces de travail, la « main d'œuvre pour la mise en œuvre » sont produites par la femme. La femme est source « d'énergies nouvelles et renouvelables", les ressources humaines indispensables sans lesquelles l'exploitation n'est pas possible. Ainsi dans le système lignager, la terre, source potentielle de production alimentaire et la femme source potentielle de production d'énergies humaines font l'objet de transactions coutumières, sous formes d'échanges, de contrepartie, de dons, de dettes ou de dot, d'obligations.

Généralement, les femmes ne jouissent pas du contrôle direct des terres; elles accèdent de manière indirecte à la terre de deux façons: (i) Avant d'être mariée: la femme travaille comme membre dépendant de sa famille et participe aux travaux agricoles avec sa mère; (ii) Une fois mariée, la femme travaille sur des terres appartenant à son mari ou à la famille de celui-ci.

Les conditions d'accès des femmes sont donc déterminées par leur statut conjugal: mariées, veuves, jeunes filles célibataires ou divorcées. La femme mariée est partagée entre les champs familiaux (dont le produit est contrôlé par le mari) et ses champs personnels. Les femmes jouent un rôle important comme main d'œuvre dans les cultures d'exportation que représentent le coton et l'anacarde au Nord, le café et le cacao en zone forestière, etc.

4 DISCUSSION

Les résultats révèlent un faible taux d'accès aux femmes d'intégration dans le secteur agricole en milieu rural. Les données en pourcentage ont toutes montrées sur tous les plans que les femmes en termes d'accès à la terre et plus précisément son intégration systématique dans le secteur agricole reste à discuter. L'analyse genre permet d'identifier des moyens par lesquels le développement agricole peut remédier à ces problèmes et contribuer à la productivité et à l'équité.

Malgré le principe de l'égalité hommes-femmes consacré par la loi et les différents textes juridiques, la vie de la femme agricultrice est marquée par des inégalités hommes/femmes en sa défaveur et est régie par des règles et des pratiques coutumières qui consacrent la répartition classique des rôles et tâches entre l'homme et la femme. Les données sont concordantes sur le fait que les femmes rurales ont moins accès aux ressources productives (terre, bétail...), aux services (financier, éducation, vulgarisation...) et aux débouchés que les hommes. Du fait des tâches qui reviennent aux femmes dans la vie sociale et économique des ménages en milieu rural, (elles assurent l'éducation des enfants, elles approvisionnent les familles en combustible ligneux, elles assurent la vente de bois en détaillant, exploitent, transforment et commercialisent les produits de cueillette qui entrent dans l'alimentation familiale ou sont utilisés à des fins médicinales ou commerciales) la compréhension du concept genre et son intégration dans l'agriculture revêt une importance capitale pour la productivité agricole. La gestion durable de l'agriculture exige la participation de tous, spécialement celle des femmes. Mieux comprendre la contribution des femmes dans la formulation et la mise en œuvre des principales options en matière de développement agricole et plus particulièrement dans les actions de vulgarisation demeure un défi.

Par ailleurs, la main d'œuvre féminine intervient tant dans les cultures vivrières que dans les cultures dites de rente (le café, le cacao, l'hévéa, le palmier à huile, le coton...) considérées comme l'apanage des hommes, est très souvent non ou mal rémunérée. Cette situation, à l'instar de plusieurs autres facteurs, contribue à la persistance des inégalités entre homme et femme. L'analyse des faiblesses constatées dans la prise en compte du genre dans les projets et programmes agricoles révèle que l'obstacle majeur réside dans la faible capacité des acteurs à adresser la problématique genre. Le concept genre n'est pas bien compris. Les connaissances sur l'approche genre demeurent approximatives. Une des principales leçons tirées est la nécessité d'un renforcement des capacités des acteurs en analyse genre. Selon ONU Femme (2012), si les femmes bénéficiaient du même accès aux ressources productives que les hommes, elles pourraient augmenter les récoltes de leurs exploitations agricoles de 20 à 30%, permettant ainsi de sortir de la famine 100 à 150 millions de personnes. Aussi, pour Ban Ki-moon: *« L'autonomisation des femmes rurales est cruciale si nous voulons mettre un terme à la faim et à la pauvreté. En refusant d'accorder aux femmes des droits et des opportunités, nous privons leurs enfants et leurs sociétés d'un avenir meilleur. Voilà pourquoi les Nations Unies ont récemment lancé un programme en faveur de l'autonomisation des femmes rurales et d'une sécurité alimentaire accrue »* (ONU FEMME, 2012).

La prévalence des stéréotypes de genre et les restrictions sociales excluent souvent les femmes des programmes de recherche et de vulgarisation agricole. Il a été démontré que d'importantes inégalités existent entre les hommes et les femmes dans l'accès aux ressources, la terre, le travail et le crédit entre autres (Deere et Leon, 2003). Par conséquent, les femmes font face à des contraintes qui limitent leurs rôles potentiels, comme leaders et agriculteurs, dans l'accroissement de leurs productivités et dans la diffusion des technologies à travers leurs réseaux sociaux. La prise en compte des femmes par une approche genre dans le développement agricole se heurte à une faible capacité des acteurs à adresser la problématique genre. Le concept genre n'est pas bien compris (Assienan K. C. Juillette en 2013, cité par FIRCA, 2019, 12). Les connaissances sur

l'approche genre demeurent approximatives. Le système de culture des femmes, leurs contraintes, ce qui fonde leurs décisions, les relations de subordination qui les lient aux hommes ne sont pas suffisamment analysées et intégrées dans l'élaboration des programmes et projets de développement

Au niveau des méthodes de travail, les approches de développement sont centrées sur les spéculations et insuffisamment sur les hommes (capital humain). La connaissance du milieu d'intervention intègre faiblement les données socioculturelles et les relations de pouvoir entre les acteurs. Les stratégies de communication utilisées dans la mise en œuvre des programmes ne favorisent pas une modification des relations de genre. Les données différenciées par genre ne sont pas encore systématisées pour tous les indicateurs. Quand ces données existent, elles ne font pas l'objet d'exploitation, d'analyse et de commentaires en vue d'une réorientation des interventions. Les technologies diffusées ne sont pas évaluées dans une perspective genre pour analyser les effets et impacts sur les femmes et sur les hommes. Les difficultés liées à la pénibilité et charges de travail des femmes sont très peu adressées par les différents projets et programmes. Les appuis aux organisations agricoles ne sont pas systématiquement fournis. Il n'y a pas assez de synergie d'action entre les techniciens spécialisés en production animale et spéculation végétale et ceux spécialisés en appui aux Organisations Professionnelles Agricoles.

5 CONCLUSION

L'égalité d'intégration systématique entre hommes-femmes dans le secteur agricole en milieu rural constitue plus que jamais une composante à part entière du développement durable. Cependant, notre étude et plusieurs autres ont montré et démontré la marginalisation du genre dans cette sphère et cela constitue une entrave continue en milieu rural en termes de la faim et de la famine. Pour y parvenir les politiques suivantes doivent être menées: (i) Renforcement du dispositif institutionnel pour une meilleure prise en compte du genre dans le secteur agricole en milieu rural; (ii) Élaborer et diffuser des outils d'intégration du genre auprès du personnel du Fonds Interprofessionnel pour la Recherche et le Conseil Agricoles (**FIRCA**) et de ses partenaires afin de les utiliser dans la formulation, la mise en œuvre et l'évaluation des plan, programme et projet dans le secteur agricole en milieu rural; (iii) Mettre en place un mécanisme de promotion de la représentativité des femmes dans les positions dans le secteur agricole en milieu rural; (iv); Améliorer la capacité analytique des institutions politiques pour leur permettre de mieux comprendre les enjeux de certains problèmes; Amener les décideurs politiques à améliorer les lois et règlements en faveur de projets et de programmes (v); Encourager les décideurs politiques et publics à agir davantage en synergie avec les populations et à descendre sur le terrain; (vi) Amener les décideurs à s'impliquer davantage dans la production et la gestion des ressources humaines, financières et matérielles des programmes ou projets; (vii) Renforcement de la communication en matière de genre.

REFERENCES

[1] BAD (2015), Autonomisation économique des femmes africaines grâce à une participation équitable dans les chaînes de valeur agricoles.

[2] Deere, C. D. et M. León. 2003. The gender asset gap: Land in Latin America. *World Development*. 31 (6): 925-947.

[3] ENSESI (2016), Enquête Nationale sur la Situation de l'emploi et le Secteur Informel: rapport descriptif sur la situation de l'emploi tome 1, Décembre 2016.

[4] F. HüTZ-Adams, et al. (2017), Vers un calcul du revenu vivant pour les ménages de cacao au Ghana et en Côte d'Ivoire.

[5] FIRCA (2019), Politique du genre du FIRCA: Rapport définitif, Abidjan, février 2019.

[6] FONDATION MONDIALE DU CACAO (2018), Le cacao et les objectifs mondiaux: accélérer l'autonomisation des femmes (ODD5), viii Fairtrade International, Revenu des producteurs de cacao.

[7] INS (2015). Enquête sur le niveau de vie des ménages en Côte d'Ivoire: Profil de pauvreté, Côte d'Ivoire.

[8] Ministère du plan et du développement (2016), Plan National de Développement 2016-2020, Résumé analytique T1 42.

[9] MINADER (2019), Recensement des exploitants et exploitations agricoles 2015/2016, synthèse des résultats du REAA, vol 1.

[10] ONU FEMME (2012), Le rôle des femmes dans le développement rural, la production alimentaire et l'éradication de la pauvreté https://www.unwomen.org/fr/news/stories/2012/10/the-role-of-women-in-rural-development-food-production-and-poverty-eradication consulté le 05/07/2022.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1229-1243
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Des facteurs explicatifs de l'inefficacité des interventions info-Communicationnelles émanant des structures en charge de la prévention de l'usage de la drogue illicite au niveau des jeunes vivant en milieu urbain en Côte d'Ivoire

[Explanatory factors for the ineffectiveness of info-communication interventions from structures in charge of the prevention of illicit drug use among young people living in urban areas in Côte d'Ivoire]

Ernest Zah Bi Gohi

Ecole Doctorale Sociétés, Communication, Arts, Lettres et Langues (ED-SCALL), Communication, Politique et Société (CPS), Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2023 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: Despite the implementation of various info-communication interventions aimed at protecting the Ivorian population against drug use, Côte d'Ivoire has gone from being a country of transit and trafficking to one of high drug consumption. This consumption concerns mainly young people living in urban areas (AIP, 20 August 2018). The present study, conducted through mixed methods and based on the theory of information processing and the socio-ecological model, makes it possible to identify the factors that explain this high level of drug consumption by young people living in urban areas, in spite of these preventive communication actions. It emerges that young urban dwellers have very little exposure to the awareness-raising activities undertaken by formal drug prevention structures. This is due to the fact that the communication channels and media most used by the majority of these young people, especially those who do not use drugs, are generally ignored by these structures during their info-communication activities. Furthermore, the biological parents of young non-drug users and drug users present in the smoking rooms, who are the primary social actors capable of positively influencing their attitudes and practices, are also ignored or inadequately integrated into awareness-raising activities against drug use. The study therefore recommends prioritising ICTs and television on the one hand, and the biological parents of these young people on the other, as the main info-communication media and actors in awareness-raising and anti-drug education activities targeting them.

KEYWORDS: Drugs, info-communication practices, youth, urban environment, prevention.

RESUME: Malgré la mise en œuvre de diverses interventions info-communicationnelles visant à prémunir les populations ivoiriennes contre l'usage de la drogue, la Côte d'Ivoire est passée de pays de transit et de trafic à celui de forte consommation de drogues. Cette consommation concerne surtout les jeunes évoluant en zone urbaine (AIP, 20 Aout 2018), Aussi, la présente étude, conduite à travers, les méthodes mixtes et basée sur la théorie du traitement de l'information et le modèle socio-écologique, permet de ressortir des facteurs explicatifs de cette forte consommation de la drogue par les jeunes citadins en dépit, de ces actions de communication préventive. Il en ressort que les jeunes citadins sont très peu exposés aux activités de sensibilisation entreprises par les structures formelles de prévention de l'usage la drogue. Et ce, à cause du fait que les canaux et supports de communication, les plus utilisés par la majorité de ces jeunes surtout, non usagers de drogue sont généralement, ignorés par ces structures lors de leurs interventions info-communicationnelles. Par ailleurs, les parents biologiques des jeunes non UD et UD présents dans les fumoirs qui, se positionnent pourtant comme étant, les premiers acteurs sociaux à même d'influencer positivement leurs attitudes et leurs pratiques sont eux aussi, ignorés ou inadéquatement intégrés aux activités de sensibilisation contre l'usage de la drogue. Aussi l'étude préconise la priorisation des TIC et de la télévision d'une part et des parents biologiques de ces jeunes d'autre part, comme moyens info-communicationnels et acteurs principaux des interventions de sensibilisation et d'éducation contre la drogue les visant.

MOTS-CLEFS: Drogue, pratiques info-communicationnelles, jeunes, milieu urbain, prévention.

Corresponding Author: Ernest Zah Bi Gohi

1 INTRODUCTION

En Côte d'Ivoire, la politique de prévention de l'usage des drogues illicites, en plus de l'aspect répressif, se décline à travers, des activités d'information, de sensibilisation et d'éducation des populations (Journal officiel de la République de Côte d'Ivoire, trente quatrième années, No 37, le 09 Aout 2014, pp. 679-681).

Malgré la mise en œuvre de ces interventions info-communicationnelles, la Côte d'Ivoire, figure au nombre des pays où l'utilisation de la drogue est en forte progression. Ainsi, selon, un rapport produit par le Ministère de la santé et de l'Hygiène publique, l'on dénombrait en 2014, dans le seul district autonome d'Abidjan, un million quatre cent vingt-quatre mille trois douze (1 424 312) personnes consommatrices ou ayant consommé de la drogue (Laurent Akré GBANTA, Samedi bi DJE et Daniel TUO, 2014, p35). Ces utilisateurs de drogue sont principalement, des jeunes avec une moyenne d'âges de 28 ans (Julie BOUSCAILLOU, Julie et al, 2014, p62). Aussi, partant de ce postulat, il nous a semblé pertinent de déterminer les facteurs explicatifs de cette inefficacité des actions (info-communicationnelles) de prévention de l'usage des drogues illicites au niveau des jeunes citadins.

Pour ce faire, l'on s'est posé la question suivante**:** Quels sont les facteurs explicatifs de l'inefficacité des interventions info-communicationnelles développées par les structures en charge de la prévention de l'usage de la drogue au niveau des jeunes vivant en milieu urbain?

Nous émettons l'hypothèse selon laquelle, L'inadaptation des interventions info-communicationnelles menées par les acteurs de la lutte contre la drogue aux pratiques info-communicationnelles des jeunes citadins et la manière dont, les membres de leurs réseaux de sociabilité y sont associés contribuent à l'inefficacité de ces interventions. La présente étude se structure comme suit: Positionnement Théorique et Approches méthodologiques de la recherche, Présentation des résultats et la discussion des résultats.

2 POSITIONNEMENT THÉORIQUE ET APPROCHES MÉTHODOLOGIQUES DE LA RECHERCHE

Sur le plan théorique, l'étude se fonde sur la théorie du traitement de l'information Georges MILLER, 1950) et l'approche socio-écologique (Urie BRONFENBRENNER, 1950). Selon l'approche socio-écologique, les aspects culturels, physiques et sociaux d'un environnement ont un effet cumulatif sur la santé (VAN HOYE, Aurèlie, 2020 p9). Quant à la théorie du traitement de l'information, il soutient que les individus reçoivent de l'information à partir, de leur environnement et la saisissent de façon sélective par leurs organes récepteurs selon, le processus suivant: L'exposition, l'attention, la compréhension, l'acceptation et la rétention (Rafia HALAWANY-DARSON.2010, p.41). Dans le cadre de la présente étude, la théorie du traitement de l'information permet de déterminer l'étape dans le processus de traitement de l'information tel que défini, que les jeunes vivant en milieu urbain n'arrivent pas à franchir afin, d'avoir des pratiques qui soient en concordance avec les objectifs des interventions info-communicationnelles les visant.Quant à l'approche socio-écologique, elle permet d'appréhender l'influence de l'environnement social des jeunes citadins sur leurs attitudes et leurs comportements vis à vis de la drogue.

La présente étude s'inscrit dans le champ de la communication pour le développement connue aussi sous le sigle C4D correspondant à sa dénomination en anglais *Communication for Development*. Cette approche en matière de communication, est un outil d'influence sociale et politique. Elle favorise la participation et le changement social grâce donc, aux méthodes et aux instruments de la communication interpersonnelle, aux médias communautaires et aux technologies modernes de l'information (Thomas JENATSCH et Richard BAUER, 2016, p.20).

Sur le plan méthodologique, la présente étude est menée à travers, les méthodes mixtes qui associent les méthodes quantitatives et les méthodes qualitatives.

2.1 SITES ET ÉCHANTILLONS DE L'ÉTUDE

L'étude est menée dans les communes d'Abobo et de Cocody (district autonome d'Abidjan), dans la ville de Bouaké, capitale de la région du Gbeké dans le centre de la Côte d'Ivoire et la ville d'Abengourou, capitale de la région de l'Indenié Duablin, principal pôle urbain de la zone frontalière Côte d'Ivoire Ghana. Le choix de ces localités a été guidé par le fait qu'elles font partie des grandes zones de commercialisation et de consommation de la drogue en Côte d'Ivoire. En effet, la zone Est du pays (Abengourou, Aboisso, Bonoua) du fait de sa proximité avec le Ghana (pays producteur et exportateur de cannabis) figure au nombre des grandes zones de commercialisation et de consommation de la drogue. Tout comme la zone Est du pays, le district autonome d'Abidjan et la zone de Bouaké font partie des grandes zones de consommation de la drogue en Côte d'Ivoire (TRAORE Didiata, 2018.)

Par ailleurs, au niveau du district autonome d'Abidjan, le choix de la commune d'Abobo se justifie par le fait qu'elle a abrité la campagne nationale de sensibilisation contre la drogue en 2019. Partant de ce postulat, la présente étude pourrait permettre entre autres, d'évaluer les retombées de cette campagne en termes d'exposition à l'information, de perception de risques et de changement

d'attitude et de comportement souhaités par rapport à la drogue chez les jeunes. En ce qui concerne la commune de Cocody, le fait qu'elle figure au nombre de nos sites de recherche se justifie entre autres, par le fait que selon le sous-directeur chargé de la recherche à la direction de la police des stupéfiants et de la drogue (DPSD, le phénomène de la drogue à l'école donc, avec les jeunes est plus criant dans la commune de Cocody à cause du fait que dans les écoles de cette commune cossue, les élèves disposent de suffisamment de moyens financiers pour acheter la drogue (OUATTARA Moussa, samedi 21 et dimanche 22 Juillet 2012). Le volet de l'étude concernant les usagers de drogue non encore pris en charge a été mené sur les sites de consommation dont les responsables ont bien voulu nous permettre l'accès. Il s'agit du *« Wanch* » situé dans les périmètres du lycée technique d'Abidjan Cocody, du « *Mali* » situé à Abobo coco service *« Chez ZAADI* » à Abobo derrière rails dans les environs du poste de police du 21ème arrondissement et « *La MAFIA* »au quartier air France rue 18 derrière l'église CEMA à Bouaké. En ce qui concerne la ville d'Abengourou, les UD y ont été rencontrés individuellement par le biais des pairs éducateurs, d'autant plus que nous n'avons pu identifier et avoir accès aux différents sites de consommation de cette ville.

Les études scientifiques qui s'appuient sur des enquêtes statistiques sont réalisées sur un échantillon. Cet échantillon doit refléter les caractéristiques de la population mère de l'étude (N'DA Paul, 2015, p105). Ainsi pour calculer la taille de l'échantillon de la présente étude, l'on a défini un ensemble de paramètres en lien avec la population d'étude. L'on a ainsi, avec l'appui d'un ingénieur statisticien, utilisé la formule non probabiliste ci-dessous pour déterminer l'échantillon de la population de l'étude issue des localités d'Abobo, Cocody, Abengourou et Bouaké: $n = k^2 * \frac{p^*(1-p)}{\varepsilon^2 + k^2 * \frac{p^*(1-p)}{N}}$

- k = 2.58; Le quantile d'ordre 5% de la loi normale
- ε = 0.05; le seuil de confiance
- N = 865 949; la taille de la population d'étude
- p = 0.52; la proportion de femme.

Le calcul de la taille nous donne ***n = 664 individus***.

Tableau 1. Tableau représentatif de la population et de l'échantillon de l'étude

LOCALITE	ENQUETES NON UD		ENQUETES UD	
	Nbre	Pourcentage	Nbre	Pourcentage
Bouaké	133	22,68	18	22,68
Abengourou	26	04,57	4	04,57
ABOBO	288	49,22	39	49,22
Cocody	137	23,51	19	23,51
TOTAL	584	100	80	100

Source: enquête réalisée par ZAH Bi Gohi Ernest, 30 juin 2021

La population des usagers de drogue sans traitement est représentée dans l'échantillon à hauteur de 80 individus. Cela a été fait ainsi en tenant compte des données du rapport 2016 de l'ONUDC sur la situation de la drogue en Côte d'Ivoire précédemment cité et qui stipule que 12% de la population ivoirienne âgé de 15 à 64 ans consomment des drogues. Ainsi 12% des 664 enquêtés est égal à 80.

2.2 COLLECTE ET TRAITEMENT DES DONNÉES

L'analyse des données quantitatives recueillies à travers, deux questionnaires dont un questionnaire adressé aux non UD et un autre adressé aux UD présents dans les fumoirs s'est faite à l'aide du logiciel R[1]. L'utilisation de ce logiciel s'organise autour de trois stades: (i) l'observation du questionnaire; (ii) la saisie des réponses collectées; (iii) les traitements, dépouillements et analyses.

La collecte des données qualitatives, quant à elle, a été faite auprès des personnes ressources issues de différentes de structures de lutte contre la drogue en Côte d'Ivoire. Il s'agit entre autres: du Programme National de Lutte contre le Tabagisme, l'Alcoolisme, la

[1] Le logiciel R est un logiciel de statistique créé par *Ross* IHAKA et *Robert* GENTLEMAN. Il est à la fois un langage informatique et un environnement de travail. Les commandes sont exécutées grâce à des instructions codées dans un langage relativement simple, les résultats sont affichés sous forme de texte et les graphiques sont visualisés directement dans une fenêtre qui leur est propre. Ce logiciel sert à manipuler des données, à tracer des graphiques et à faire des analyses statistiques sur ces données (Présentation du logiciel R, s, d).

Toxicomanie et les autres Addictions (PNLTA), du Comité Interministériel de Lutte Anti-drogue (CILAD), du Service Education à la Lutte contre la Drogue et la Toxicomanie (SELDT), La Croix Bleue Cote d'Ivoire, du Conseil national des Organisations de lutte contre la Drogue de Côte d'Ivoire (CONADCI) et de l'Alliance des religieux pour la santé intégrale des populations (l'ARSIP). En plus de ces structures, des entretiens ont été organisés avec dix (12) enquêtés non UD et 6UD présents dans les *fumoirs*.

L'analyse de contenu a été privilégiée pour la méthode qualitative. A cet effet, une grille d'analyse a été construite. Nous y avons inséré les extraits des réponses données par les différentes personnes interrogées, puis les avons classés par unité sémantique. Ainsi, les opinions dominantes par point dans le guide d'entretien ont été validées comme les résultats. Cela a permis de dégager les idées dominantes en relation avec l'hypothèse de recherche et de mieux les comprendre par une analyse plus approfondie des verbatim.

3 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

3.1 L'UTILISATION DES CANAUX ET SUPPORTS INFO COMMUNICATIONNELS ET L'IMPLICATION DES ACTEURS SOCIAUX LORS DES INTERVENTIONS INFO-COMMUNICATION PRÉVENTIVES CONTRE L'USAGE DE LA DROGUE

3.1.1 L'UTILISATION DES CANAUX ET SUPPORTS INFO COMMUNICATIONNELS LORS DES INTERVENTIONS INFO-COMMUNICATION PRÉVENTIVES CONTRE L'USAGE DE LA DROGUE DÉVELOPPÉES PAR LES STRUCTURES ENQUÊTÉES

De l'analyse des supports et canaux utilisés dans la mise en œuvre des activités info-communication développées par les différentes structures en charge de la prévention de l'usage de la drogue en Côte d'Ivoire, il ressort que ces structures utilisent aussi bien, la communication hors medias, la communication interpersonnelle que la communication médiatique dans le cadre de leurs interventions. Au niveau de la communication hors medias et de la communication interpersonnelle, leurs interventions sont essentiellement, axées sur la distribution des prospectus, l'organisation des caravanes, des ateliers, des séminaires, des rencontres de plaidoyer, des causeries éducatives, des séances counseling, des séances d'entretiens individuels, des conférences publiques et des prêches dans les lieux de culte.



Photographie n°1: Conférence publique sur la prévention de la drogue en milieu universitaire, organisée à l'occasion de la célébration de la 34ème journée internationale lutte contre le trafic illicite et l'abus des drogues en 2021 à l'Université de Cocody

Photographie réalisée par ZAH Bi Gohi Ernest, 26 juin 2021

En ce qui concerne, la communication médiatique, ces structures de prévention de l'usage de la drogue, misent principalement sur la pose des affiches sur les grandes artères des centres urbains visés par leurs campagnes de sensibilisation.



Photographie n° 2: Affiche de sensibilisation contre l'usage de la drogue produite par le PNLTA

Photographie réalisée par le Service de prévention et de communication du PNLTA, 2021,

En plus de ces affiches, des acteurs issus de ces différentes structures participent aux émissions essentiellement, produites par les radios privées laïques et confessionnelles et la télévision publique (RTI 1) dans le but de sensibiliser les populations contre l'utilisation de la drogue.

En ce qui concerne les nouveaux medias comme l'internet, le téléphone portable, les réseaux sociaux numériques, ces structures les utilisent souvent dans une dynamique de communication interne et aussi pour la visibilité de leurs activités. En clair, il s'agit pour ces structures de faciliter à travers, les nouveaux medias dont les réseaux sociaux numériques ou l'internet, la circulation de l'information en leur sein ou de se rendre visibles ou encore de rendre visibles les activités qu'elles mènent.



Photographie n° 3: Publication sur la plateforme whatsapp Addiction Cote d'Ivoire administrée par un agent de la croix bleue.

Source: resultat d'enqueté realisée par ZAH Bi Gohi Ernest, Novembre 2021

3.2 L'IMPLICATION DES MEMBRES DES RÉSEAUX DE SOCIABILITÉ DES JEUNES CITADINS DANS LES PROCESSUS DE PRÉVENTION DE L'USAGE DE LA DROGUE

L'analyse des profils des personnes physiques et morales impliquées dans ou ciblées par les activités de sensibilisation ou de formation menées par les différentes structures prises en compte par la présente étude afin de servir de relais de leurs messages auprès des populations à risques dont les jeunes, permet d'affirmer que ces structures ciblent principalement, les acteurs intervenant dans la lutte contre la drogue et les décideurs politiques, administratifs ou judiciaires et quelques fois les leaders religieux. Aussi, l'ARSIP apparait comme la seule structure parmi les six prises en compte dans le cadre de cette étude, qui forme de façon spécifique, les membres des cellules familiales des jeunes sur les techniques de communication parents-enfant dans le but de les amener à s'impliquer de façon structurée dans la sensibilisation et l'éducation de leurs enfants sur les maux qui minent la société dont l'usage de la drogue. Au contraire de cette structure, les autres organisations, ignorent les cellules familiales dans leurs stratégies de prévention, au mieux, elles les invitent uniquement à participer aux différentes conférences publiques en qualité de spectateurs.

4 PRATIQUES INFO-COMMUNICATIONNELLES DES JEUNES CITADINS

4.1 L'UTILISATION DES SUPPORTS ET CANAUX INFO-COMMUNICATIONNELS PAR LES JEUNES CITADINS NON UD

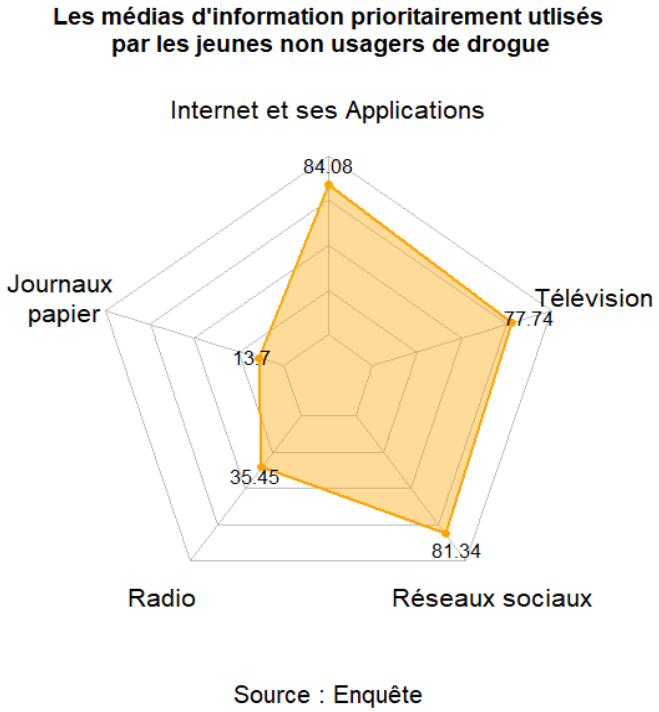


Fig. 1. L'utilisation des medias par les enquetés non usagers de drogues

Source: resultat d'enquête realisée par ZAH Bi Gohi Ernest, Novembre 2021

L'on note une forte pénétration du téléphone portable au sein de la population des jeunes citadins non UD. En effet, ces jeunes sont 96, 99% à posséder au moins un téléphone portable. En dehors du téléphone portable, l'internet apparait comme le media le plus utilisé par ces populations soit 84, 08%. Ce medias, est suivi par les réseaux sociaux numériques (81,34%) puis, les différentes chaînes de télévision (77,74%). A l'opposé, les medias comme les journaux papier et la radio apparaissent comme les medias les moins utilisés par cette population.

Tableau 2. L'utilisation des réseaux sociaux numériques par les enquêtés non UD

	Effectif (n)	Fréquence (%)
Facebook	361	61,82%
WhatsApp	347	59,42%
YouTube	199	34,08%
Google	162	27,74%
Tiktok	56	9,59%
Snapchat	49	8,39%
Instagram	45	7,71%
Autres	9	1,54%
LinkedIn	5	0,86%
Twitter	2	0,34%
Pinterest	1	0,17%

Source Résultats d'enquête réalisée par ZAH Bi Gohi Ernest, novembre 2021

Au niveau des réseaux sociaux numériques, Facebook avec 61,82 % d'utilisateurs et whatsapp, avec 59,42 % d'utilisateurs parmi les enquêtés non Ud adeptes des réseaux sociaux apparaissent comme leurs réseaux sociaux numériques préférés.

4.2 L'UTILISATION DES SUPPORTS ET CANAUX INFO-COMMUNICATIONNELS PAR LES JEUNES CITADINS UD FRÉQUENTANT LES SITES DE CONSOMMATION DE DROGUES APPELÉS « *FUMOIRS*

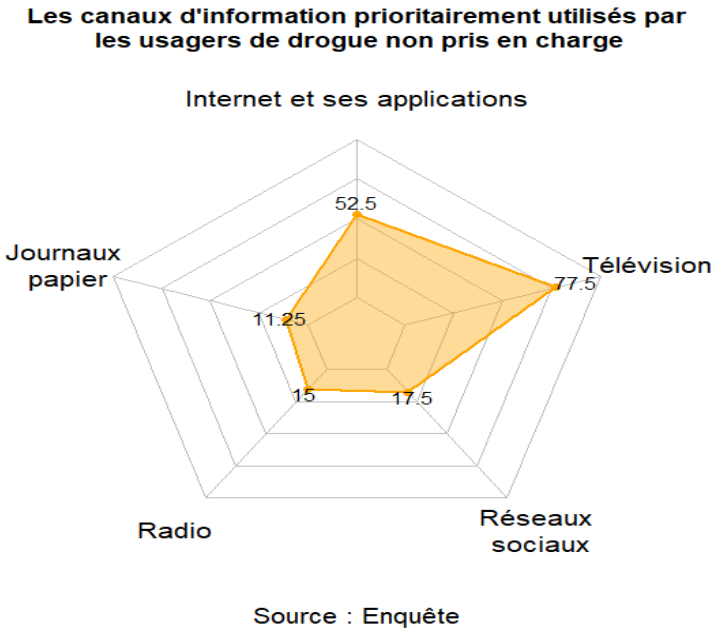


Fig. 2. L'utilisation des medias par les enquetés usagers de drogue interrogés dans les fumoirs

Source: Resultat d'enquête realisée par ZAH Bi Gohi Ernest, Novembre 2021

Contrairement aux jeunes citadins non UD qui sont 96,99% à posseder au moins un téléphone portable, l'on observe une faible pénétration de cet outil de communication chez les jeunes UD presents dans les fumoirs. En effet, ils ne sont que 26,25% à en posseder. Ainsi, les médias, les plus utilisés par ces enquêtés UD rencontrés dans les fumoirs sont la télévision et dans une certaine mesure, l'internet. Par ailleurs, l'on observe chez cette population, un faible taux d'utilisateurs de réseaux sociaux numériques, de journal papier et de radios.

4.3 L'IMPACT DES ACTIVITÉS DE PRÉVENTION DÉVELOPPÉES PAR LES STRUCTURES DE LUTTE CONTRE L'USAGE DE LA DROGUE SUR LES JEUNES CITADINS

4.3.1 L'EXPOSITION DES JEUNES CITADINS INTERVENTIONS DE SENSIBILISATION CONTRE L'UTILISATION DE LA DROGUE.

Les jeunes citadins non UD ou UD rencontrés sur les sites de consommation de la drogue affirment très majoritairement, avoir été exposés à diverses informations préventives sur la drogue. En effet, 93,1%des jeunes non UD et 97,5% des jeunes UD fréquentant les *fumoirs* ont été au moins une fois, exposés aux messages de prévention contre l'usage de la drogue.

Les individus ayant contribué à l'exposition des jeunes citadins aux interventions de sensibilisation contre l'utilisation de la drogue

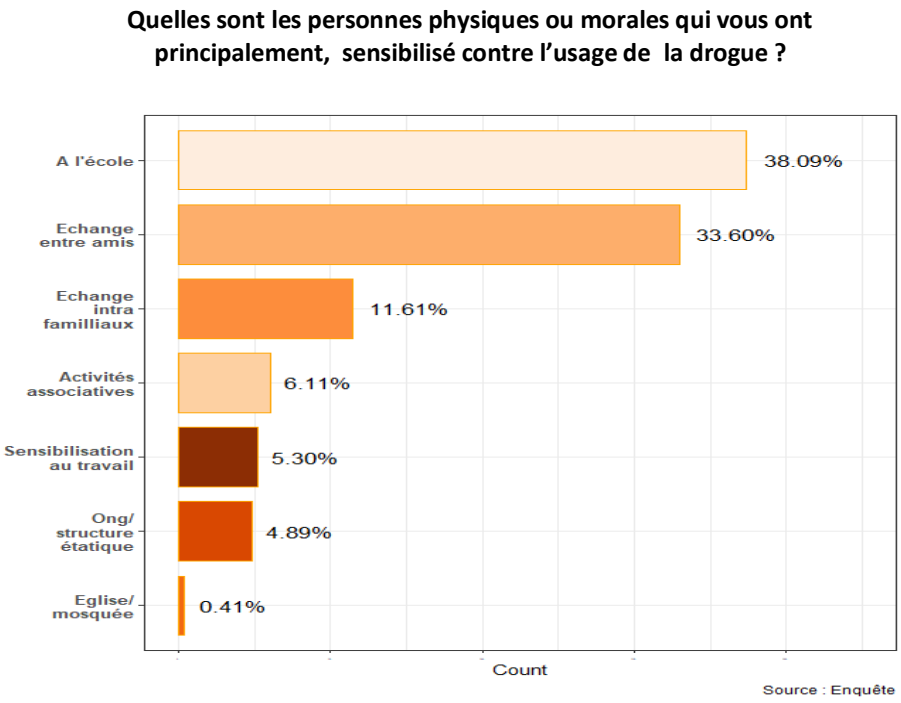


Fig. 3. Les acteurs de la sensibilisation des enquetés non UD contre l'usage de la drogue

Source: resultat d'enquête realisée par ZAH Bi Gohi Ernest, Novembre 2021

il s'avère que les jeunes non UD ont été principalement, exposés aux messages de sensibilisation visant à les prémunir contre l'usage de la drogue dans le cadre scolaire puis, par le biais de leurs pairs jeunes. Quant aux structures privées et publiques auxquelles incombent pourtant, la mission de lutter contre la toxicomanie et aux différentes familles, elles n'ont contribué à la sensibilisation que respectivement de 04,89% et 11,61% des enquêtés non UD.

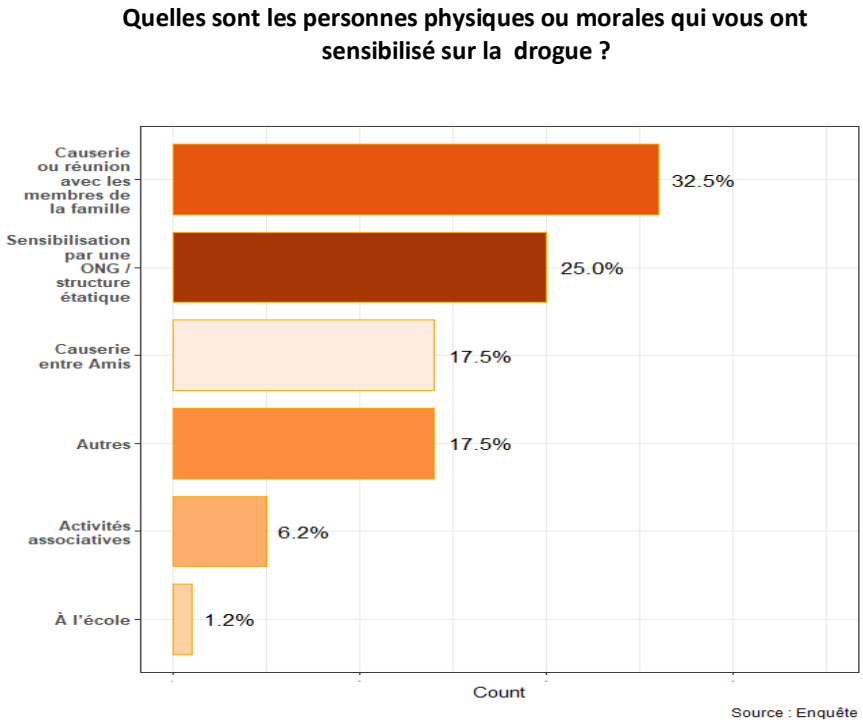


Fig. 4. Les acteurs de la sensibilisation des enquetés UD interrogés dans les fumoirs contre l'usage de la drogue

Source: resultat d'enquête realisée par ZAH Bi Gohi Ernest, Novembre 2021

Les enquêtés UD rencontrés dans les fumoirs sont plus nombreux que les enquêtés non UD à être exposés aux messages de sensibilisation venant des membres de leurs cellules familiales respectives et des structures publiques et privées de lutte contre la drogue. En effet, alors que seulement que 04,89% et 11,61% des enquêtés non UD sont respectivement sensibilisés par les structures de lutte contre la drogue et leurs cellules familiales, les UD présents dans les fumoirs sont 32,5% et 25% à être sensibilisés respectivement par leurs cellules familiales et les structures en charge de la lutte contre la toxicomanie. Même si ces proportions sont plus élevées que celles observées chez les non UD, elle ne concerne cependant, pas la moitié de ces enquêtés, dans les deux cas.

4.3.2 L'INFLUENCE DES DIFFÉRENTS ACTEURS SOCIAUX SUR LES ATTITUDES ET LES COMPORTEMENTS DES JEUNES CITADINS

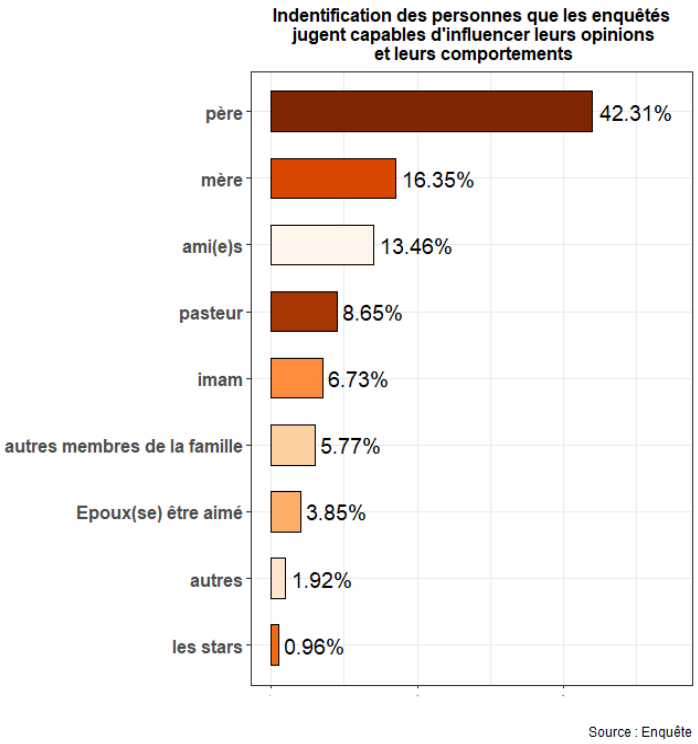


Fig. 5. Les acteurs sociaux susceptibles d'influencer l'attitude et le comportement chez les enquetés non UD

Source: resultat d'enquête realisée par ZAH Bi Gohi Ernest, Novembre 2021

Les pères apparaissent comme étant les premières personnes susceptibles d'influencer l'attitude et le comportement du plus grand nombre de jeunes citadins non UD. En effet, pour 42,31% de ces jeunes, seuls leurs pères respectifs sont capables d'influencer leurs opinions et leurs pratiques. Aussi, si l'on associe les mères et les pères, ces deux parents biologiques représentent pour 55,66% des enquêtés non UD, les personnes capables d'avoir de l'influence sur leurs attitudes et leurs comportements. En plus, de ces deux parents biologiques, 5, 77% de ces enquêtés pensent que d'autres membres de leurs familles respectives font parties des personnes susceptibles d'influencer leurs attitudes et leurs comportements. En clair, pour 61, 43% des enquêtés non UD, les membres de leurs familles respectives constituent les premières personnes susceptibles d'influencer leurs opinions et leurs comportements.

L'ATTITUDE DES ENQUÊTÉS NON UD SELON LES INDIVIDUS À TRAVERS LESQUELS, ILS ONT ÉTÉ SENSIBILISÉS

Dans la logique des résultats précédents, les jeunes citadins non UD qui ont été sensibilisés contre l'usage de la drogue essentiellement à travers, des interactions communicationnelles intrafamiliales sont les plus nombreux, à exprimer leur refus d'utiliser la drogue. A contrario, ceux des enquêtés non UD qui ont été sensibilisés à travers, les activités menées par les structures privées et publiques spécialisées dans le domaine de la lutte contre la drogue sont les moins nombreux à affirmer leur volonté de ne jamais utiliser la drogue. Ils sont aussi les plus nombreux à être tentés d'expérimenter la drogue soit à hauteur de 14, 29% de leur effectif.

L'INFLUENCE DES DIFFÉRENTS ACTEURS SOCIAUX SUR LES ATTITUDES ET LES COMPORTEMENTS DES JEUNES CITADINS UD PRÉSENTS DANS LES *FUMOIRS*

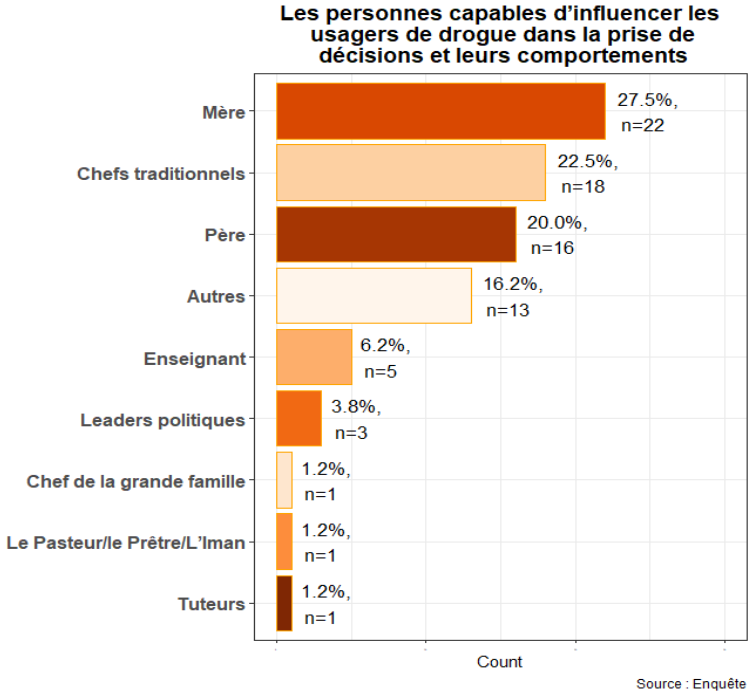


Fig. 6. Les acteurs sociaux susceptibles d'influencer l'attitude et le comportement chez les enquetés UD interrogés dans les fumoirs

Source: resultat d'enquête realisée par ZAH Bi Gohi Ernest, Novembre 2021

Au niveau des enquêtés UD présents dans les fumoirs aussi, les parents biologiques (pères et mères) apparaissent comme étant les premières personnes capables d'avoir de l'influence sur les attitudes et les comportements du plus grand nombre soit 47,5%. Ils sont suivis en cela par les chefs traditionnels qui sont désignés par 22,5% des UD présents dans les fumoirs comme étant les premières personnes capables d'avoir de l'influence sur leurs opinions et leurs pratiques.

LA VOLONTÉ DE SEVRAGE CHEZ LES ENQUÊTÉS UD SANS TRAITEMENT SELON LES INDIVIDUS À TRAVERS LESQUELS, ILS ONT ÉTÉ SENSIBILISÉS.

Ces UD dont la sensibilisation contre l'usage de la drogue s'est faite principalement, à travers, des échanges avec leurs amis, des membres de leur cellule familiale et d'autres acteurs non spécifiés dans le questionnaire sont les plus nombreux à exprimer leur volonté de sevrage et ce, comparativement à ceux sensibilisés par les ONG et autres structures de la lutte contre l'usage illicite de la drogue. cette faible influence des messages de sensibilisation contre l'usage de la drogue émanant des acteurs des ONG et autres structures de la lutte contre l'usage illicite de la drogue pourrait trouver son explication dans les comportements de certains acteurs en charge de la lutte contre la drogue, une fois dans les fumoirs comme ressortis des propos d'un enquêté.

Mon chao laisse ça, il y a des blancs, d'autres gars des ONG et les pairs éducateurs, tous ceux-là, quand ils viennent ici, eux-mêmes là, on les voit en train de prendre leur dose. Donc on peut nous dire de faire attention à cause du SIDA ou de la toux, mais on ne peut pas nous dire d'arrêter de se mettre bien si blanc même prend sa dose devant nous (ZAH BI Gohi Ernest, extrait entretien avec un UD âgé 33 ans, entretien réalisé sur le site d'utilisation de drogue appelé *le Mali* situé à Abobo au quartier COCO service, entretien réalisé le 19 février 2022).

5 DISCUSSION

5.1 LES INTERVENTIONS INFO-COMMUNICATIONNELLES DÉVELOPPÉES PAR LES STRUCTURES DE LUTTE CONTRE L'ADDICTION À LA DROGUE IGNORENT LES PRINCIPAUX CANAUX ET SUPPORTS D'INFORMATION ET DE COMMUNICATION UTILISES PAR LES JEUNES CITADINS

Selon les résultats de l'étude, le taux de pénétration du téléphone portable chez les jeunes citadins non usagers de drogues est de 96,99 %.Outre, le téléphone portable, les autres canaux et supports d'information et de communication, les plus pratiqués par ces jeunes

sont principalement, ceux issus des technologies de l'information et de la communication (TIC).En effet, ces jeunes non UD sont 84,80 % à designer l'internet comme faisant partie de leurs principaux outils d'information et de communication et 81,34%, à en faire autant pour les réseaux sociaux numériques.Au niveau spécifique, des réseaux sociaux numériques, les applications Facebook et whatsapp sont les plus utilisées par ces jeunes. Ainsi, ils 61,82% à citer Facebook, parmi leurs plateformes sociales numériques préférées, 59,42% pour whatsapp et 34,08% pour YouTube. Au niveau des medias de classiques que sont la télévision, la radio et les journaux papier, il ressort de l'étude que la télévision est le seul canal de communication que ces jeunes utilisent plus couramment.

Cependant, malgré le fait que les nouveaux medias (le téléphone, les réseaux sociaux numériques et l'internet) et la télévision soient les canaux et supports d'information et de communication, les plus utilisés par les jeunes citadins non UD, l'on observe que les structures de lutte contre la toxicomanie en Côte d'Ivoire mènent prioritairement, leurs activités de prévention universelle à travers, la pose des affiches, l'organisation des caravanes, des évènementiels, des conférences publiques, des sessions de formation (ateliers et séminaires) dans les établissements de formation, les communautés et des actions de plaidoyer à l'endroit des autorités. En outre, il leur arrive de participer quelques fois, aux émissions à la radio et à la télévision dans le but d'informer et de sensibiliser les populations sur les problématiques liées à la drogue. Aussi, lorsque certaines de ces structures intègrent les nouveaux medias dans leurs stratégies d'information et de communication, cela se résument généralement, en l'utilisation des plateformes wathsapp et Facebook ou des adresses électroniques dans une dynamique de communication interne ou de visibilité de leurs activités.

Au niveau des usagers de drogue présents dans les *fumoirs,* l'étude révèle que le taux de pénétration du téléphone portable en leur sein est seulement de 26, 25 % contre 96,99% chez les jeunes non UD. Aussi, la télévision et dans une certaine mesure l'internet apparaissent comme étant leurs principaux canaux d'information et de communication. Par ailleurs, ces jeunes UD présents dans les *fumoirs,* sont moins nombreux que les jeunes non UD à utiliser les réseaux sociaux numériques et de l'internet. Cependant, lorsque, l'on prend spécifiquement en compte leur utilisation des réseaux sociaux numériques, le réseau social Facebook apparait de loin comme celui qu'ils utilisent le plus couramment

Aussi malgré, le fait que la télévision et l'internet soient les médias, les plus utilisés par ces jeunes UD évoluant encore dans les *fumoirs,* les interventions info-communicationnelles en matière de prévention qui les ciblent n'intègrent pas ces moyens d'information et de communication. En effet, les activités info-communicationnelles menées par les différentes structures (l'ARSIP et le CONADCI) auprès des UD fréquentant les *fumoirs,* sont majoritairement, axées sur la distribution des prospectus, l'organisation des groupes de discussion, des entretiens individuels, des séances de counseling et des réunions publiques selon les résultats de cette étude.

Au regard de ce qui précède, il convient d'affirmer que, les canaux et supports d'information et de communication utilisés par les structures en charge de la prévention de l'usage de la drogue sont généralement, en inadéquation avec ceux utilisés par la majorité des jeunes non UD et UD présents dans les *fumoirs* en milieu urbain.

5.2 Les Interventions Info-Communicationnelles Développées Par Les Structures En Charge De La Prévention De L'usage De La Drogue Intègrent De Façon Inappropriée, Les Membres Des Réseaux De Sociabilité Des Jeunes Vivant En Milieu Urbain

Selon les résultats de la présente étude, un peu plus de deux tiers des jeunes citadins non usagers de drogue soit 69, 49% pensent que leurs opinions et leurs comportements sont susceptibles d'être d'influencés par d'autres personnes. De l'avis de ces enquêtés dont les attitudes et les comportements sont susceptibles d'être influencés par autrui, les pères et les mères principalement, et subsidiairement, les leaders religieux et les amis constituent les quatre premiers groupes sociaux à même d'exercer sur eux cette influence.De façon spécifique, les parents biologiques (père et mère) se positionnent comme les principaux individus susceptibles d'influencer les opinions et les comportement du plus grand nombre des jeunes non UD.

En ce qui concerne, les jeunes UD rencontrés dans les différents lieux de consommation de la drogue, ils estiment à l'unanimité que leurs opinions et leurs comportements sont susceptibles d'être influencés par le biais d'autres individus. De façon spécifique, les seuls individus capables d'exercer sur eux cette influence sont respectivement, leurs mères (27,50%) suivies des chefs traditionnels et de communauté (22, 50%) et leurs pères (20%). Au regard de ces données, les deux parents biologiques (la mère (27,5%) et le père (20%) représentent pour 47,5% de ces usagers de drogue, les seules personnes capables de favoriser chez eux un changement d'opinion et de comportement.

En somme, que ce soit au niveau des jeunes citadins non UD que des jeunes UD évoluant encore sur les sites de consommation de la drogue, leurs groupes primaires d'appartenance à travers, les parents biologiques, constituent les première entités sociales à même d'influencer positivement leurs opinions et leurs comportements.

Cependant, en dépit cette influence que pourraient avoir les parents biologiques et dans une certaine mesure, les dignitaires communautaires, les religieux et les amis des jeunes citadins sur leur processus d'éducation, le niveau d' intégration de ces acteurs sociaux dans les activités de sensibilisation et d'éducation développées par les structures en charge de la lutte contre la drogue en Côte

d'Ivoire demeure faible. En effet, il n'y a que le CILAD, la Croix Bleue et l'ARSIP qui ont associé, et de façon occasionnelle (pendant la célébration de la journée internationale de lutte contre la drogue), l'ensemble des populations, les leaders religieux et les chefs de communauté à leurs activités de prévention. En plus, de ces activités ponctuelles, la Croix Bleue organise quelques fois des conférences publiques, des séminaires sur la thématique de la drogue à l'endroit de différentes couches socio-professionnelles issues des villages, des quartiers et des villes d'une part, et d'autre part, à l'endroit des acteurs du secteur éducatif qui le désirent.

Comme, l'on le constate, ces activités ne visent pas spécifiquement les chefs de familles mais toutes les personnes qui désirent y participer. Par ailleurs, l'implication de ces acteurs sociaux aux processus visant à sensibiliser les populations contre la drogue se limite à les inviter à assister aux activités d'information, de sensibilisation et de formation. Il n'existe donc aucun mécanisme formel et structuré comme les groupes d'aide, au sein duquel ou à travers lequel, les cellules familiales de façon spécifique, sont outillées et associés de façon régulière, à la sensibilisation de leurs progénitures sur la thématique de la drogue.

5.3 L'inadéquation Entre Les Canaux Et Supports D'information Utilisés Majoritairement, Par Les Enquêtés Et Ceux Utilisés Par Les Structures En Charge De La Prévention De L'usage De La Drogue Limite L'exposition De Ces Enquêtés Aux Informations Véhiculées Par Ces Structures

En dépit du fait que, leurs canaux et supports d'information et de communication prioritaires ne soient généralement pas, intégrés aux interventions info-communicationnelles développées par les structures en charge de la prévention de la toxicomanie, les jeunes citadins non UD ou UD rencontrés sur les sites de consommation de la drogue affirment très majoritairement, avoir été exposés à diverses informations préventives sur la drogue. En effet, 93,1%des jeunes non UD et 97,5% des jeunes UD fréquentant les *fumoirs* ont été au moins une fois, exposés aux messages de prévention contre l'usage de la drogue. Cependant, les informations préventives auxquelles, ces jeunes disent avoir été exposés, émanent moins des structures de lutte contre la drogue que de sources non homologuées hormis l'école. En effet, l'école qui se distingue comme la principale institution au sein de laquelle, ces jeunes non UD sont les plus nombreux à avoir été exposés aux messages sensibilisateurs contre l'usage de la drogue soit 38,09% de leur échantillon. Cependant, ces jeunes non UD ne sont que 04,89% à affirmer avoir été au moins une fois, exposés aux messages de sensibilisation sur la drogue diffusés par les ONG et autres structures officiellement en charge de la lutte contre la toxicomanie en Côte d'Ivoire.

En ce qui concerne, les jeunes UD encore présents dans les différents lieux d'utilisation de la drogue, ils sont 25% à avoir été au moins une fois, exposés aux messages de sensibilisation diffusées par les structures publiques et privées de lutte contre la drogue en Côte d'Ivoire.

Aussi, ce pourcentage très faible des jeunes citadins non UD (04,89%) et relativement faible des jeunes UD sans traitement soit 25% qui ont accès aux informations diffusées par les ONG et autres structures publiques ou privées de prévention de la toxicomanie traduit une insuffisance d'exposition des jeunes citadins aux messages de prévention contre l'usage de la drogue émanant de ces structures.

Ainsi, à travers, une analyse fondée sur la théorie du traitement de l'information, l'on observe que les jeunes citadins non UD principalement et dans une certaine mesure,les jeunes UD fréquentant les f*umoirs* éprouvent des difficultés pour franchir la première étape du processus de traitement des informations émanant des structures en charge de la lutte contre la drogue en Côte d'Ivoire. Une première étape qui consiste à être exposés à ces informations.

5.4 La Non-Participation Des Membres Des Différentes Cellules Familiales Des Jeunes Citadins Aux Processus De Prévention De L'usage De La Drogue Les Ciblant, Contribue À L'échec Desdits Processus

Les jeunes non UD et les jeunes UD sans traitement désignent majoritairement, leurs parents biologiques comme étant les premières personnes capables d'influencer positivement leurs opinions et leurs comportements. Les jeunes UD sans traitement intègrent au nombre de ces individus, les chefs traditionnels. Ainsi, 94% des jeunes non UD dont la sensibilisation contre l'usage de la drogue a principalement été faite dans le cadre familial, affirment ne pas envisager user de la drogue. Ils sont de ce fait, les plus nombreux à avoir cette position, par rapport aux jeunes dont, la sensibilisation a été faite par d'autres acteurs.

En ce qui concerne les jeunes U D fréquentant *les fumoirs,* l'étude révèle que ceux parmi eux, qui ont été sensibilisés dans le cadre familial sont aussi, les plus nombreux à vouloir mettre fin à leur usage de la drogue comparativement à ceux qui ont été sensibilisés par d'autres acteurs. En effet, 100% des 26 enquêtés UD se trouvant sur les différents sites de consommation de drogue qui ont bénéficié avant ou après leur entrée dans les *fumoirs,* des séances de sensibilisation de la part des membres de leurs cellules familiales respectives, affirment vouloir mettre un terme à leur usage de la drogue.

En somme, les jeunes citadins non UD et UD dont la sensibilisation contre l'usage de la drogue n' a pas bénéficié de l'apport de la cellule familiale sont moins nombreux, à refuser d'user de la drogue ou à vouloir mettre un terme à cet usage comparativement, à ceux d'entre eux qui ont bénéficié ou bénéficient de l'accompagnement des membres de leurs cellules familiales respectives principalement, de leurs parents biologiques.

Aussi, à travers une analyse basée sur le modèle socio écologique, l'on observe que la non-participation des parents biologiques des jeunes citadins aux interventions info-communication visant à les prémunir contre la drogue, comme c'est cela se fait généralement, par les différentes structures en charge de la prévention de l'usage de la drogue en Côte d'Ivoire, contribue à rendre ces interventions moins efficaces.

6 CONCLUSION

En dépit, des initiatives prises par les acteurs de la lutte contre la drogue en Côte d'Ivoire, l'usage de cette substance tend à se répandre au niveau des jeunes citadins. Aussi, la présente étude menée à travers, la méthode mixte alliant les approches qualitatives et quantitatives et basée sur la théorie du traitement de l'information et l'approche socio-écologique a permis de déterminer quelques facteurs explicatifs de l'inefficacité des initiatives info-communicationnelles prises par les acteurs en charge de la prévention de l'usage de la drogue surtout au niveau des jeunes citadins.

Aussi, note-t-on que, les structures en charge de la prévention de l'usage de la drogue en Côte d'Ivoire à travers, leurs interventions info-communicationnelles ignorent généralement, les supports et canaux de d'information et de communication les plus utilisés par les jeunes citadins. En outre, les parents biologiques de ces jeunes qui se distinguent comme étant, les principaux acteurs sociaux à même d'avoir de l'influence positive sur leurs opinons et leurs comportements sont généralement écartés des actions de prévention. Au mieux, leurs participations à ces interventions se limitent à assister à diverses conférences publiques ou autres manifestations organisées sur la thématique de la lutte contre la drogue. Ces deux approches contribuent à l'inefficacité des actions de prévention menées par ces structures. Aussi formulons-nous quelques recommandations:

Aussi, afin d'atteindre un plus grand nombre des jeunes citadins non usagers de drogue de façon régulière, la présente étude propose que, les interventions info-communicationnelles menées dans le cadre de la prévention primaire en milieu urbain privilégient les TIC dont spécifiquement les applications SMS et appels de la téléphonie mobile, les réseaux sociaux numériques (Facebook et whatsapp) et les applications internet comme youtube.

-Au niveau des jeunes UD présents dans les *fumoirs,* le taux de pénétration du téléphone portable étant très faible soit seulement 26, 25 % contre 96,99% chez les jeunes non UD. Ces jeunes UD s'informent prioritairement, par le biais de la télévision soit pour 77,5% d'entre eux et 52,5% à travers, l'internet dans les cybercafés. Au regard de la faible utilisation du téléphone portable et des réseaux sociaux numériques par les jeunes UD présents dans les *fumoirs,* il serait opportun de privilégier à leur niveau, une approche de prévention basée sur la communication hors medias et la communication interpersonnelle. il s'agit donc, de procéder par, les entretiens individuels, les causeries éducatives, le counseling, les activités sportives voire culturelles à but éducatif au détriment, des applications de la téléphonie mobile ou d'autres outils médiatiques. Cependant, si les acteurs de la lutte contre la drogue jugent nécessaire d'intégrer les medias dans leurs stratégies, ils devront prioriser les différentes chaînes de télévision et les différentes plateformes internet au détriment de la radio, de la presse écrite, des affiches et des réseaux sociaux numériques.

L'étude préconise en plus de l'utilisation des approches info-communicationnelles, que les familles des jeunes citadins non UD et des jeunes UD (principalement leurs géniteurs) soient beaucoup plus considérés comme des acteurs de leur sensibilisation sur les thématiques liées à la drogue, et ce à travers, des mécanismes structurées. Pour ce faire, il appartient aux différentes structures, de renforcer leurs compétences techniques sur les thématiques liées à la drogue et à la relation d'aide. Par la suite, mettre en place des mécanismes à même de structurer leurs contributions aux processus visant à sensibiliser leurs progénitures contre l'usage de la drogue.

En terme de perspective de recherche, importe que des réflexions soient menées sur les approches en matière d'information et de communication à privilégier afin d'atténuer la discrimination dont sont victimes des UD de la part des populations. Et ce, d'autant plus que la loi numéro 2022-407 du 13 juin 2022 régissant la lutte contre la drogue en Côte d'Ivoire, recommande que l'usager de drogue ne soit plus considéré par les populations comme un délinquant, mais comme un malade qui a besoin de soins et d'un accompagnement psychologique et social.

REFERENCES

[1] ADOM Kacou Léon (le 19 décembre 2018) « trafic de drogues en Afrique de l'ouest, menace à la stabilité » séance d'information du conseil de sécurité sur la paix et sécurité en Afrique, ONU, New-York
disponible sur http://www.onu.diplomatie.gouv.ci/fichiers/1545448932Discours-valide-Drug-trafficking-Debate-VF-19.12.2018.pdf consulté le 06 /12/2019.

[2] AIP (24 Aout 2018) « Côte d'Ivoire: 12% de la population dont l'âge varie de 15 à 64 ans consomment des drogues «Etude»» *Abidjan.net,* (le 24/08/2021).disponible sur https://news.abidjan.net/articles/643337/cote-divoire-12-de-la-population-dont-lage-varie-de-15-a-64-ans-consomment-des-drogues-etude.

[3] ANONYME (le 28 décembre 2021). « Théorie du traitement de l'information: Définition et exemples«, *greelane.com,* 21 mars 2020, Disponible sur https://www.greelane.com/fr/science-technologie-math%c3%a9matiques/sciences-sociales/information-processing-theory-definition-and-examples-4797966/.

[4] BOUSCAILLOU Julie et al. (Octobre 2014) « La santé des personnes usagères de drogue à Abidjan Côte d'Ivoire, prévalence et pratiques à risque d'infection au VIH, à l'Hépatite virales et autres infections » Abidjan, Médecins du Monde et le Fonds Mondial - Alliance Côte d'Ivoire, 84p.

[5] Carnets2psycho, « La théorie du traitement de l'information »*CZP, carnets2psycho,* (s, d) (samedi 02 octobre 2021), Disponible sur https://carnets2psycho.net/dico/sens-de-toxitude.html.

[6] HALAWANY-DARSON Rafia, (le 07 juillet 2010) Le Traitement de l'information dans le processus de prise de décision du consommateur: le cas de la traçabilité des produits alimentaires, Thèse de Doctorat, Sciences de Gestion, Université d'Auvergne - Clermont-Ferrand I, Clermont-Ferrand.

[7] Loi numéro 2022-407 du 13 juin 2022 portant lutte contre le trafic et l'usage illicites des stupéfiants, des substances psychotropes et leurs précurseurs en Côte d'Ivoire, *Journal officiel de la République de Côte d'Ivoire, soixante (*quatrième année, No 53, Lundi 04 juillet 2022).

[8] GBANTA Akré Laurent, DJE Bi Samedi et TUO Daniel (Avril 2014), « Analyse situationnelle des interventions de lutte contre le VIH /sida en direction des usagers de drogues dans le district d'Abidjan«, Rapport d'étude, Abidjan, 135p.

[9] OUATTARA, Moussa (22 Juillet 2012) « Abidjan: Lycées et collèges /Qui livre la drogue aux élèves? » *NORD SUD QUOTIDIEN,* samedi 21, Disponible sur https://www.ladepechedabidjan.info/Abidjan-Lycees-et-colleges-Qui-livre-la-drogue-aux-eleves_a8764.html, consulté le 08decembre 2020.

[10] PNLTA, (2018) Rapport préliminaire d'enquête sur l'usage de la drogue chez les élèves de Côte d'Ivoire, 78p.

[11] Présentation du logiciel R, Disponible surhttp://www.biostatisticien.eu/springeR/livreR_presentation.pdf, consulté le jeudi 10 mars 2022.

[12] TRAORE Didiata, (janvier 2018) « Vécu carcéral des détenus usagers de drogues de la MACA«, réalisée du 20 mars au 30 septembre 2017, à la Maison d'arrêt et de correction d'Abidjan (MACA), par approche psychosociale auprès du personnel administratif et de 44 usagers de drogues incarcérés in *Bulletin d'Information du projet ONUDC/CEDEAO sur le trafic de drogues,* no 03, Janvier 2018, Disponible www.unodc.org/documents/westandcentralafrica//ecowasgrants/bulletin-ONUDC-CEDEAO-numero4-dec18.pdf consulté le 18 /10/2022.

[13] VAN HOYE Aurélie, (2020), Approche socio-écologique de la santé: applications dans le champ de l'activité physique. Santé publique et épidémiologie.65p, Disponible sur https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-02979154/document, consulté 19 /10/2022.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1244-1247
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Analyse des fractions C3-C4 du complément: Corrélation entre la méthode électrophorétique et le dosage turbidimétrique

[Analysis of complement C3-C4 fractions: Correlation between the electrophoretic method and the turbidimetric assay]

H. Kouame[1-2], A. Drissi Bourhanbour[2-3-4], J. Elbakkouri[2-3-4], A. Morjan[1-2-4], and N. Kamal[1-2-4]

[1]Laboratoire de biochimie, CHU Ibn Rochd de Casablanca, Morocco

[2]Faculté de Médecine et de Pharmacie, Université Hassan II, Casablanca, Morocco

[3]Laboratoire d'Immunologie, Centre Hospitalier Universitaire Ibn Rochd de Casablanca, Morocco

[4]Laboratoire d'Immunologie Clinique et d'Immuno-Allergie (LICIA), Faculté de Médecine et de Pharmacie, Université Hassan II, Casablanca, Morocco

Copyright © 2023 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: Complement is part of the host's natural defense mechanisms against pathogens. Its exploration is based in first intention on a quantitative evaluation of the C3 and C4 fractions by automated and standardized immunoassay techniques. Serum protein electrophoresis (SPEP) separates proteins into 6 fractions. The beta-2 globulin fraction contains complement C3-C4, the amplitude of which allows their quantification. In this context, we carried out a comparative study between the two assay techniques. We included all patients who had simultaneously received a weight determination of the C3 and C4 fractions by turbidimetry on a SPA Plus® automaton and an SPEP on a Capillarys Sebia® automaton over a period of one year. Our study demonstrated a positive correlation between these two methods with Pearson r=0.801, P-value<0.001. Studies have reported that SPEP can be used for the detection of hypocomplementemia by a decrease in the fraction of beta-2 globulins. In capillary electrophoresis (Capillarys Sebia®), beta-2 globulins contain almost exclusively complement. To date, our study is the first to seek the correlation between two electrophoretic and turbidimetric methods for the quantification of complement.

KEYWORDS: Complement system, capillary electrophoresis, turbidimetry.

RESUME: Le complément fait partie des mécanismes naturels de défense de l'hôte contre les agents pathogènes. Son exploration se base en première intention sur une évaluation quantitative des fractions C3 et C4 par des techniques d'immunodosages automatisées et standardisées. L'électrophorèse des protéines sériques (EPS) sépare les protéines en 6 fractions. La fraction beta-2 globulines renferme du complément C3-C4, dont l'amplitude permet leur quantification. Dans ce contexte, nous avons réalisé une étude comparative entre les deux techniques de dosage. Nous avons inclus tous les patients ayant bénéficiés simultanément d'un dosage pondéral des fractions C3 et C4 par turbidimétrie sur automate SPA Plus® et d'une EPS sur automate Capillarys Sebia® sur une durée d'un an. Notre étude a démontré une corrélation positive entre ces deux méthodes avec Pearson r=0,801, P-value<0,001. Des études ont rapporté que l'EPS peut être utilisée pour la détection d'une hypocomplémentémie par une diminution de la fraction de beta-2 globulines. Dans l'électrophorèse capillaire par (Capillarys Sebia®), beta-2 globulines comporte presque exclusivement le complément. A ce jour, notre étude est la première à rechercher la corrélation entre deux méthodes électrophorétique et turbidimétrique pour la quantification du complément.

MOTS-CLEFS: Système complément, électrophorèse capillaire, turbidimétrie.

1 INTRODUCTION

Le système du complément est un ensemble de protéines qui constitue une arme importante du système immunitaire et fait partie des mécanismes naturels de défense de l'hôte contre les agents pathogènes.

Son exploration se base en première intention sur une évaluation quantitative des fractions C3 et C4 par des techniques d'immunodosages automatisées et standardisées.

L'électrophorèse des protéines sériques (EPS) est un test largement accessible, peu coûteux et facile à réaliser, il permet de séparer les protéines sériques en 6 fractions sous forme de tracé dont l'analyse permet la détection de pathologies diverses.

La fraction beta-2 globulines renferme du complément C3 et C4, dont l'amplitude permet leur quantification.

Dans ce contexte, nous avons réalisé une étude comparative entre le dosage des fractions C3-C4 du complément par technique turbidimétrie VERSUS électrophorétique par quantification manuelle de la zone béta-2 globulines.

2 MATERIEL ET METHODES

Il s'agit d'une étude rétrospective réalisée au laboratoire de biochimie en collaboration avec le laboratoire d'immunologie du CHU Ibn Rochd de Casablanca étalée sur une période d'un an allant de Juin 2021 au Juin 2022, incluant tous les patients ayant bénéficiés simultanément d'un dosage pondéral des fractions C3 et C4 du complément par turbidimétrie sur automate SPA Plus® et d'une électrophorèse des protéines sériques par l'analyseur Capillarys Sebia®.

Puis une comparaison entre les deux techniques a été faite par une recherche de corrélation entre la somme des fractions C3 et C4 et la quantification de la zone des Beta2-globulines.

L'exploitation des données a été réalisée par le logiciel Excel version 2016 et l'étude statistique de corrélation par le logiciel SPSS avec calcule de la p-value et du coefficient de corrélation de Pearson (r).

3 RESULTATS

Durant la période d'étude **227** patient ont été colligés, 64% étaient des femmes, et 36% des hommes avec un sex-ratio de 0,56 **(Figure 1).**

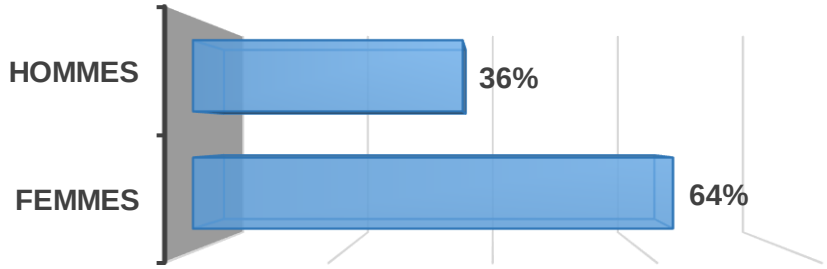


Fig. 1. Répartition des demandes par sexe

Les prescriptions provenaient du service de Néphrologie avec 41%, suivi de la Médecine Interne avec 15,41%, la Rhumatologie avec 11,45% et la dermatologie avec 7% **(Figure 2).**

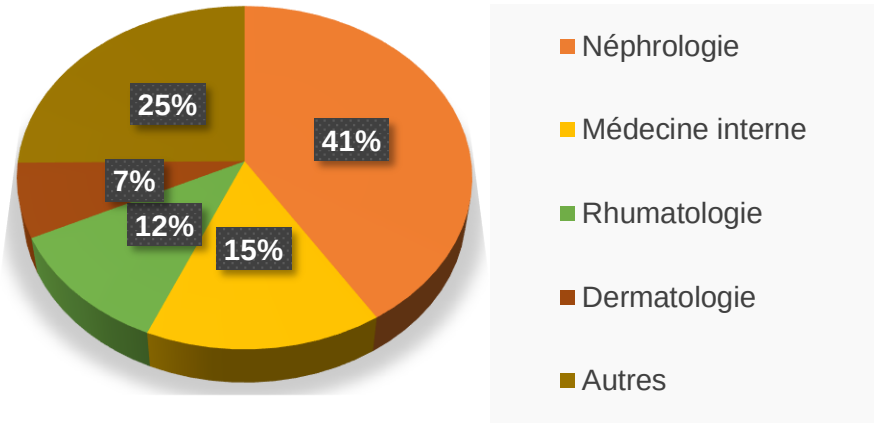


Fig. 2. Répartition des demandes par service

La valeur moyenne du complément par turbidimétrie était de 1,53±0,50 g/l, et par quantification électrophorétique de 1,6 ± 0,49 g/l.

La **corrélation** entre le dosage des fraction C3-C4 du complément par technique turbidimétrique VERSUS électrophorétique par quantification manuelle de la zone béta-2 globulines est **positive** avec un coefficient de corrélation de Pearson à **r = 0,801 et une P-value < 0,001** et équation de régression linéaire **(y=1,6x-0,8) (Figure 3).**

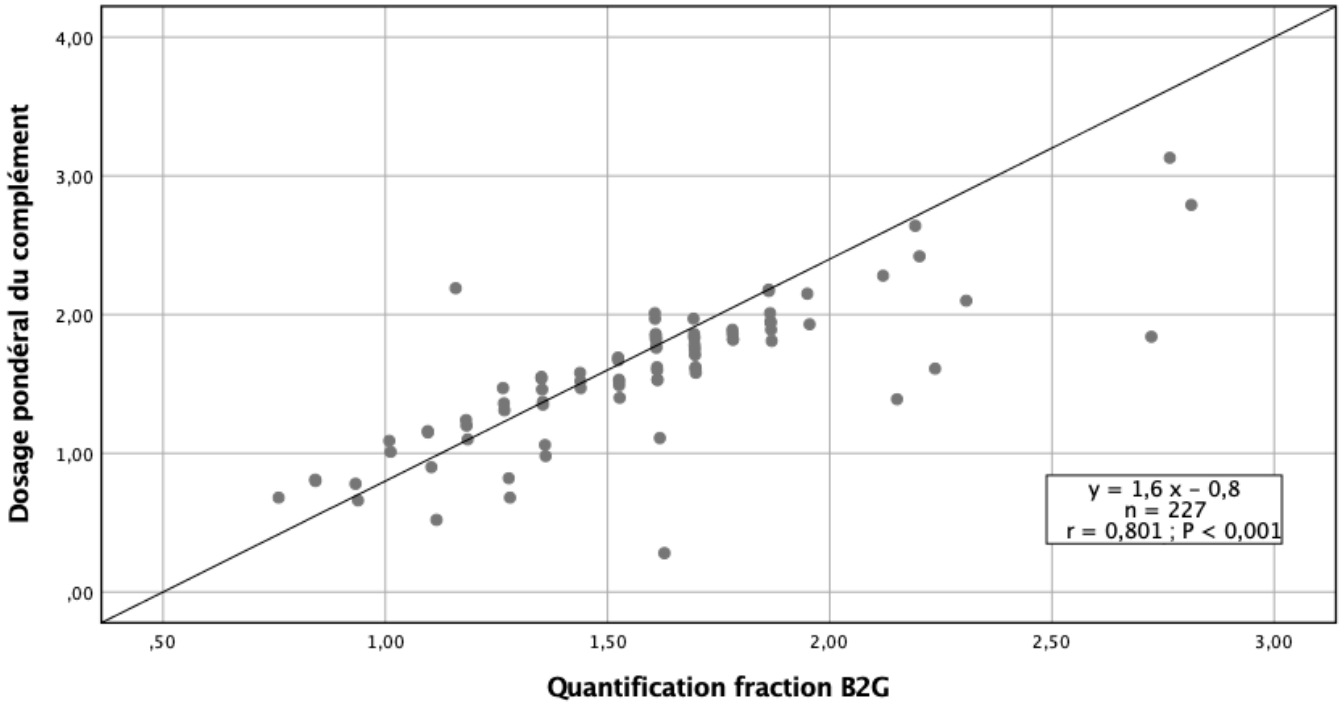


Fig. 3. Courbe de régression linéaire = corrélation entre dosage pondérale du complément et quantification de la fraction Béta-2 Globulines (B2G)

4 DISCUSSION

Le système du complément a été découvert dans les années 1890 comme un système qui « complétait » l'activité des anticorps sériques dans la destruction des bactéries (1). Il est composé de plus d'une trentaine de protéines sériques et membranaires, interagissant entre elles de façon régulée. Il existe 3 voies d'activation du complément: Voie classique, alterne et la voie des MBL et qui ont une voie effectrice terminale commune (MAC). Son activation conduit à une cascade de réactions enzymatiques à l'origine de nombreuses et importantes conséquences biologiques (2,3). Il représente le mécanisme de défense naturelle contre les infections, et constitue un élément majeur de l'immunité innée. Il intervient également dans la réponse inflammatoire, dans la clairance des complexes immuns et dans le contrôle de la réponse immune spécifique (2,4).

Son exploration initiale comporte généralement la quantification immunochimique (turbidimétrie, néphélémétrie) de ses différents composants, le plus souvent des fractions C3 et C4, suivie des autres composants selon le contexte clinique et les résultats du bilan initial (2,4,5). Ces techniques de dosage son particulièrement couteuses et ne sont pas largement disponibles dans la majorité des laboratoires de ville.

L'EPS est un examen spécialisé de biochimie, facile à réaliser, peu couteux et accessible à tout laboratoire, dont l'apport ultime en pratique clinique est l'identification et la surveillance des gammapathies monoclonales principalement le myélome multiple (6,7).Il s'agit d'une technique quantitative et qualitative réalisée sous l'action d'un champ électrique permettant la séparation des protéines sériques, selon leur poids et leur charge électrique en 6 fractions: fraction albumine, puis les fractions des globulines α1, α 2, β 1 et β2 et enfin γ (7).

Actuellement ses performances techniques ont été améliorées et perfectionnées, avec l'avènement de systèmes automatisés « électrophorèse capillaire ». Cette technique ayant une excellente résolution elle permet le diagnostic et la surveillance de plusieurs pathologies, notamment: hépatique et rénale, maladies auto-immunes, l'inflammation aiguë et chronique, diverses tumeurs malignes et des maladies héréditaires (6).

Selon la littérature, dans l'électrophorèse capillaire; la composante des bêta-lipoprotéines, a été délocalisée de la zone beta-2 globuline vers la zone de l'albumine pour la technique Capillarys Sebia® (8). Ceci implique que la zone beta-2 globuline comporte presque exclusivement le complément.

Des études ont rapporté que l'EPS peut être utilisée pour la détection d'une hypocomplémentémie par une diminution de la fraction de beta-2 globulines, qui sont ensuite confirmés par des tests spécifiques. (8–10)

Il est important de souligner l'impact de la période préanalytique qu'il faut contrôler, car un dosage retardé > 8h peut faussement réduire le taux du complément par vieillissement du sérum. (8,9)

A ce jour, notre étude est la première à chercher la corrélation entre deux méthodes électrophorétique et turbidimétrique pour la quantification du complément. Nous avons retrouvé une forte corrélation entre les deux méthodes.

5 CONCLUSION

A partir de cette étude nous souhaitons attirer l'attention sur la valeur ajoutée potentielle de l'EPS pour l'évaluation de la fraction β2.

Ainsi pour les laboratoires ne disposant que de l'EPS, cette dernière sera particulièrement utile pour l'estimation de la quantification du complément, ajustée selon notre population; à travers l'équation: « Dosage pondéral = Quantification de la fraction B2G x 1,6 - 0,8 ».

REFERENCES

[1] Walport MJ. Complement. First of two parts. N Engl J Med. 5 avr 2001; 344 (14): 1058-66.
[2] Rosain J, Ngo S, Bordereau P, Poulain N, Roncelin S, Martins PV, et al. Déficits en protéines du complément et pathologies humaines. Annales de Biologie Clinique. 1 mai 2014; 72 (3): 271-80.
[3] Dragon-Durey MA, Fremeaux-Bacchi V. Déficits en protéines du complément en pathologie humaine. La Presse Médicale. 1 mai 2006; 35 (5, Part 2): 861-70.
[4] Sarma JV, Ward PA. The complement system. Cell Tissue Res. 1 janv 2011; 343 (1): 227-35.
[5] Harboe M, Thorgersen EB, Mollnes TE. Advances in assay of complementfunction and activation. Advanced Drug Delivery Reviews. 16 sept 2011; 63 (12): 976-87.
[6] Vavricka SR, Burri E, Beglinger C, Degen L, Manz M. Serumproteinelectrophoresis: an underused but veryuseful test. Digestion. 2009; 79 (4): 203-10.
[7] Cellier CC, Lombard C, Dimet I, KoloppSarda MN. L'électrophorèse des protéines sériques en biologie médicale : interférences et facteurs confondants. Revue Francophone des Laboratoires. 1 févr 2018; 2018 (499): 47-58.
[8] Dejoie T, Audrain M, Bach-Ngohou K, Denis M, Legoue-Morillon S, Thomas C, et al. Un exceptionnel déficit héréditaire en fraction C3 du complément dépisté par électrophorèse des protéines sériques. Annales de Biologie Clinique. 1 nov 2009; 67 (6): 715-9.
[9] Franco-Jarava C, Colobran R, Mestre-Torres J, Vargas V, Pujol-Borrell R, Hernández-González M. Clinicallaboratory standard capillaryproteinelectrophoresisalerted of a low C3 state and lead to the identification of a Factor I deficiency due to a novelhomozygous mutation. ImmunolLett. juin 2016; 174: 19-22.
[10] Franco-Jarava C, Dieli-Crimi R, Vila-Pijoan G, Colobran R, Pujol-Borrell R, Hernández-González M. Serumproteinelectrophoresis and complementdeficiencies: aveteran but very versatile test in clinicallaboratories. ClinicalChemistry and LaboratoryMedicine (CCLM). 1 août 2019; 57 (8): e179-82.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1248-1252
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Capturing the intangible in cross cultural learning: Retracting Intercultural Adult Education in Sub-Saharan Africa

Tangyie Evani[1], Fokwa Ruth[2], Teufack Carelle[2], and Ngala Nadege[2]

[1]Department of General Studies, Institute of Technology, Bandjoun, University of Dschang, Cameroon

[2]Department of African studies and Globalization, University of Dschang, Cameroon

Copyright © 2023 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: Approaches in achieving and implementing a shared vision for adult education concepts applicable to Sub Saharan African contexts are almost nonexistent when it concerns strategies conceived within the global context. This situation has limited the understanding of complex efforts on building sustainable development oriented educational mechanisms that lead to more effective and adequate context-based results in African states south of the Sahara. This study emphasizes on the point that, in an era of increasing globalization, a comprehensive inclusive global economic society would have significant potentials to contribute to achieving universal collective development goals, if inadequacies in developing nations' organizational and technological knowhow are adjusted to create avenues for participating in decision making processes. This will ensure that meaningful and context bound economic values are sustained within the global economy context that integrates cultural diversity in adult education and development strategies. By applying a cross cultural development analysis frame, the paper is contributing to a better understanding of the fundamental changes in the nature and goals of Sub-Saharan transformative learning model which seeks to reduce a dominant conceptual paradigm that annihilates African cultural values and principles as fundamental parameters on which Adult Education and community development principles should be conceived and executed. This study thus explores the sub-Saharan African context of adult education, its basis as an oral community, analyzes paradigms that unravel its sociocultural specificities, and assert the need for an African context oriented adult education scheme that underpins the socio-cultural dimension of transformative learning as basics for an integrated participatory meaningful Adult Education program for African states south of the Sahara.

KEYWORDS: sociocultural, educational mechanism, inadequacies, meaningful, paradigms.

1 INTRODUCTION

While concepts of Adult Education more than ever before are being holographic for human progress at all levels of world economy through the application of cross-cultural development concepts, this is hardly the case with African countries south of the Sahara. Adult education is still being looked upon by countries south of the Sahara as a western concept of life parallel to their everyday experience requiring that local values and concepts must be injected in mainstream adult education as an entry point for community centered alternative path of Adult Education within the globalized setting.

This constitutes an ideological barrier and underscores the pertinence of the social context of adult learning within the sub-Saharan cultural surrounding and the development challenges that must be addressed in the domain of Adult Education.

Building on the works of [1], [2], and others, this article examines, adult education and social development in a global economy, geared towards the consideration of a wide range of economic policies and mechanisms that would lead to more effective and adequate results-oriented objectives for African counties south of the Sahara.

Basing our analyses on the present state of adult education in sub–Saharan Africa, it is worth mentioning that there is no regional policy that clearly articulates a socio-cultural integrated adult education policy. This is a direct interpretation of the

Corresponding Author: Tangyie Evani

social concept that adult education is the affair of the northern nations that hold the solutions to their underdevelopment debacle.

Adult education is usually considered as any form of learning undertaken by, or provided for mature men and women outside the formal schooling system. The main targets are specifically defined as youth (girls and boys over 15 years of age) as well as women and men, generally poor or socially disadvantaged. Although literacy continues to be at its heart, adult education also includes numeracy, problem-solving and life skills, as well as other knowledge. The notion of Adult Education is often used interchangeably with other notions such as literacy, adult basic education, lifelong learning, continuing education, adult non-formal education, etc. For the purpose of this study, adult education is understood as a transmission process of general, technical or vocational knowledge, as well as skills, values and attitudes that take place out of the formal education system with a view to remedying early education inadequacies of mature people, or equipping them with the knowledge and cultural elements required for their self-fulfillment, and active participation in the social, economic, and political life of their societies.

2 ADULT EDUCATION AND THE GLOBAL CONCEPT OF DEVELOPMENT

The concept of development is complex as it has several connotations. However, [3] have identified three main meanings in which development is generally used, namely:

a. as a vision, description, or measure of the state of being of a desirable society;
b. as an historical process of social change in which societies are transformed over long periods;
c. as consisting of deliberate efforts aimed at improvement on the part of various agencies, including governments, all kinds of organizations and social movements.

For the purpose of this study, development will be referred to as a process of economic, social, political, and cultural change engineered in a given society by the efforts of all stakeholders, both interna land external- including the local communities, the Government, the private sector, the civil society organizations, the NGOs and the technical and financial development partners – with a view to improving the conditions of life of the population in a sustainable way. Implicit in this definition is the concern that development requires, inter alia, the formation of human capital and social capital; some of the main factors of production required for a broad-based economic growth that provides the ground for sustainable poverty reduction.

3 COMPOUNDING ISSUES ON PRACTICAL ADULT EDUCATION POLICIES IN SUB-SAHARAN AFRICA

After establishing the positive relationships between Adult Education and development, as shown by various studies, it is important to examine the extent to which this mode of education has actually being solicited to foster social, economic, and political progress in Sub-Saharan African countries. To be more specific, we will attempt an assessment of the contribution of adult education in promoting economic growth, reducing poverty, consolidating democracy, and harnessing the opportunities provided by globalization in Africa, as apparent from national development strategies and development assistance programs of international cooperation agencies. An historical analysis of adult education in Africa countries south of the Sahara in general and Cameroon in particular reveals that this mode of learning has experienced ups and downs in recent years' development policies and strategies. Adult Education was a highly dynamic sub-sector in the post-independence era when it was quasi exclusively reduced to literacy. Governments and aid agencies resorted to this form of education to enhance reading, writing, and numeracy skills among the vast majority of African masses. The momentum was kept until the 1970s when Adult Education became even more popular, being associated with innovativeness, and seen as having a great developmental import. Adult Education enjoyed its **lettre de noblesse** during that period, thanks to the works of Paulo Freire, in Latin America, with his famous book "The Pedagogy of the Oppressed," and other important thinkers and pedagogues in other parts of the world. Promoting essentially consciousness-raising or conscientization, liberation, identity restoration, the voice of the poor, critical thinking, etc.; this "adult basic education", as Torres pointed out "helped spread a number of pedagogical principles still considered valid today, not only for adult basic education but for education as a whole: respect for the learner, dialogue, participatory approaches, active learning, cooperation and solidarity in the teaching-learning relationship." [4]

The popularity of adult education in Africa started eroding in the early 80s, concomitantly with the rise of formal basic education. The education of children, especially the poor ones, was perceived by national governments as more important than the education of their parents. Consequently, a harsh competition, in terms of resources, was engaged between Adult Education and primary education. Torres explains the erosion of the interest in Adult Education by the "overall erosion of the nation/State and of the role of the State/ government, of the development paradigm and, in the education arena, of mass education and public and free schooling" (Idem). The same bias is observed in the recommendations made in the Report of the

Commission for Africa to ensure that educational opportunities are available to all. Indeed, in the five proposals that the Commission made in order to leave no one out, none addresses the concerns of adults. The call of the Commission to the international community to provide an additional $7–8 billion per year in order to achieve education for all in Africa relates exclusively to formal education. The African Union is one of the rare organizations that has proposed a well-balanced comprehensive education strategy which pays proper attention to the issue of Adult Education. The AU's Education Strategic Framework for Deadline 2015 commits the pan-African organization to take the necessary measures for obtaining full commitment by African governments to the execution of internationally agreed education covenants: Education for All, secondary education, technical and vocational education, higher education, and adult and continuing education, the United Nations Literacy Decade, the Decade of Education for Sustainable Development – in the overall context of the United Nations Millennium Development Goals as per the Commission of the African Union-April 2005.

The fact that formal schooling is an unquestionable priority in the education sector does not justify adult education being left out. To make children compete with their parents in the call for a negation of adult education which could be so dangerous, as it may create a break between two entities that are mutually dependent. A child's schooling performance is largely determined by the level of education of his or her parents. Therefore, trying to achieve primary education at the expense of adult education defeats its own purpose. This is the real present debacle with adult education south of the Sahara. Besides, it is contradictory to declare war against poverty, which affects more adults (the population of age 15 and above) than children, and disproportionately to concentrate all efforts on the education of the latter. The education challenge in the impoverished world regions like Sub-Saharan Africa is not to set priority targets between youth and adults, but to reconcile the interests of both categories in an integrated educational process that ensures human development for the attainment of the SDGs and the end of poverty. In the same vein, [5] suggests that "with some planning, villages around the world could be helped to engage in continuing adult education on issues of pressing, life- and-death concern, such as, for example, how AIDS is contracted and spread, how malaria can be controlled, the role of hygiene in food preparation and preservation, the use of fertilizers, and so forth. Such relevant knowledge, if suitably presented, could inform rural societies on a massive scale.

Even if the resurgence of adult education in the developmental programs of African countries for the last 30 years is still weak, the phenomenon cannot be disregarded, as it is supposed to be instrumental in improving the socio-economic and political situation facing the continent. [5] confirms this view when she explains that in the case of developing countries, the scenario for revitalization of adult basic education is the continued expansion – rather than the reduction – of poverty, unemployment, marginalization, delinquency, migration and social despair and social revolt.

Consequently, as long as poverty remains a distinctive feature of Sub-Saharan Africa, Adult Education will impose itself as an unavoidable ingredient of development processes. This is why the vast majority of African countries have elaborated adult education policies as parts of national development strategies even though non-formal education and literacy programs rarely receive more than 5% of national education budgets. Ethiopia is a good case where the potential of adult education is recognized. Thus, the Sustainable Development and Poverty Reduction Program (SDPRP) assigns to adult education an important responsibility in the process of economic growth and poverty reduction. This is projected through a functional adult literacy program for youth and adults, aimed at enhancing community participation in development. Another action consists of offering basic skills training to youth and adults in Community Skills Training Centers; an example that many Sub-Saharan countries have to emulate.

4 SOCIETY ORGANIZATIONS AND ADULT EDUCATION IN SUB-SAHARAN AFRICA

Many civil society organizations are present in the field of adult education in almost all African counties and some other Pan African and International organizations are also playing a great role in the domain. They recognize Adult Education as an important tool for economic development and poverty reduction, specifically in promoting health, agriculture and rural development, water management, gender, and in fighting HIV/AIDS. One of such institutions is the African Development Bank (ADB). As stated in its 2018 Education Sector Policy, one of the priority areas of the ADB assistance to education is quality basic education, understood as going beyond formal primary education and the first cycle of secondary education. This equally involves learning processes in non-formal contexts such as literacy and other programs for youth and adults.

Although ADB included adult education in its education strategy since 1985, its actions on the ground relating to this sub-sector have been somewhat very limited. Up to date, priority has been given to secondary education, including general and vocational education, technical education and teacher training.

One of the main lessons that can be learned from the ADB's experience in assisting adult education in Sub-Saharan Africa is that, its investments in this area have been too thinly spread over many operations instead of being concentrated on a few critical issues. This lack of selectivity, while available resources have been substantial, has not helped ensure the kind of

effectiveness on the ground that is required to decisively face the requirements of human capital development on a large scale. Another shortcoming of the ADB similar to that of many other organizations past experience in adult education resides in the fact that its interventions in this sub-sector were undertaken on an ad hoc basis, depending on the requests received from member countries. No coherent approach defined within a strategic framework existed and this is the prevailing paradigm case with almost all the NGOs and National Associations involved in adult education in Sub Region. Consequently, it has not always been easy to address the issues at hand systematically. Following the 1980s economic crises with subsequent readjustments and structural readjustment programs, many social and human capital building organizations were faced with internal institutional capacity problems. Adult education has since then become a subgeneric scientific discipline within the education sector, with its specific subject, methods and approaches (andragogy), distinct from formal schooling aimed at children through pedagogical methods. Many African states have not made the necessary arrangements for training or recruiting the expertise required for processing and managing Adult Education interventions and the consequences are here present: The inability for communities to stand on their own and be masters of their own destiny in the struggles for economic and technological development is a daunting impediment to the progress of adult education. The foregoing pitfalls need to be resolved if African nations have to achieve any positive development impact through its adult education investments.

The idea is to mainstream adult education in Sub Saharan Africa's vision and in its strategic plan for poverty reduction within an inclusive holistic perspective whereby support to adult education will not only target literacy programs, but will encompass a wide range of adult learning opportunities, including non-formal education, literacy campaigns, functional literacy, sensitization activities, numeracy and alternative modes of knowledge transmission processes that aim at ensuring human development with a view to combating poverty.

In this perspective, adult education will be considered as a cross-cutting intercultural issue to be integrated in any project and program of any relevant sector, and not be considered as exclusively "belonging" to the education sector. In other words, the upcoming strategy will make sure that adult education is involved in all development activities that contribute to the formation of human capital. This strategy will also certainly address the issue of the internal institutional capacity of the countries by foreseeing the building up of a core of experts specializing in adult education. There is therefore an urging need for African countries south of the Sahara to earmark adequate financial resources for adult education investments in the light of the harmonization and alignment principles universally agreed upon.

5 CONCLUSIONS

It has been argued and demonstrated in this paper that Adult Education, referred to broadly as a transmission process of general, technical, or vocational knowledge, as well as skills, values and attitudes meant for mature people, is a powerful tool for development, including poverty reduction and attainment of the SDGs. Yet, this mode of education has not historically received the attention that it deserves in African development efforts. Adult Education has been often recognized, in theory, as necessary to enhance development, especially in this era of globalization, not only because it produces human capital, but also because it enables people to become well-informed citizens, capable of thinking critically and owning their destiny through active participation. Unfortunately, this recognition has not often been translated on the ground into substantial and relevant programs. The low amounts of budgetary resources devoted to Adult Education by African countries reflect the low priority given to this education sub-system by the donor community, despite its inclusion in the global development initiatives adopted since the 90s. If this trend continues, Africa will be deprived again of a significant part of its human resources so much needed to meet its development challenges. African leaders and interdisciplinary scholars should not allow such a state of affairs to perpetrate otherwise the ensuing social, economic and political consequences would be catastrophic for a continent that already represents the most impoverished part of the world. Our hope is that the time has come for adult education to be granted top priority in national and global efforts for reducing poverty and meeting the SDGs. This cannot be done by merely proclaiming "Decades" or convening international forums on the issue. International institutions must act. They must understand the African plight and support efforts geared towards the building and establishment of an African council for adult education research: "The Sub-Saharan African Adult Education Research Council." The effective use of intercultural adult education for development and poverty reduction in Sub-Saharan Africa will require that three conditions be met. First, each country will have to redefine a coherent and comprehensive strategy for the sub-sector. In using a holistic approach, this strategy will provide sound orientations and action plans for preparing adults, as responsible and active national citizens to fight for and cope with the on-going process of globalization that should equally address the needs of the poor, environmental concerns, and the spread of democracy. In addition to putting emphasis on human capital formation, this new strategy will promote gender justice, peace and democracy through reinforcing civil society and enhancing human rights in sub-Saharan Africa. To this vein, African leaders and development scholars must show genuine commitment in the recognition and the actual implementation of adult education policies in their development efforts. This will require appropriate reforms, capacity building efforts and adequate allocation of resources.

For this reason, it will be indispensable for the international community to scale up its aid both quantitatively and qualitatively by increasing it and applying the harmonization and alignment principles. Making Adult Education a truly intercultural strategic development tool can effectively contribute to changing Sub Saharan Africa's dreaded socioeconomic/ technological situation and ending poverty in our lifetime on this continent.

REFERENCES

[1] Denzin, N.S., Lincoln, Y.S., & Smith, L.T. (2008). Handbook of critical and indigenous methodologies. London: Sage Publications, Inc.
[2] Gboku, M. and Lekoko, R.N. (2007). Developing programs for adult learners in Africa: African perspectives on adult learning. Cape Town, South Africa: UNESCO Institute for Lifelong Learning.
[3] Lê, Q. & Lê, T. (2011). Linguistic diversity and cultural identity: A global perspective (Focus on civilizations and cultures). Hauppauge, New York: Nova Science Publishers.
[4] Torres, R.M. (2003.) Lifelong learning: A new momentum and a new opportunity for adult basic learning and education in the south. Adult Education and Development.
[5] Sachs, J. (2005) The end of poverty: How we can make it happen in our lifetime. New York: Penguin Books Limited.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1253-1259
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Agreement and directionality of possessives in the Meta' Language

Fokwa Ruth Eni-Enih[1], Tangyie Evani[2], Nadege Ngala[3], and Annie Carelle Donji Teufack[4]

[1]Department of African studies and Globalization, University of Dschang, Cameroon

[2]University of Dschang, Department of General Studied, Institute of Technology Bandjoun, Cameroon

[3]Department of African studies and Globalization, University of Dschang, Cameroon

[4]Department of African studies and Globalization, University of Dschang, Cameroon

Copyright © 2023 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: Language dynamics and structured community setup communication requires a close examination of how agreement and directionality of possessives are construed in main stream pragmatics. This paper investigates the types and distribution of possession markers in Meta', - a Grass-fields Bantu language of the Momo subgroup community in the North-West Region of Cameroon. It examines the nature of the Meta' possessives or possession markers in general, with particular attention on its possessive determiners as portraying some complexity in structure and distribution. This situation leads us to question whether possessives in Meta' are pre-modifiers or post modifiers to nouns and to further examine what accounts for the different positions occupied by possession markers in this language. The study further argues that the post-nominal position of possessive determiners is as a result of focus on the head noun and asserts that, the co-occurrence of two possessive determiners in Meta' is as a result of emphases or the fact that they do not modify the same noun.

KEYWORDS: Agreement, determiner, directionality, modifier, possessives, nominalizer.

1 INTRODUCTION

Elements that are used to indicate possession of things or individuals are of four types in Meta': possessive pronouns, possessive determiners (adjectives), genitive of possession marker and the possessive verb **beri** *(have).* Possessive pronouns, substitute a noun phrase and possessive determiners are used with nouns as modifiers. This paper adopts a strict descriptive approach in the first section of the work, and a minimalist approach to interpret the behavior and directionality of possessive that occur as modifiers within the noun phrase.

In the literature of possessives in Meta', [1] distinguishes two types of possessive pronouns in Meta': the dependent and independent possessive pronouns. To him, the dependent possessive pronoun is the one used in a noun phrase that has more elements than the head noun. The dependent possessive pronoun can have a different form even for the same noun class depending on the position of the possessive pronoun in a clause. The independent possessive pronoun is restricted for it mainly appears in non-verbal predicate clauses. In this paper, we do not agree with this distinction because he somehow mixed possessive pronouns and possessive adjectives in both categories. In possessive nominal constructions in Meta', possessives are structurally ambiguous. They tend to be pre-nominal in one context and post nominal in another context. This raises the question of directionality in order to determine the standard position of possessives with regards to nouns and to determining what causes such changes. In the course of this paper, we present in the second section the nature, agreement and distribution of the various types of possession markers, and in the third section, we present the bi-directionality of possessive determiners and the theoretical motivation of such ambiguousness with possessive determiners in Meta'.

Corresponding Author: Tangyie Evani

2 TYPES OF POSSESSION MARKERS IN META'

In this section, we look at the various elements that mark possession in the language. As aforementioned, these markers are of four types: possessive pronouns, possessive adjective, genitive of possession and the possessive verb. These markers will be treated separately in the subsections that follow, from their structure to their distribution.

2.1 POSSESSIVE PRONOUNS

In light with the fact that a pronoun is an element that replaces a noun phrase, the pronominal possessives are distinguished with a noun class prefix. That is, the possessive pronouns is made up of the stem (beginning with a vowel) and a concord consonant or CC cluster corresponding to the nominal class. As earlier noted, there is an additional consonant or CC cluster in each form and it is this class concord prefix or marker, which [2] considers to be the nominalizer (prefix) which permits these forms to be used as pronouns. This is presented in table 1 below.

Table 1. Possessive pronouns

NC	Agreement marker	1s 'mine'	2s 'yours'	3s 'his/hers'	1p 'ours'	2p 'yours'	3p 'theirs'
1	w-	ɨwūm wūm	ɨwê, wê	wɨ́ məd, ɨwí, wí	ɨwá, wá	ɨwán wán	wɨ̄ mɨməd
2	Mb-	ɨmbúm mbúm	ɨmbê mbê	mbɨ́ məd ɨmbí, mbí	mbá	ɨmbán	mbɨ́ mɨməd
3	w-	ɨwúm	ɨwê	wɨ́ məd, ɨwí	ɨwá	ɨwán, wán	wɨ́ mɨməd
6	z-	àzúm	àzê	àzɨ́ ə məd, àzí	àzá	àzán	àzɨ́ mɨməd
6a	Mb-	ɨmbūm, mbūm	ɨmbê, mbê	mbɨ̄ məd, ɨmbi, mbi	mbá	ɨmbán, mbán	mbɨ̀ mɨməd,
7	z-	àzum	àzê	àzɨ́ ə məd, àzi	àza	àzán	àzɨ́ mɨməd
8	Mb-	ɨmbúm, mbúm	ɨmbê, mbê	mbɨ́ məd, ɨmbi, mbi	mbá	ɨmbán, mbán	mbɨ́ mɨməd
9	z-	ɨzúm, zúm	ɨzê	zɨ́ məd, ɨzi, zi	ɨzá	ɨzán	zɨ́ mɨməd,
10	t-	ɨtúm, túm	ɨtê, tê	tɨ́ məd, ɨti	ɨtá	ɨtán, tán	tɨ́ mɨməd,
13	t-	ɨtúm, túm	ɨtê, tê	tɨ́ məd, ɨti	ɨ̀tá	ɨtàn, tán	tɨ́ mɨməd,
19	f-	ɨfúm, fúm	ɨfê	fɨ́ məd, ɨfí	ɨfá	ɨfa̧n	fɨ́ mɨməd,

Source: Adopted from Spreda (1991: 18) and modified by the author

From the table above, it is noticed that the changes on the forms of the pronominal possessives are caused by the change in the form of agreement marker for each noun class that inflects the pronominal stem. Again, all possessive pronouns bear overt agreement markers. Examples of these possessive pronouns include the following.

1) a. ètən zɔ̀ chɔ̄' **ɔ̀zá**
9-chair this resembles 9-ours
'This chair looks like ours'

b. **mbɨ́** **mə̄d** mbɪ̄ə̄ jɪ̀gə̀ **mbúm**
his him are eating mine
'His are eating mine'

c. **ɨwē** wɪ̀ə̄ fə̀'ə̀ ɨkáb ákú
yours is working money too much
'Yours is working too much money'

d. Fɨbí fɔ̂ yɪ̄ə̄ **fúm**
19-Knife 19-this is 19-mine
'This knife is mine'

e. Tɨŋgɔ̀m tɔ̂ yɪ̄ə̄ **tê**
13-plantain 11-these are 13-yours
'These plantains are yours'

f. wán wɔ̂ wɪ̄ə̄ sōmɪ̄ə̀ **ɨwê**
1-child 1-this is beating 1-yours
'This child is eating yours'

The above examples show that the various nominal grammatical relations of subject, object and obligue can be pronominalised by possessive pronouns. Even though the pronominal possessives replace the noun, they still agree with the noun they replace. These possessive pronouns maintain their forms in all positions but for the fact that they agree in class with the head noun they replace.

In example (1a), the pronominal possessive is in oblique relation because it is neither the subject nor the object of the phrase. The same holds for examples (1d) and (1e). We will like to say they are passive nominal phrases. In example (1b), the subject and object positions have been pronominalized, and the two pronouns are in agreement because they replace and make reference to the same noun. The agreement markers on these pronouns do not show a particular class since most plural classes have the same agreement marker. That is why we did not put a class marker beside the pronoun as we did with the others. In example (2c), the subject has been pronominalized while in (1f), it is the object that has been pronominalized. This shows that all nominal grammatical functions can be pronominalized in Meta', and these possessive pronouns must agree with the nouns they replace. Let us now see how the determiner counterparts of the possessive pronouns look like.

2.2 POSSESSIVE DETERMINERS

As earlier mentioned, possessive determiners are used with nouns as modifiers. They are dependent on nouns for concrete interpretation and they may be considered as the actual stems. These stems are generally vowels that may be infected with the various nominal agreement markers for class and number, just like the once presented in table 1 above. This is illustrated in table 2 with columns representing the various persons and the rows representing the noun classes and agreement pattern.

Table 2. Possessive determiners

NC	Concord markers	1s 'my'	2s 'your'	3s 'his/her'	1p 'our'	2p 'your'	3p 'their'
1	ø w-	mɨ̄, wúm	ê, wê	ī, wī	ā, wā	ə̄, wən	ə̄
2	mb-	mbɨ́	mbê	mbí	mbá	mbə́	mbə́
3	ø	mɨ́	ê	í,	à	ə́,	ə́
6	ø	mɨ́	ê	é	á	ə́	ə́
6a	mb-	mbɨ	mbê	mbī	mbā	mbə̄	mbə́
7	ø	mɨ́	ē	é	á	ə́,	ə́
8	mb-	mbɨ́,	mbê	mbí	mbá	mbə́	mbə́
9	ø	mɨ̄	ê	í	ā	ə̄	ə̄
10	t-	tɨ́, tum	tê	tí	tá	tə́	tə́
13	t-	tɨ́, tum	tê	tí	tá	tə́	tə́
19	f-	fɨ, fúm	fê	fí	fá	fə́	fə́

Source: Adopted from Spreda (1991: 15) and modified by the author

From the table above, it is noticed that the forms of the pronominal possessives are almost the same for all singular and plural classes but for class 10, 13, 19 whose concord/agreement marker is unique in the language. Again, not all possessive pronouns bear overt agreement markers. As seen in the table above, some have covert agreement markers represented by the null symbol (ø). This is interpreted to mean that, possessive determiners do not obligatorily take agreement markers when they modify nouns from noun class 1, 3, 6, 7, and 9. Thus, it is optional.

The normal position of possessive determiners in Meta' is before the noun. Examples of these possessive determiners include the following:

1) a. Ā mbă'
1-our 1-father
'Our father'
b. Ê wán
1-your 1-child
'Your child'
c. mbɨ́ bón
2-my 2-chilren
'My children'
d. tá tɨŋgɔ̀m
10-our 10-plantains
'Our plantains'

Some possessive determiners come after the noun. That is, they are postpose to nouns.

2) a. áŋgrɨ̄ wūm
1-angel 1-my
'My angel'
b. Mbă' wā
1-father 1-our
'Our father'
c. ávɨ̂ wē
1-mother 1-your
'Your mother'

Looking at the examples above, the nouns in (2) take pre-nominal possessive determiners meanwhile the nouns in (3) take post-nominal modifiers. Both forms are grammatical in Meta'.

The data presented in section 2 above raises a problem of directionality. It intrigues us to fine out the standard position of possessive determiners and to explain what triggers the second position. It also brings about the question of nominal headedness in Meta'- what account for the different positions occupied by possessives? These preoccupations are what motivated the last section of this paper. Let us see how the genitive of possession functions in Meta'.

2.3 GENITIVE OF POSSESSION

[3] considers the word genitive to mean "a cover term used to refer to the second noun in an N of N type construction or what is commonly known in Bantu grammar as the associative construction". [4] stipulates that, it was established in most Bantu languages that the genitive morpheme is simply tonal (see [5], [6], [7] This assertion is not true for Meta' for the language has genitive or associative morphemes *ə* or a null morpheme *ø,* and this marker does not agree with the nouns in class and number. Meta' has other types of genitives which are different from genitive of possession. These genitives include genitive of origin, genitive of purpose, genitive of content and others. In this paper, we will concentrate on the genitive of possession. This is illustrated with the following examples.

1) a. nəb ø ɨfɔ́n
house GEN chief
'The chief's house'
b. əsɔ̄ŋ ə wán wē
tooth GEN child def
'The tooth of the child'
c. əbóŋ ə wán wē
brain GEN child def
'The brain of the child'

In these examples, the genitive noun can be interpreted as a pure possessor, i.e. the entity to which the first noun (N1) belongs. The possessee precedes the possessor in genitives of possession constructions. In example (4a) the genitive marker is null or covert while in (4b) and (4c), the genitive marker ə is overt. Let us see how the possessive verb functions in Meta'.

2.4 POSSESSIVE VERB

As earlier mentioned, the possessive verb in Meta' is berɨ 'have' which in its infinitive form is nɨ berɨ 'to have'. This introduces a possessive clause and acts as a connector between two nouns phrases. No matter the class of the two nouns or noun phrases, the possessive verb, just like other verbs in Meta', does not agree with the noun (s) in class and number. Since Meta' is an SVC language, the possessive verb occurs in between the subject and the object, with the subject preceding it, and the object following it. Exceptions to this order occurs in focus constructions. Let us examine the following clauses.

1) a. mə bèrɨ wán
I have child
'I have a child'
b. mbɨ bèrɨ ɨwē
they have wisdom
'They have wisdom'
c. wán wɔ̂ bèrɨ ɨkáb
child this have money
'This child has money'
d. ɨkáb, à yɪ̄ə̄ wán wɔ̂ bèrɨ
money it is child this have
'Money, it is this child who has it'

From these examples, we notice that the possessive copular occurs in between the two noun phrase with the subject acting as the possessor and the object as the possessee. In this kind of possessive constructions, the possessor precedes the possessee. Example (4d) shows a sentence in which the focus or emphasis is placed on the object *ɨkáb* 'money'. In this case, the structure of the clause in (4c) which is SVO changes to OSV Because of focalisation of the object that led to its fronting.

3 DIRECTIONALITY OF POSSESSIVE MARKERS IN META'

In linguistics, head directionality or the headedness principle is a proposed parameter that classifies languages according to whether they are head initial or head final [8] By head initial, we mean that the head of the phrase precedes its compliment and by head final, we mean that the head of the phrase follows its complement. In this section, we do not attempt an answer to the question of if Meta' is a left headed or right headed language, since this cannot be stated looking at possessives only. We rather aim to categorize these elements with respect to their positions with the noun by simply presenting these modifiers as they occur with the head noun. To realise this objective, we focus more on possessive determiners which among the four types of possessives, has shown some complexity in the positions they occupy. This issue of directionality will be expatiated in the subsections that follow.

Although some possessives determiners precede the head noun, as further shown in (2) above, others have to be after the noun as in example (3) above. Some possessive determiners can even occur before and after the noun as in example (6a) below and some nouns have the possibility of choosing their possessive determiner as in (6b). The phrase structure rule that can generate this sequence of head noun and the possessive determiner is:

DP→ (D) N

N (D)

Consider the following examples

1) a. Ávɨ̂ wūm
Grandmother mine
'My grandmother'

b. Wūm ávɨ̂
mine grandmother
'My grandmother'

c. Mbă' wūm
Father mine
'My father'

d. Mɨ̄ mbă'
My father
'My father'

The examples above show the different positions that these possessive determiners can occupy in the Meta' language. There are sometimes pre-nominal or post-nominal depending on the construction as in (6a), or substitutional or in free variation as in (6b) and (6c). How can we account for these differences in position?

Considering the fact that the basic structure of determiners in Meta' is D-N following Cinque (2005), therefore, the post nominal position of possessive determiners id as a result of focalisation of the noun. When emphasis is laid on the noun, it is moved to the left of the clause across the determiner to a position in front of the determiner node which is definitely Spec DP, following the Determiner Phrase hypothesis of [9]. When this happens, the possessive determiner now finds itself as a post nominal modifier thus explaining the structure in (6b) and (6c).

Another intriguing structure in Meta' is a structure with double possession. Consider the following examples. Such examples can be represented by the following phrase structure rule

DP→ D- N- D

Or

DP→ D-D-N

1) a. mɨ́ mba' wúm
My father mine
'My father'

b. wɨ́ tê mɨmbă'
its your fathers
'That of your fathers'

c. zɨ́ mɨ̀ mbă'
it's my father
'It's my father's / That of my father'

The possessive constructions above show how possessive determiners double as pre-nominal and post nominal modifiers as in (7a) or double as pre-nominal modifiers as in (7b) and (7c). Even though the two determiners co-occur in the same construction, they do not modify the same noun in all the examples. The two possessive determiners in (7a) indicate possession on the same noun, with the post-nominal determiner acting as a reinforcer on the pre-nominal possessive determiner. This example is less common in the Meta' community since it is used by a reduced number of speaker but the bottom line is that,

this structure do exist in the language. The two determiners in (7b) and (7c) do not modify the same noun. While the second merges with the noun to form a constituent and it is this constituent that is modified by the first determiner. This gives a phrase like the one in (8) below

1) [DP zɨ̀ [DP mɨ́ [NP mbǎ']]]
its my father
'Its my father's / That of my father'

This example is justified by the split DP hypothesis of [9] which allows two or more DPs to co-occur in the same construction.

4 CONCLUSION

Language issues continue to preoccupy studies related to the understanding of the human being and his social environment. This paper highlights two major preoccupations emanating from the complexity of the elements that indicate possession in the Meta' language. It assesses the types of elements and justify their various positions with respect to possessive determiners in particular. In demonstrating that the Meta' language displays a rich array of possessive makers, the paper displays the double position occupied by some possessive determiners as postulated in Abney's split DP hypothesis, and reinforces the concept that, in contexts involving contrastive focus reference, the demonstrative, possessive or interrogative can precede the noun, but the definite article always comes last in the noun phrase. The affixing and prefixing role displayed by the determiners clearly affirms the alternation in the order of possessives and nouns in the Meta' language in lone or complementary distribution. The noticeable presence of this directionality of possession markers in terms of noun distribution in the Meta' language denotes that, such combinations are socially construed as to form, and their meaning derives from the combination.

REFERENCES

[1] Spreda, Klaus W. (1990-1991), *Linguistic Notes in Metta,* SIL Cameroon.
[2] Fokwa, Ruth E. (2020), *The Structure of Derived Nominals in Meta'*. Master's dissertation. University of Dschang.
[3] Tamanji, Pius (1999). *Agreement and the internal syntax of Bafut DPs*: Ph.D dissertation. University of Massachusetts, Amherst.
[4] Mamno, Foko H. F. 2014. *Structure syntaxique de la phrase Ghɔmálá': le point de vue minimalist*e. PhD dissertation. University of Dschang.
[5] Hyman, L. and M. Tadadjeu (1977). "Floating tones in Mbam-Nkam", in Larry Hyman, (ed.), *studies in Bantu Tonology*. SCOPIL. Pp. 57-111.
[6] Nissim G. 1881. Le bamileke ghɔmálá': (parle de Bandjoun-Cameroun: phonologie, morphologie nominale, comparaison avec des parlers voisins). Paris: SELAF.
[7] Heath, D. (1991). "Tone in the Makaa Associative Construction", in S. Anderson (ed.), *Tone in Five Languages of Cameroon*. The Summer Institute of Linguistics and the University of Texas.
[8] Chomsky, Noam. 1988. *Language and problem of knowledge*. USA: MIT Press.
[9] Abney, Stephen R. (1987), *The English Noun Phrase in its Sentential Aspect*. Ph.D. dissertation, MIT. Google Scholar.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1260-1265
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Approche statistique et fréquentielle corrélées avec le filtre de Wiener pour un débruitage et une détection des défauts des machines asynchrones

[Statistical and frequency approach correlated with Wiener filter for denoising and detection of defects of asynchronous machines]

Jean Claude Mukaz Ilunga

Mécanique, Institut Supérieur des Techniques Appliquées, Kinshasa, RD Congo

Copyright © 2023 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 electrical current signal can be seen as a useful signal, disturbed by a mechanical noise signal or other measurement noises. In this case, noise reduction methods such as the Wiener filter can provide solutions to detect mechanical defects. It will be assumed that the electrical signals are decorated with the rotation of the rotor and therefore of any mechanical event related to the rotation. This can be verified in the case of an asynchronous machine. This property is important for estimating the Wiener filter whose basic assumption is that the useful signal must be decorated with noise.

KEYWORDS: Statistical, frequency, Wiener filter, denoise, asynchronous machine.

RESUME: Le signal courant électrique peut être vu comme un signal utile, perturbé par un signal bruit d'origine mécanique ou d'autre bruits de mesures. Dans ce cas de figure, les méthodes de réduction de bruit tel que le filtre de Wiener peuvent apporter des solutions pour détecter des défauts mécaniques. On supposera que les signaux électriques sont décorrélés de la rotation du rotor donc de tout événement mécanique lié à la rotation. Ce qui peut être vérifié dans le cas d'une machine asynchrone. Cette propriété est importante pour l'estimation du filtre de Wiener dont l'hypothèse de base est que le signal utile doit être décorrélé du bruit.

MOTS-CLEFS: Statistique, fréquentielle, filtre de Wiener, débruitage, machine asynchrone.

1 INTRODUCTION

Les méthodes de réduction de bruit sont des outils attrayants pour réduire le bruit en exploitant les connaissances a priori. Dans ce concept, le bruit est défini comme tout type de perturbation indésirable, qu'il soit d'origine électrique, acoustique, vibratoire, ou de toute autre origine. Les algorithmes de réduction du bruit impliquent habituellement un système numérique qui annule le bruit primaire basé sur le principe de la superposition; spécifiquement, un bruit estimé d'amplitude égale et de même phase (ou en opposition) est généré et soustrait (ou ajouté) au bruit primaire, ainsi ayant pour résultat l'annulation des deux bruits. La figure 1 montre un système typique de réduction du bruit.

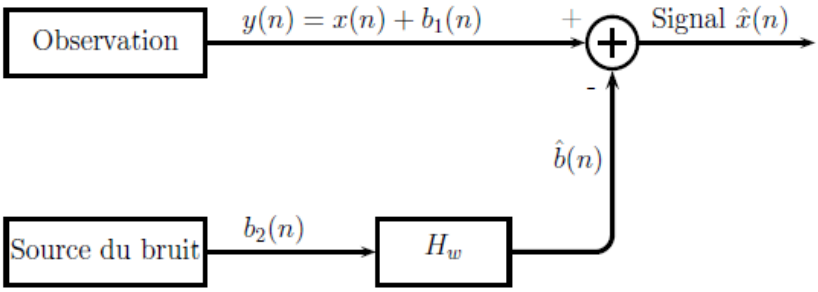


Fig. 1. Modèle de réduction du bruit en utilisant deux capteurs

2 FILTRAGE DE WIENER

On cherche à construire un système linéaire invariant en temps permettant d'extraire au mieux le signal du bruit en rendant maximal le rapport signal sur bruit. On dispose du signal d'observation y (t), qu'on va filtrer pour rendre maximal le rapport signal sur bruit. Le filtre qu'on va appliquer est le filtre de Wiener **[1], [2].**

En développant on obtient

$$J = Cxx\,(0) + C\hat{}x\hat{}x\,(0) - Cx\hat{}x\,(0) - C\hat{}xx\,(0)$$

Soit en fréquence et en tenant compte des relations du filtrage et du fait que:

$$C_{xy}\,(0) = \int_{-\infty}^{+\infty} S_{xy}(v)dv$$

$$J = J = Cxx\,(0) + C\hat{}x\hat{}x\,(0) - Cx\hat{}x\,(0) - C\hat{}xx\,(0)$$

$$C_{xy}\,(0) = \int_{-\infty}^{+\infty} S_{xy}(v)dv$$

En minimisant l'intégrale pour tout v, on obtient le gain complexe du filtre de Wiener:

$$H_w\,(v) = \frac{S_{xy}}{S_{yy}}$$

Considérons le cas d'un signal x (t) et d'un bruit b (t) décorrélés alors:

$$Sxy\,(v) = Sxx\,(v)$$

3 APPLICATION AUX SIGNAUX ÉLECTRIQUES

3.1 POSITION DU PROBLÈME

L'utilisation conjointe de la tension et du courant peut nous permettre d'éliminer en grande partie la composante du 50 Hz en utilisant les techniques de réduction de bruit tel que le spectrofiltre **[2], [3].** Nous exploitons de plus la cyclo stationnarité des signaux électriques pour l'estimation du filtre **[4]** ce qui permet d'être plus performant au niveau des résultats. La tension est prise comme référence et nous construisons le filtre de Wiener qui va nous permettre d'estimer le courant électrique corrélé à la tension. Ce courant estimé ne porte pas l'information mécanique qui est décorrélée du signal électrique d'alimentation. Il sera par la suite soustrait du courant mesuré afin d'atténuer le 50 Hz et ses harmoniques; le signal ainsi obtenu est un signal résiduel dont les contributions d'origine mécanique ont été renforcées par réduction du 50 Hz et de ses harmoniques.

3.2 ESTIMATION DU FILTRE DE WIENER POUR LES SIGNAUX ÉLECTRIQUES [4]

On désire estimer la contribution du courant fortement corrélée à la tension d'alimentation et donc peu sensible au défaut de la machine; Ceci revient à estimer le filtre h (t), appliqué à la tension u1 (t) fournissant le signal $\hat{i}$ (t), sous contrainte de minimisation de l'erreur quadratique entre $\hat{i}$ et i mesuré.

Le filtre s'écrit sous la forme suivante:

$$H(\nu) = \frac{S_{i_1u_1}(\nu)}{S_{u_1u_1}(\nu)}$$

S symbolise la densité spectrale de puissance.

Avec :

$$S_{i_1u_1} = \int_{-\infty}^{+\infty} C_{i_1u_1}(\tau) \exp -2j\pi v\tau d\tau$$

$$S_{u_1u_1} = \int_{-\infty}^{+\infty} C_{u_1}(\tau) \exp -2j\pi v\tau d\tau$$

Ci1u1 (v) et Cu1 (v) sont l'auto et l'inter corrélation, i (t) sera finalement:

$$\hat{i}(t) = TF^1[U_1](v)H(v)]$$

Avec TF-1 est la transformée de Fourier inverse et U1 (v) est la transformée de Fourier de u1 (t). La mise en œuvre utilisée pour estimer ce filtre, consiste à diviser les deux signaux courant et tension en des blocs proportionnels à une période du 50 Hz, à calculer la densité.

Spectrale d'inter corrélation de chaque bloc, Su1u1, k (v), d'une part et Si1u1, k (v), d'autre part; à moyenner les Su1u1, k (v) entres eux; les Si1u1, k (v) entres eux et enfin estimer le filtre selon l'expression *G = Si1u1 Si1u1.* Le courant estimé peut-être obtenu en convoluant la tension avec la réponse impulsionnelle du filtre. A partir du courant estimé par le filtre de Wiener, on va générer un signal résiduel noté b (t) tel que b (t) = i1 (t) − ie (t); Dans ce cas, le signal b (t) ne contient que du bruit décorrélé du signal électrique avec en particulier des informations liées à la partie mécanique.

4 RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

4.1 DÉBRUITAGE

Les fréquences liées au défaut de roulement sont localisées dans le spectre du courant aux

Fréquences |fs ± k.fex|, où fs est la fréquence du secteur électrique égale à 50 Hz, fex est la fréquence du défaut de bague externe de roulement égale à 62, 89 Hz et k = 1, 2,...

L'information sur le défaut est masquée par la forte dynamique des composantes fréquentielles présentent dans le spectre (figure 6) multiples de la fréquence d'alimentation. Nous proposons d'utiliser le filtre de Wiener pour faire ressortir ces composantes. Nous montrons les résultats obtenus par filtrage de Wiener dans le cas d'estimation du filtre par 2 techniques différentes. La première technique est obtenue sans correction des fluctuations de la période du réseau (figure 5), la seconde est obtenue par correction des fluctuations (figure 5 et 6). Il est clair que la correction des fluctuations de la fréquence d'alimentation apporte une amélioration indéniable sur l'estimation du courant corrélé à la tension. Comme le courant à une forte composante 50 Hz, il est préférable d'observer le spectre (figures 7 et 8) d'autant plus que le signal qui nous intéresse est le signal résiduel en dehors des fréquences du réseau.

Ce signal obtenu par différence entre le courant mesuré et le courant estimé. L'analyse spectrale du signal résiduel, présentée à la figure 8, montre que la dynamique du 50 Hz a été éliminé et que la différence d'amplitude est réduite à 27, 6 dB entre le 50 Hz et le 112, 89 Hz. En outre, un gain de 1, 55 dB de la fréquence de 112, 89 Hz permet de la distinguer des

autres fréquences très proches. Un autre aspect important signalé au paragraphe 3.6.3, ce que nous arrivons à extraire la signature du glissement (50±1, 17Hz) masquée au préalable par le 50 Hz. Le filtre de Wiener a permis d'améliorer encore plus ce résultat en réduisant mieux le 50 Hz.

4.2 APPLICATION DU KURTOSIS

Le kurtosis ou coefficient d'aplatissement décrit la forme de la distribution d'une variable aléatoire réelle. Il est défini comme étant le rapport entre le moment centré d'ordre 4 et le carré du moment centré d'ordre 2 de la distribution en question; plus il est élevé, plus la distribution est "pointue".

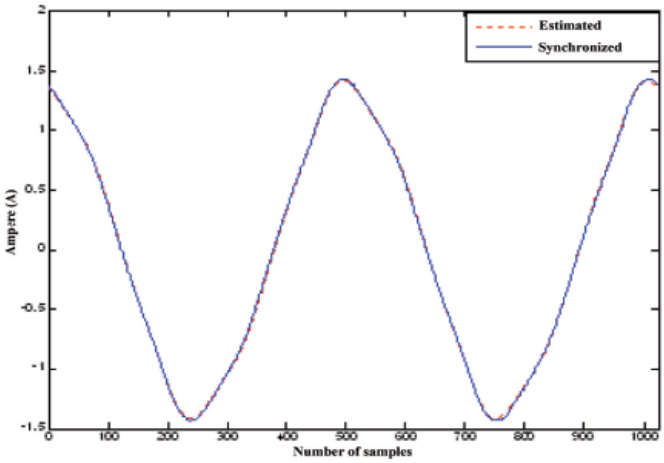


Fig. 2. Courant estimé, -Courant observé synchronisé

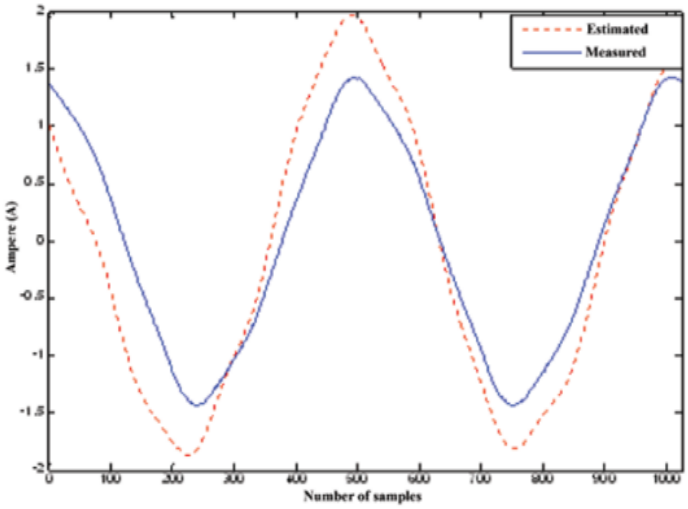


Fig. 3. Courant estimé, -Courant observé non synchronisé

$$kurt(X) = \frac{E[(X-\mu)^4]}{\sigma^4}$$

Où μ et _ sont la moyenne et l'écart type de X. Le kurtosis d'une variable aléatoire normale vaut 3 et pour une sinusoïde vaut 1, 5 **[5].** C'est un indicateur sensible dans la détection des impulsions périodiques [6] Pour l'analyse des vibrations, la valeur du kurtosis devrait être proche de 3 en fonctionnement sain. L'introduction d'un défaut génère des impulsions, modifiant ainsi la distribution des signaux de vibration et l'augmentation de la valeur du kurtosis. Dans notre application, nous

avons associé le kurtosis avec le filtre de Wiener pour détecter les défauts en utilisant les signaux électriques. Il a été appliqué à différents signaux acquis dans des conditions de fonctionnement différentes; les résultats sont classés dans le tableau 1.

Tableau 1. Résultats

Signal :	Sain	Défaut
Courant	1.46	1.57
Accéléromètre	2.83	3.51
Résidu	2.16	8
Enveloppe du signal vibratoire	12.33	66

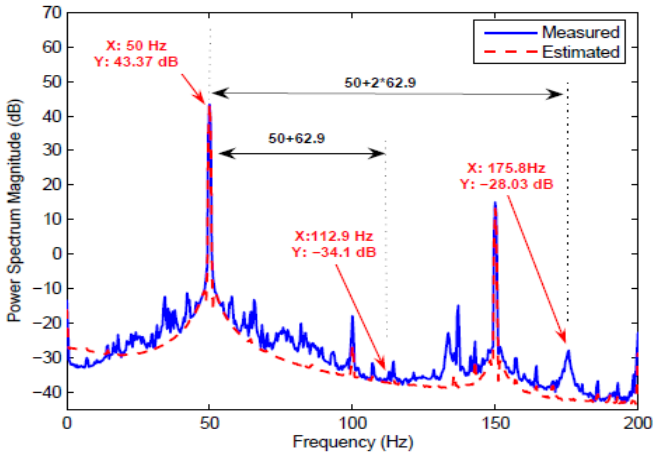


Fig. 4. DSP de deux courants: Agrandissement entre 100 et 200 Hz

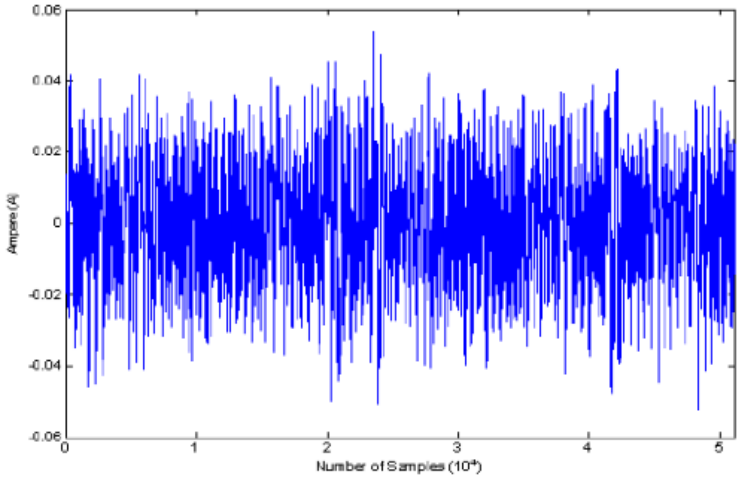


Fig. 5. Signal-estimé

Pour le signal électrique, le kurtosis est proche de 1, 5 et par contre nous ne pouvons pas détecter les anomalies. Par contre, en appliquant sur le signal résiduel, la valeur du kurtosis augmente de 2 dans le cas sain à 8 pour un fonctionnement avec un défaut de roulement. Notons également que le kurtosis est plus sensible sur l'enveloppe du signal vibratoire que sur le signal électrique, c'est un résultat tout à fait normal puisque le défaut de roulement impacte plus directement les vibrations que le courant de la machine. Par contre, le facteur d'accroissement en présence d'un défaut est du même ordre de grandeur sur le signal vibratoire et le signal résiduel.

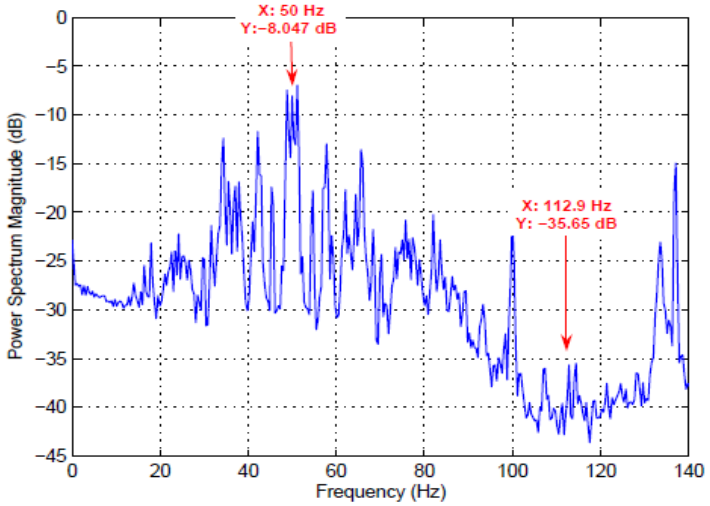


Fig. 6. DSP signal-résiduel

5 CONCLUSION

L'influence des défauts de roulement sur les courants statorique dépend du type de défaut et des conditions de fonctionnement de la machine. Il s'avère donc difficile de détecter une panne en observant tout simplement le signal du courant surtout que l'information sur la mécanique contenue dans le courant électrique est masquée par la forte dynamique de la fréquence d'alimentation.

La prise en compte explicite de la non stationnarité des signaux électriques dans l'estimation du filtre optimal de Wiener nous a permis de séparer la contribution résultante des effets mécaniques impulsionnels (défaut) de celle résultant de l'alimentation électrique. Par la suite pour caractériser la contribution mécanique, nous avons utilisé le Kurtosis qui permet de mettre en évidence des signaux dont la signature s'éloigne d'une gaussienne, c'est le cas typique de défaut de roulement impulsif de type écaillage.

REFERENCES

[1] Norbert Wiener. *Extrapolation, Interpolation, and Smoothing of Stationary Time Series.* The technology press of the MIT, New York, John Wiley& sons Inc., 1950.

[2] J. Max and J. L. Lacoume. Méthodes et techniques du traitement du signal et application aux mesures physiques. Tome 1. Masson, Paris, 1996.

[3] Monson H. Hayes. Statistical Digital Signal Processing and Modeling New York: Wiley, 1996.

[4] Ali Ibrahim, Mohamed Elbadaoui, François Guillet, and Mohamed Zoaeter, *Using the cyclostationarity of electrical signal for bearing fault detection in induction machine,* In Proceedings of IEEE, ICIT 2006, pages pp. 3008–3013, Mumbai, India, 15-17 Dec. 2006.

[5] C. Pachaud, R. Salvetat, and C. Fray. Crest factor and kurtosis contributions to identify defects inducing periodical impulsive forces. Mechanical Systems and Signal Processing. vol. 11 (no. 6): pp. 903–916, 1997.

[6] R. B. W. Heng and M. J. M. Nor. Statistical analysis of sound and vibration signals for monitoring rolling element bearing condition, Applied Acoustics, vol. 53 (no. 1-3): pp. 211–226, January-March 1998.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1266-1274
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Extracting indicators for cutting tool wearing detection during turning using vibration analysis

Mukaz Ilunga Jean Claude[1] and Ngoyi Kasanji Moise[2]

[1]Mechanics, Institut Supérieur des Techniques Appliquées, Kinshasa, RD Congo

[2]Electronics, Institut Supérieur des Techniques Appliquées, Kinshasa, RD Congo

Copyright © 2023 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 analysis of vibrations generated during conventional turning is one of the reliable means of determining the condition of sensitive components. In this paper, it is clearly presented the necessary steps to extract the indicators in order to be able to detect tool wear during the main three phases of use (running-in, stabilized wear, accelerated wear). It is clearly demonstrated that there is a relationship between the evolution of wear and the measured quantities (vibrations) during machining. To achieve this, we have carried out several measurement campaigns using metal carbide plate tools. Thus, the vibrations generated during the machining operations were recorded along a single axis on the machine tool using a single axial accelerometer positioned on the turret in the vertical direction, perpendicular to the cutting force. The processing of these signals in both the time and frequency domain has proven that vibrations can indeed be used to detect the level of wear.

KEYWORDS: Turning, Cutting tool, Tool wear detection, Vibration analysis, Indicators, Accelerometer.

1 INTRODUCTION

Widely used in a wide range of applications (from aerospace to mechanical industry) [1]. Cost minimization is an essential requirement in all sectors of production because with the globalization of the economy only products made at a reasonable cost can still find their place in the markets. The state of the tool and its life are critical components of the machining cost [2]. It is therefore important to be able to develop wear detection and tool life prediction for rational production time management. The dimensional tolerances and the quality of the machined parts depend on it. There will be no question of preventing wear which is a phenomenon inherent to any cutting process given the stress, friction and temperature levels to which the tool is subjected. But a method for detecting the occurrence of wear and its evolution is a real need in the context of a "just in time" policy of tool change [3,4]. Several works have proposed to use different types of signals resulting from machining such as cutting forces [7], acoustic emission [8], and vibrations [9,10] in order to extract the information needed to perform effective monitoring. Several signal processing techniques have been adopted, including frequency, time, statistical methods and time-frequency joint analysis. Tool monitoring methods are generally classified into two groups whose: 1. the direct methods where wear is directly measured using

optical, radioactive sensors or sensors based on resistance electric; 2. the indirect methods which proceed by an evaluation of the wear on the basis of parameters measured during the cutting process: the cutting force, acoustic emission or vibrations.

2 METHODS OF VIBRATION ANALYSIS

There are various vibration analysis tools to detect and diagnose the early onset of defects. They are generally classified in two large families, temporal and frequency analysis. Time analyzis is based on the statistical analysis of the collected signal; it is applied to simple machines and consist of performing speed measurements in low frequency ranges and acceleration measurements in high- frequency ranges.

Corresponding Author: Mukaz Ilunga Jean Claude

2.1 ANALYSIS IN THE TIME DOMAIN

In vibration monitoring, the simplest tools for detection are based on inductors extracted in the time domain. In the time domain, the indicators are generally defined on the basis of static moments [12].

$$f(x) = P(X \prec x) \tag{1}$$

The probability density function is:

$$f(x) = \frac{dF(x)}{dx} \tag{2}$$

The mathematical expectation of a function g (x) is the integral

$$E\{g(x)\} = \int_{-\infty}^{+\infty} g(x) f(x)\, dx \tag{3}$$

The characteristic function of the random variable is defined as the Fourier transform of its probability density function f (x) by means of a sign change. It is given by:

$$E\{g(x)\} = \int_{-\infty}^{+\infty} g(x) f(x)\, dx \tag{4}$$

The transformation will consist in representing the temporal signal in the space of indicators based on the statistical moments whose most used are

influence of vibrations induced by tree rotation. This method uses scalar indicators that make it possible to follow the evolution of a quantity derived from the power or the peak amplitude of the signal. Its value may have no intrinsic meaning, but it is its evolution over time that is significant of the defect. Frequency

content analysis is based on the Fourier transformation. The knowledge of the characteristic frequencies makes it possible to identify and locate the defects resulting from the mechanical components by analysing their spectrum. They are often used for complex machines with many mechanical components.

This function is also known as *statistical moments generation function.*

In fact, moments are power coefficients of *jw* in Taylor serie development.

$$E\left\{e^{(jwx)}\right\} = E\left\{1 + (jw)x + \frac{(jw)^2 x^2}{2} + \frac{(jw)^3 x^3}{3} + \ldots\right\} \tag{5}$$

Let's still

$$E\left\{e^{(jwx)}\right\} = 1 + (jw)E\{x\} + \frac{(jw)^2}{2}E\{x^2\} + \frac{(jw)^3}{3}E\{x^3\} \tag{6}$$

The moments of order n are:

$$E\{x^n\}\, m_n \tag{7}$$

We can easily notice that the moments are derivatives of the characteristic function with respect to jw and computed at the point w = 0

$$m_n = \frac{d^n \Phi(0)}{d(jw)^n} \tag{8}$$

2.1.1 THE EFFECTIVE VALUE (RMS)

Temporary, it measures the energy content in a vibratory signal. For a time series {xi} length n, the RMS value is expressed by:

$$\Phi(w) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{jwx} f(x)\,dx = E\left\{e^{jwx}\right\} \tag{9}$$

Or x bar is the average value of {xi}. The value of RMS is the square root of the second statistical moment m_2. The calculated RMS value could serve as particularly easy to use inductors [11]: a set of four to ten frequency bands is generally considered for their definition. For a random signal, the amplitude repair function follows a normal distribution of zero mean and sigma standard deviation. The effective RMS value must be 1/3 of the peak value.

2.1.2 COAT OF FLATTENING (KURTOSIS)

It is an indicator of the proportion of samples that deviate slightly from the mean value compared to those that deviate widely. The flattened pace of distribution in relation to the normal distribution is calculated by:

$$Kurt = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{x_i - \bar{x}}{RMS}\right)^4 - 3 \tag{10}$$

The presence of a power term 4 gives considerable weight to the high amplitudes.

The kurtosis makes it possible to detect the appearance of shocks and to follow the evolution of the defects inducing periodic drive forces. The Kurtosis value is 1.5 for a harmonic signal and 3 for a random signal. For a tool in good condition, the value of Kurtosis is of the order of 3 (between 2.75 and 3.25) while it approaches 4 when the tool deteriorates.

2.1.3 CREST FACTOR (CF OR FC)

The crest factor is one of the specific indicators that accentuate the appearance of shocks in the vibrations. The peaks in the time signal will

correspond to an increase in the peak factor. This indicator, like kurtosis, is used for the detection of anomalies that result in shocks linked for example to the contact of degraded surfaces [10]. As soon as the fault appears, the increase in shocks induces the growth of the peak level while the RMS value changes less markedly. This results in a significant increase in the crest factor. The Crest factor is given by:

$$CF = \frac{\max(x_i)}{RMS} \tag{11}$$

If degradation occurs, then the vibration becomes random and the peak ratio becomes greater than 3. The monitoring of the peak report thus makes it possible to detect the appearances of defects, without however making it possible to diagnose the source. In order to better capture the information content of vibration signals, it is always advisable, being in the time domain, to extract the indicators according to carefully chosen frequency ranges. For this purpose, analog and digital filters will provide adequate signal processing. In order for these indicators to be compared, care must be taken that the temporal samples, if they are deduced, are filtered in strictly identical conditions; it has been found that the characteristics of a filter strongly influence the value of the extreme levels. In addition, the peak value comparison could be logically performed only on samples of the same duration, if the signal comprises a random component. A peak factor greater than 6 is characteristic of the occurrence of impulse forces [10].

2.2 FREQUENCY DOMAIN ANALYSIS

The interest of this analysis is thus to eliminate the noises that disturb the reading of the signal (climatic, for example) of which a curve testifies, and to distinguish the different elements which interfere in the composition

$$x(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) e^{-j2\pi ft} dt \tag{12}$$

where x (f) is the Fourier transform, *t* is the time variable, *f* is the frequency variable allows the transition from the time domain to the frequency domain. This representation makes it possible to know the spectral content of energy or power, present in the signal at the frequency *f,* and thus to detect the presence of a defect generating a periodic shock at a fault frequency. In practice, the Fast-Discrete Fourier Transform (FFT) is used on digitized signals:

$$\sum_{-\infty}^{+\infty} \left| x(n)^2 \right| = \int_{-1/2}^{1/2} \left| x(f)^2 \right| df \tag{13}$$

Allowing to realize that, since the first member is by definition the temporal energy of the signal, *| X (f) 2 |* is interpreted as the distribution of energy along the frequency axis. The square of the Fourier transform module, referred to as the observation time, is called the power spectral density (PSD) or power spectrum. It has the advantage of being correlated with the severity of a defect. It is the frequency representation (power spectrum) most used in the vibratory diagnosis of the elements of rotating machines, bearings, cutting tools, etc...

$$PSD(f) = \frac{\left| x(f)^2 \right|}{d} \tag{14}$$

Where is the weighted power spectral density, x (k) represents the discrete signal to be analysed, f (k) the weighting window, N the number of samples taken from the time signal.

3 EXPERIMENTAL STUDY

3.1 FRAMEWORK OF THE STUDY

The machining tests were carried out at the mechanical compound ISTA university on a classic HYDROGALLIC brand lathe, it carries a two-speed Siemens motor with 10 HP power supplied with three-phase 3 × 220, a mandrel 250 mm, 45 mm spindle bore, the corresponding spindle speeds are: 40 to 2000 rpm with a working feed rate of 0.005 to 4.5 mm with an approximate net weight of 2200 kg. The material chosen is a hard steel, and the dimensions of the machined cylinder are 300 mm in length and 50 in diameter we have used the tools in plate and the monoblock in metal carbide.

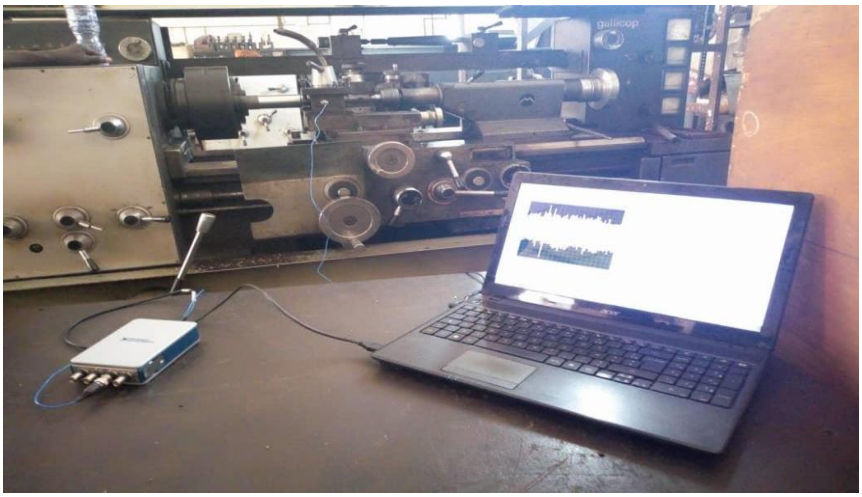


Fig. 1. Acquisition device

3.1.1 SENSORS AND ACQUISITION OF VIBRATORY SIGNALS

In the experimental steps, the first problem needed to be solved on site was the positioning of the sensor regardless of the tool change and on a fixed part of the machine. There are several places in the machine that are inaccessible, which limits the number of sensors and their positioning. In this spirit, the accelerometer used is fixed on the turret to measure the vibratory responses in the cutting tool along the machine axis:

The measurement of the accelerometric signals during machining was performed using an acquisition chain composed of a mono-axial type piezoelectric accelerometer and a National Instrument (NI) acquisition system including the Compact DAQ on which we mounted the module 9233 for the conditioning of these signals is controlled by the software LabVIEW which allowed us to program the acquisition interface, the sampling frequency is 25000 Hz, and the number of samples of 250000 so we recorded responses generated during machining in its entirety. In order to better follow the evolution of wear, in-situ expertise has been systematically performed. This expertise consisted of an optical microscope observation at magnification up to 4 times the actual size with a measurement uncertainty of 2 percent. This is to measure the flank wear of our cutting tools (plate).

4 TEST PROCEDURE

The measurement campaigns cover the three steps of the use of the tool corresponding to the following states:

- New tool (N)
- Low wear (FU)
- Advanced (High) wear (UA)

The purpose of this operation was to reproduce a realistic wear of the cutting inserts in turning, particularly the turning. For this, the cutting conditions are:

- Speed of advance Vf = 0.2 mm / rev,
- The depth of pass ap = 2mm,
- Constant cutting speed Vc = 100 mm / min without lubrication (dry machining)

5 CRITERIA FOR EVALUATING THE LIFE OF A CUTTING TOOL

The definition of tool life according to ISO 8688: "This is the time to total cut of the tool to reach a specified value of life criterion ". Under normal machining conditions, flank wear is considered to be the predominant wear. The development of this type of wear on the cutting tool is not a random phenomenon, but we can observe three phases during the life of the tool (new tool, low wear and advanced wear). If the fringe of this wear is uniform, it is advisable to accept a wear width, denoted *Vb,* equal to 0.3 mm. If no, the allowable limit is 0.6 mm. In our case, the limit evaluation of the life of the cutting tool has been fixed at 0.3 mm.

6 RESULTS AND DISCUSSION

6.1 DIRECT CONTROL OF THE CUTTING TOOL

The experimental companion described previously allowed us to note several observations of the flank surface with the help of the optical microscope since its new state until the end of its lifetime or its collapse La (Vb = 1mm).

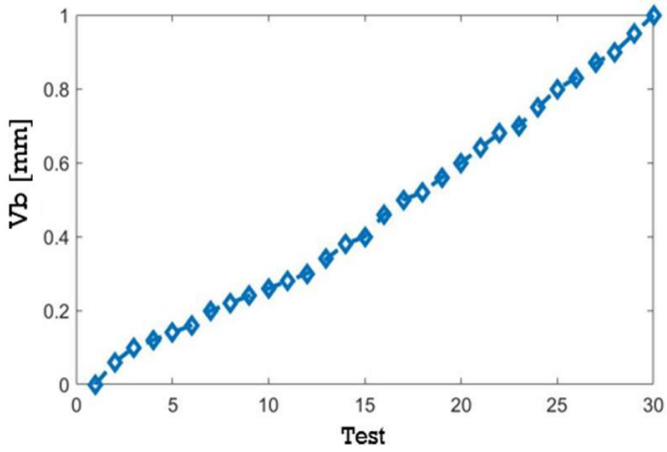


Fig. 2. Evolution of draft wear values according to the tests

6.2 EXTRACTION OF INDICATORS

Figure 3 shows three typical signals of the three wear phases of the tool. These signals are measured in the direction of the cutting force. We notice a decrease in the amplitude of the vibration signals with wear. This is mainly due to the contribution of certain high frequencies, which are less excited in the case of used tools. The physical explanation of this phenomenon is not yet clear to us. The analysis of the spectra of the signals (fig. 4) reveals nothing particular at first glance. The high frequencies are differently excited by each level of wear. However, if we look at what happens in the low frequency, particularly at the spindle rotation frequency (fig. 5), we can clearly see that in the case of wear we have more energy at this frequency. This can of course also be due to other phenomena such as unbalance. But since among these different tests no change has been made to justify the introduction of the unbalance, the wear remains the only cause explaining the effect on the frequency of 25Hz. Indeed, in case of wear the friction process at the tool-work piece interface may be variable and contain this component at the rotation frequency.

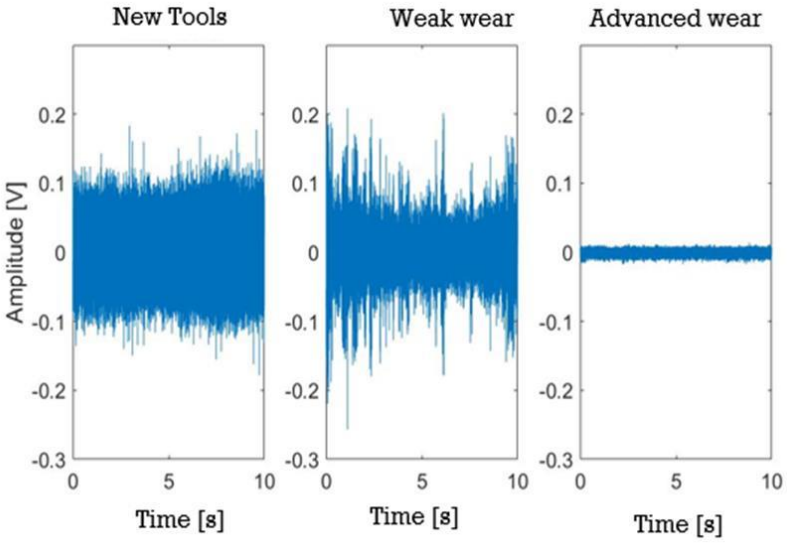


Fig. 3. Typical time signals

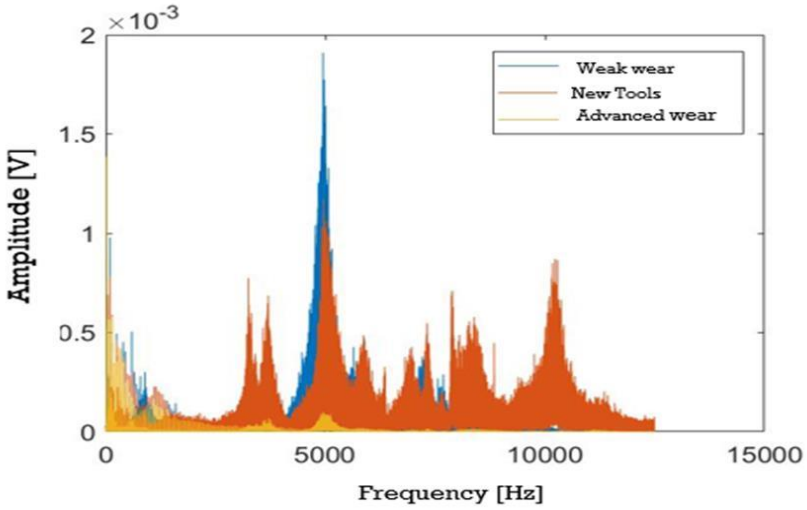


Fig. 4. Spectra of vibratory signals

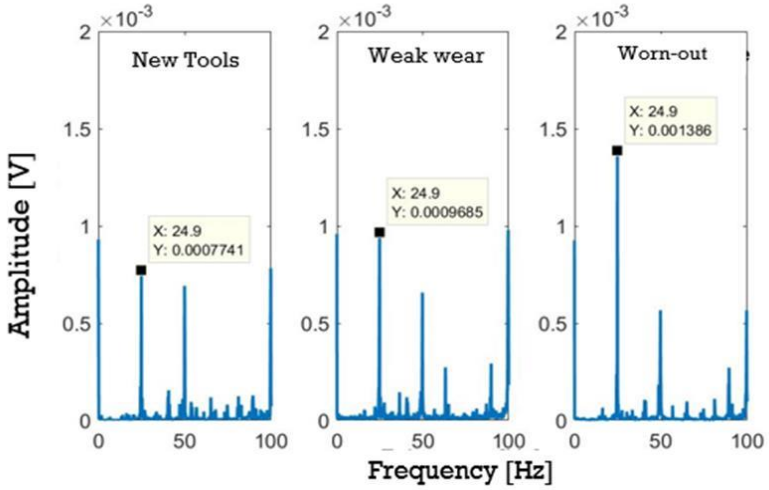


Fig. 5. Low Frequency Components

6.2.1 EXTRACTION OF TIME INDICATORS

Monitoring the temporal or statistical indicators are used as fault detection tools. Several researches have used these indicators successfully, the RMS is a time indicator that measures the energy content in a vibratory signal.

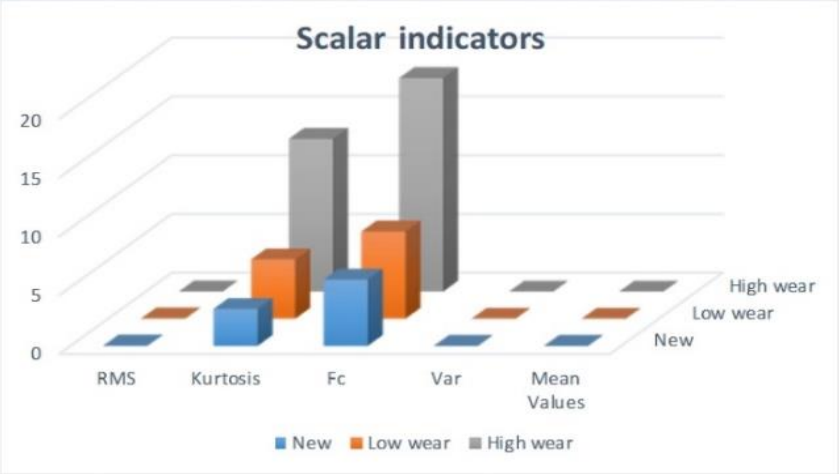


Fig. 6. Evolution of some statistical indicators

We observed a decrease in the vibratory level of the tool with wear. For Kurtosis (Figure 6) and Crest Factor (Figure 6), which are indicators of the impulsive nature of the signal, we observe a difference between the new state and the worn states. For a vibratory signal of a system in good working order, the distribution follows the normal law and the Kurtosis value is 1; 5. This value goes to 3 for a random signal. In our study, we noted a Kurtosis of the order of 3 (between 2.75 and 3; 25) for a tool in good condition as it approaches 5 when the tool deteriorates. In the last deterioration phase of the tool, values greater than 10 were observed. The average of the signals (Figure 6) increases with wear.

7 CONCLUSION AND OUTLOOK

Vibrations are the root of many problems during machining operations. They can have several causes, in particular, the inadequacy between the cutting.

Parameters and the tool-material torque and tool wear. Vibrations can, therefore, be used to detect the level of wear. This is of undeniable importance if we want to be able to implement a "just-in-time" tool change policy in order to minimize the quality losses of machined parts and the negative influence on the means of production.

In this work, we were interested in monitoring the wear of the cutting tool during turning. In order to ensure effective monitoring, we recorded the vibration responses recorded during machining during machining and used direct control of the cutting tool under the microscope to estimate the value of wear and tear on the draft. In the time domain, the RMS value, kurtosis and peak factor were found to be potential indicators of wear. In the frequency domain, rich information about wear was detected at the spindle rotation frequency. The results obtained can be used as good indicators for operators to detect and predict the life of tools. This will contribute to rational management of production time and guarantee dimensional tolerances and the quality of machined parts. Currently, with the drop in the price of measuring and signal processing equipment, it is easy to imagine permanently equipping machines with tools with vibration sensors and processors for data processing.

In perspective, a track is to exploit the results obtained for the implementation for automatic monitoring of cutting tool wear based on artificial intelligence (neural networks, KNN, Bayesian networks, etc.) and also the extension of this work to the case of high-speed machining where it is envisaged to merge data from the vibratory analysis with those of the cutting and acoustic emission forces.

REFERENCES

[1] Sortino, M. Application of statistical filtering for optical detection of tool wear (2003) International Journal of Machine Tools and Manufacture, 43 (5), pp. 493-497.
[2] C.S. Lee, D.A. Dornfeld, Design and implementation of sensor-based tool-wear monitoring systems, Mechanical Systems and Signal Processing, 10 (1996) 328--347.
[3] X. LI, A brief review: acoustic emission method for tool wear monitoring during turning, Machine Tools & Manufature, 42, 2002, pp. 29-34.
[4] E. KULJANIC, M. SORTINO, «A method based on cutting forces monitoring tool wear in face milling», Machine Tools and Manufacture, 45, 2005, pp. 29-34.
[5] C. SCHEFFER, P.S HEYNS, «wear monitoring in turning operations using vibration and strain measurements», Mechanical systems and Signal Processing, 15 (6), 2001, pp.1185-1202.
[6] Jianfeng, L., Yongqing, Z., Fangrong, C., Zhiren, T. Wear and breakage monitoring of cutting tools by optic method (1st part: theory) (1996) *Proceedings of SPIE,* 2899, p. 481.
[7] Scheffer, C., Heyns, P.S. Wear monitoring in turning operations using vibration and strain measurements (2001) Mechanical Systems and Signal Processing, 15 (6), pp. 1185-1202.
[8] Lu, M.-C., Kannatey-Asibu Jr., E. Flank wear and process characteristic effect on system dynamics in turning (2004) Journal of Manufacturing Science and Engineering, Transactions of the ASME, 126 (1), pp. 131-140.
[9] R. Kohavi, A study of cross-validation and bootstrap for accuracy estimation and model selection, in: Proceedings of the 14th International Joint Conference on Artificial Intelligence, Morgan Kaufmann, 1995, pp. 1137–1143.
[10] Bovic Kilundu, Pierre Dehombreux, Xavier Chiementin. Tool wear monitoring by machine learning techniques and singular spectrum analysis. Mechanical Systems and Signal Processing 25 (2011) 400–415.
[11] Byrne, G., Dornfeld, D., Inasaki, I., Ketteler, G., König, W., Teti, R. Tool Condition Monitoring (TCM) - The Status of Research and Industrial Application (1995) CIRP Annals - Manufacturing Technology, 44 (2), pp. 541-567.
[12] Zadeh, L.A. Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes (1973) IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, SMC-3 (1), pp. 28-44.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1275-1283
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Evaluation des risques professionnels dans une usine d'extraction d'huile d'arachide à Ziguinchor

[Occupational risk assessment at a peanut oil extraction plant in Ziguinchor]

DE Faye, AER Diatta, BB Diedhiou, and M Ndiaye

Service de médecine du travail, Faculté de médecine, de pharmacie et d'odontologie, Université Cheikh Anta DIOP, Dakar, Senegal

Copyright © 2023 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: *Objectives:* To identify and assess the risks in the production unit of a peanut oil extraction plant in Senegal.
Methodology: This is a descriptive cross-sectional study conducted from May 30 to June 31, 2022 in the production unit of a peanut oil extraction plant in Ziguinchor. A multi-pronged questionnaire (socio-professional aspects, risk identification) and direct observation of work situations enabled the data to be collected. The level of risk for each of the identified risks was obtained by cross-referencing the rating of the criticality of the risk factor with the rating of the existence and effectiveness of the available means of prevention in order to establish a hierarchy of the identified hazards.
Results: Our study population (n = 69) was exclusively male, with an average age of 46.4 +/- 9.5 years, and 5.48 +/- 2.7 years. Individuals aged 56 to 60 were most represented (24.6%). The majority of workers were seasonal (88%). Workers were subjected to high and permanent noise levels, and the moving and hazardous parts of the machinery put 62.32% of the personnel at risk of injury and amputation. Dust cover was 30.43% of the workers and the risk of explosion fire was present. Shift work accounted for 85.5% of workers. Noise, hexane vapours and moving and hazardous parts of the machines had the highest ratings in the risk hierarchy.
Conclusion: The peanut oil extraction sector faces many risk factors. Beyond primary prevention, stronger occupational health and safety policies must be promoted.

KEYWORDS: Occupational risk assessment, Oil extraction, Prevention, Occupational Health, Senegal.

RESUME: *Objectifs:* Identifier et évaluer les risques dans l'unité de production d'une usine d'extraction d'huile d'arachide au Sénégal.
Méthodologie: Il s'agit d'une étude transversale descriptive menée du 30 Mai au 31 Juin 2022 dans l'unité de production d'une usine d'extraction d'huile d'arachide à Ziguinchor. Un questionnaire à plusieurs volets (aspects socioprofessionnels, identification des risques), et l'observation directe des situations de travail ont permis de recueillir les données. Le niveau de risque pour chacun des risques identifiés a été obtenu en croisant la cotation de la criticité du facteur de risque avec la cotation de l'existence et de l'efficacité des moyens de prévention disponibles afin d'établir une hiérarchisation des dangers identifiés.
Résultats: Notre population d'étude (n = 69) était exclusivement masculine, avec une moyenne d'âge de de 46,4 +/- 9,5 ans, et une ancienneté au poste de 5,48 +/- 2,7 années. Les individus âgés entre 56 et 60 ans étaient les plus représentés (24,6%). La majorité des travailleurs était des saisonniers (88%). Les travailleurs étaient soumis à niveau sonore élevé et permanent, et les éléments mobiles et dangereux des machines exposaient 62,32 % du personnel à des risques de blessures et d'amputation. L'empoussièrement concernait 30,43% des travailleurs, et le risque d'incendie explosion était présent. Le travail posté concernait 85,5 % des travailleurs. Le bruit, les vapeurs d'hexane et les éléments mobiles et dangereux des machines avaient obtenu les cotations les plus élevées lors de la hiérarchisation des risques.
Conclusion: Le secteur de l'extraction d'huile d'arachide expose à de nombreux facteurs de risques. Au-delà de la prévention primaire, des politiques plus fortes en matière de santé et sécurité au travail doivent être promues.

MOTS-CLEFS: Evaluation risques professionnels, Extraction d'huile, Prévention, Santé au travail, Sénégal.

Corresponding Author: De Faye

1 INTRODUCTION

L'environnement de travail comporte de nombreux facteurs de risque, susceptibles d'interférer avec la santé et la sécurité des travailleurs. L'Organisation Mondiale de la Santé a révélé que 30 à 50 % des travailleurs sont exposés à différents dangers sur leur lieu de travail pouvant affecter leur santé et/ou leur capacité de travail **[1].** En 2017, l'Organisation Internationale du Travail (OIT) a enregistré près de 2,78 millions de décès dans le monde à cause des risques professionnels dont 2,4 millions liées aux seules maladies professionnelles. Chaque année, plus de 374 millions de personnes sont victimes de maladies professionnelles et d'accidents de travail soient 5 à 7% des causes de décès dans le monde et les facteurs de risque sont nettement plus élevés dans les pays en voie de développement et d'industrialisation **[2].** En 2014, l'Afrique était classé deuxième avec 11,8 % de la mortalité mondiale liée au travail après l'Asie (65 %) et le taux d'accidents du travail mortels pour 100 000 travailleurs est quatre à cinq fois supérieur à celui de l'Europe **[2].** Au Sénégal, les rapports de la Caisse de Sécurité Sociale révèlent 1408 accidents de travail en 2020 **[3],** contre 1946 en 2019, et 1984 en 2018 **[4].** En ce qui concerne les maladies professionnelles, les rapports font état de 19 déclarations en 2020 **[3],** et seulement 10 en 2019 **[4].** La filière arachidière au Sénégal occupe plusieurs millions de personnes, depuis la production agricole, jusqu'à la transformation industrielle en huile et en tourteaux d'arachide. Elle est exploitée par une société nationale, dont les usines sont réparties dans plusieurs régions du pays, dont celle de Ziguinchor au sud. Les accidents de travail y sont fréquents: de 2016 à 2020, 60 accidents de travail ont été enregistrés. C'est pour ces raisons que nous avons initié ce travail a consisté dont l'objectif principal est de de réaliser une évaluation des risques professionnels afin de proposer des solutions pour améliorer les conditions de travail, la santé et la sécurité des travailleurs.

2 MATERIELS ET METHODES

Il s'agit d'une étude transversale descriptive menée du 31 Mai au 30 Juin 2022, dans l'usine de fabrication d'huile et de tourteaux d'arachide, sise à Ziguinchor au Sénégal. Notre étude concernait l'ensemble des travailleurs de l'unité de fabrication de l'usine, comprenant les ateliers suivants: décorticage, presserie, extraction et détoxification / pelletisation.

Ont été inclus dans l'étude tous les travailleurs en activité au moment de notre visite de terrain, dans les ateliers de l'unité de production de l'usine, et ayant accepté, après consentement éclairé, de participer à l'étude. Les travailleurs en poste dans tout autre atelier de l'usine étaient exclus de l'étude.

Les instruments d'étude étaient un questionnaire anonyme et l'observation des situations réelles de travail. Le questionnaire administré aux travailleurs portait sur les données sociodémographiques, les conditions et outils/matériels de travail, l'identification et la localisation des différents facteurs de risque, les symptômes ressentis par les travailleurs. Il a aussi permis d'inventorier les équipements de protection et les mesures de sécurité mis en place au sein de l'entreprise. L'observation directe et participative des situations de travail permettait de décrire les conditions de travail et les niveaux d'exposition des travailleurs aux différents facteurs de risque. Des renseignements complémentaires, tirés des dossiers médicaux des travailleurs, ainsi que les données sur les accidents de travail enregistrés dans le registre ouvert au service médical de l'entreprise ont également été mis à profit.

L'évaluation du risque identifié a été faite grâce aux tableaux de cotation tirés du guide d'aide à l'élaboration du document unique **[5].** Ils ont permis de réaliser la cotation de la fréquence d'exposition (F), de la gravité (G) et de la criticité du risque, ainsi que le niveau de protection des travailleurs. Ce niveau de criticité a alors été croisé avec la cotation du niveau de protection afin de déterminer l'indice de risque intrinsèque ou risque brut (R), qui a permis de classer les risques identifiés, afin d'orienter les décisions de priorisation des actions correctrices.

TRAITEMENT DES DONNÉES

Chaque travailleur inclus dans l'étude a d'abord bénéficié d'explications claires sur le but du travail et les méthodes employées. Ce n'est qu'après son consentement éclairé que le questionnaire lui a été administré. Les données ont été traitées dans l'anonymat et le respect de la protection des données personnelles. La saisie et l'analyse des données ont été faites avec Epi-info version 7.2.4.0

3 RESULTATS

3.1 ASPECTS SOCIOPROFESSIONNELS

Notre population d'étude était exclusivement masculine, constituée de 69 travailleurs répartis dans les quatre ateliers, avec un âge moyen de 46,4 ans +/- 9,5 (extrêmes 28 ans et 59 ans). Les individus âgés entre 55 ans et 60 ans étaient les plus représentés avec 24,6 % (n = 17) Fig 1. Les célibataires représentaient 29 % (n = 20) du personnel et les mariés 71 % (n = 49). Les travailleurs avaient un niveau d'études secondaire dans 56,5 %, primaire (37,7 %) et analphabète en langue française (1,4 %). Les saisonniers représentaient 88 % (n=61) contre 12 % (n = 8) pour les permanents. L'ancienneté au poste variait de 1 à 13 ans avec une moyenne de 5,48±2,7 années.

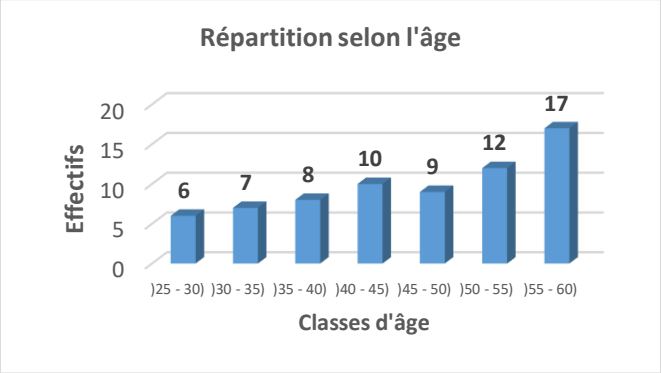


Fig. 1. Répartition des travailleurs selon l'âge

3.2 RISQUES PROFESSIONNELS

Certains risques ont été identifiés dans l'ensemble des quatre ateliers, alors que d'autres étaient plus spécifiques à un atelier, en fonction de ses caractéristiques.

Tableau 1. Répartition des risques identifiés par atelier

Risque / Ateliers	Bruit	Eclairage	Ambiances thermiques	Vibrations	Risque chimique			Risque biologique	Manutention manuelle et postures contraignantes	Risque de trébuchement et heurt	Risque de chute de hauteur	Machines et outils	Electricité	Incendie Explosion	Organisation du travail : Stress
					Fumée	Gaz	Poussières								
Décorticage	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Presserie	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	+
Extraction	+	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+
Détox-Pelletisation	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	-	+

Le bruit était présent dans les quatre ateliers et tous les travailleurs sont exposés. Il était permanent, sauf dans l'atelier extraction, où il était intermittent. L'ensemble des travailleurs interrogés le trouvaient gênant, et tous devaient crier pour communiquer verbalement dans leur atelier respectif, à cause du niveau sonore élevé. Aucun des travailleurs n'était doté d'équipements de protection contre le bruit. 77,7 % (n=28) travailleurs interrogés dans l'ensemble des quatre ateliers se plaignaient de symptômes liés au bruit comme des céphalées et des bourdonnements d'oreille après le travail. Et un seul (2,7 %) avait relevé une baisse subjective de l'acuité auditive le concernant.

L'éclairage artificiel des ateliers était insuffisant durant la nuit, gênant l'exécution du travail, et exposait à des risques d'accidents.

Le risque chimique était relatif à la pollution de l'air ambiant par la poussière dans l'atelier de décorticage, et à l'utilisation de l'hexane dans l'atelier d'extraction. L'empoussièrement était important et permanent, et concernait 30,43% des travailleurs de l'unité de production. Comme équipements de protection individuelle, les travailleurs disposaient tous de masques à poussière (bleus). Mais seuls 4 travailleurs sur les 12 interrogés dans l'atelier de décorticage (soit 33,3 %) l'utilisaient régulièrement. Le motif évoqué était la gêne respiratoire induite par le masque. Nous avons enregistré 91,6 % (n=11) de travailleurs avec des symptômes de toux et de rhume. Au niveau de l'atelier extraction, les salariés (11,59% des travailleurs de l'unité de production) étaient exposés au risque chimique lié à l'utilisation de l'hexane dans le processus de fabrication, exposition attribuée à des fuites, par défaut d'étanchéité du système.

Tous les travailleurs étaient exposés, durant leur quart de nuit, aux piqures de moustiques. La ferraille présente dans les ateliers les exposait aussi à un risque de développer un tétanos suite à une blessure. Le sol inégal par endroit, avec des trous liés à la dégradation progressive du revêtement dans les ateliers, les exposait aussi à des risques de chute de plain-pied et de blessures. Le risque de chute de hauteur était retrouvé à l'atelier décorticage, et concernait 15,94% des salariés de l'unité de production. Les escaliers, les passerelles et les rampes d'accès étaient munis de mains courantes.

Les risques de blessures liés aux machines concernaient 62,32 % du personnel de l'unité de production. En cause, le dispositif de capotage initial des éléments mobiles et dangereux des machines (poulies, pignons, chaines et courroies de transmission des moteurs des machines, transporteurs et élévateurs) souvent enlevé en raison des activités de maintenance fréquentes sur les machines lors des pannes, mais non remis en place.

La manutention manuelle de charges lourdes concernait 47,83 % du personnel de l'atelier de presserie, à savoir les mécaniciens et les aide-mécaniciens de presse, malgré l'existence d'un dispositif d'aide à la manutention prévu pour les charges très lourdes. Les postures contraignantes et incorrectes de travail concernaient 85,5 % des travailleurs de l'ensemble des quatre ateliers.

Le risque électrique était présent dans deux ateliers sur quatre (Ateliers de décorticage et de détoxification/pelletisation), lié à l'existence de boitiers électriques défectueux et de fils conducteurs dénudés et sous tension. Il n'y a pas de système de balisage et de signalisation visuelle du danger électrique lié à ces appareils.

Le matériel électrique défectueux exposait aussi le personnel à un risque d'incendie dans l'atelier de décorticage, lié à l'accumulation de poussières et de toiles d'araignée, mais aussi, sur le sol de l'atelier, de matières inflammables comme les coques d'arachides, les impuretés issues du tamisage (brindilles,…). Au niveau de l'atelier d'extraction, le risque d'incendie/explosion était lié à la présence d'un stock important d'hexane, et son utilisation dans un système non étanche, avec possibilité de formation de poche d'atmosphère explosive.

Enfin sur l'organisation du travail, le travail posté concernaient 85,5 % des travailleurs, avec des horaires de travail en équipes alternantes « 3x8 ». Le travail se faisait parfois dans l'urgence. Et tous les travailleurs interrogés évoquaient l'existence de facteurs de stress comme l'exposition à des dangers sans équipements de protection adéquats, la violence verbale, la discordance entre la charge de travail et la rémunération, mais aussi l'insécurité de l'emploi (travail saisonnier).

3.3 COTATION DES RISQUES

Tableau 2. Cotation des risques identifiés dans les quatre ateliers de l'unité de production

Identification du danger				Cotation de la Criticité					Cotation du niveau de protection					
Famille de danger	Danger	Conditions d'expo	Dommages possibles	Fréquence	Cotation fréquence	Gravité	Cotation gravité	Criticité du risque	Moyens de prévention en place O/T/H	Cotation prévention	Efficacité	Cotation Efficacité	Niveau de Protection	Niveau de risque
Ambiances sonores	Bruit	Toute activité dans l'atelier	Fatigue auditive Troubles de la concentration Hypoacousie Surdité professionnelle	**Très fréquente** : 7 à 8h par jour et tous les jours	16	**Grave** : Maladie Professionnelle avec séquelle	8	128	Pas de moyens de prévention en place	0	Inopérant	0	0	Risque élevé
Ambiances lumineuses	Eclairage	Toute activité dans l'atelier	Fatigue visuelle Majoration du risque d'accidents	**Occasionnelle** : 6 jours par semaine toutes les 3 semaines	4	**Faible**	2	8	**Technique** : Eclairage nocturne	1	Peu efficace	1	1	Risque faible
Risque Chimique	Poussières	Toute activité dans l'atelier	Pneumopathies infectieuses, Allergies, Asthme professionnel Irritation oculaire	**Très fréquente** : 7 à 8h par jour et tous les jours	16	**Moyenne** : Maladie professionnelle, Arrêt de travail	4	64	**Technique** : Aspiration à la source **Humains** : Masque	2	Peu efficace	1	2	Risque modéré
Risque Chimique	Hexane	Inhalation des vapeurs ou contact cutané ou oculaire lors	Irritation cutanée Irritation oculaire et Opacification cornée, Irritation des voies	**Fréquente** : Plusieurs fois par semaine	8	**Grave** : Maladie Professionnelle	8	64	**Techniques** : étanchéité Système et circuit, Ventilation naturelle importante	1	Peu efficace	1	1	Risque élevé

		de l'ouverture des barils, du déchargement des barils (baril percé, déversement), lors des activités dans l'atelier Extraction	respiratoires, Fatigue, Narcose et Toxicité neurologique Susceptible de nuire à la fertilité						(Ouverture de l'atelier sur les quatre cotés)					
Risque biologi	Paludisme	Travail en quart de nuit dans l'usine	transmission du paludisme	**Occasionnelle** : plusieurs fois par mois	4	**Moyenne** : Arrêt de travail de moins de 8j	4	16	**Organisationnel** : séance d'épandage d'insecticides	1	Peu efficace	1	1	Risque faible
Risque biologique	Tétanos	Blessures par heurt sur la ferraille présente dans l'atelier	Tétanos	**Rare**	2	**Grave** : Maladie Professionnelle avec arrêt de plus de 8j	8	16	**Organisationnels**: organisation des soins au service médical, vaccination préventive au tétanos **Humains**: Equipements de protection individuels (chaussures de sécurité)	2	Efficace	2	4	Risque faible
Risque lié à l'activité	Manutention manuelle	Travaux de maintenance sur les machines	Douleurs musculaires, articulaires, lombalgies dorsalgies, Troubles musculosquelettiques	**Occasionnelle** : Plusieurs fois par mois	4	**Moyenne** : Douleurs musculaires, Arrêt de travail de moins de 8j	4	16	**Technique** : dispositif d'aide à la manutention de charge lourde	1	Efficace	2	2	Risque Faible
Risque de chute de	chute de plain-pied	circulation lors des travaux dans l'atelier	Blessures, plaies, contusions, hématomes, entorses, fractures	**Très fréquente** : 7 à 8h par jour et tous les jours	16	**Moyenne**	4	64	**Humains** : Chaussures de sécurité	1	Efficace	2	2	Risque Modéré
Risque de chute de hauteur	Chute de Hauteur	Vérification niveau, ajustement volet de distribution des nettoyeurs, commandes des élévateurs dans l'atelier Décorticage	Plaies, contusions, hématomes, entorses, fractures, décès	**Fréquente** : 1 à 2 fois par jour, et plusieurs fois par semaine	8	**Grave** : Arrêt de travail entre 8 et 30 jours	8	64	**Techniques**: Mains courantes et garde-corps sur les passerelles et plateformes, Echelle	1	Efficace	2	2	Risque modéré
risque lié aux machines et outils	Outils et Eléments mobiles et dangereux des machines	Travaux de maintenance et circulation à proximité des parties mobiles des machines lors des travaux dans les ateliers concernés,	Plaies, coupures, contusions, Fractures, perte de membres, décès	**Fréquente**: plusieurs fois par semaine	8	**Grave** : Arrêt de travail entre 8 et 30 jours	8	64	**Techniques** : Capotage des parties mobiles	1	Inopérant	0	0	Risque élevé
Risque électrique	Electricité	Manipulation du boitier lors des travaux de maintenance sur les machines, contact avec les fils dénudés par inadvertance	Brûlures, électrisation, électrocution	**Occasionnelle**	4	**Grave** : Arrêt de travail entre 8 et 30 jours	8	32	**Organisationnels** : Procédure (Toujours informer les électriciens en cas de problèmes en rapport) **Techniques** : Mise en terre, dispositif de mise hors tension **Humains** : Gants et chaussures isolantes	3	Peu efficace : Parfois mesures non respectées	1	3	Risque faible

Risque Incendie-Explosion	Incendie-Explosion	Court-circuit avec étincelles ou arc électrique enflammant les coques d'arachides et brindilles accumulées, Formation d'une atmosphère explosive (hexane), Auto-combustion des écailles de tourteaux dans les magasins de stockage et propagation du feu dans les ateliers alentours	Brûlures, Intoxication au CO, Pertes matérielles, Décès	**Rare**	2	**Très Grave**	16	32	**Organisationnels**: Permis de feux, Définition Zone ATEX au niveau de l'atelier Extraction, interdiction de fumer, consignation des téléphones à l'entrée de l'atelier Extraction, Nettoyage périodique des toiles d'araignée et éléments inflammables dans les ateliers **Techniques**: moyens d'extinction disponibles (RIA, motopompes, extincteurs)	2	Efficace	2	4	Risque faible

Ainsi douze (12) dangers ont été classés en fonction de la cotation du niveau de risque pour la priorisation des actions à mener pour réduire leur probabilité d'occurrence.

Le tableau suivant donne la hiérarchisation des dangers identifiés en fonction du niveau de risque.

Tableau 3. Hiérarchisation des risques identifiés dans les ateliers de l'unité de production

	Risque élevé	Risque modéré	Risque faible
Dangers	• Bruit • Hexane • Eléments mobiles et dangereux des machines	• Poussières • Chute de plain-pied • Chute de hauteur	• Eclairage • Piqûre de moustiques • Tétanos • Manutention manuelle • Risque électrique • Risque Incendie-Explosion

4 DISCUSSION

4.1 ASPECTS SOCIOPROFESSIONNELS

Notre population d'étude est exclusivement masculine. Cela peut s'expliquer d'une part, par le fait que seuls les employés de l'unité de production ont été inclus dans notre étude, et d'autre part parce que le milieu industriel est un milieu difficile et contraignant pour les femmes, qui occupent plutôt des postes administratifs, compte tenu dans notre contexte, du rôle social de ces dernières, dans la gestion du ménage. Plusieurs autres études dans le domaine industriel ont constatés la même tendance de prédominance masculine dans les effectifs **[6], [7], [8], [9].** On notait cependant une population vieillissante.

4.2 RISQUES PROFESSIONNELS

L'exposition au bruit chez les travailleurs est importante, particulièrement dans notre contexte industriel. Tous les travailleurs des quatre ateliers de l'unité de production sont exposés à un niveau sonore élevé, lié surtout aux machines bruyantes utilisées dans le processus industriel. Nous n'avons pas pu faire une mesure quantitative du niveau sonore au sein des ateliers, mais une évaluation qualitative effectuée lors des observations des situations de travail a permis de conclure que le niveau sonore était élevé, puisque le bruit obligeait les travailleurs à crier pour communiquer dans les ateliers. Plusieurs enquêtes ont défini l'exposition professionnelle au bruit comme étant « dangereuse » lorsque le bruit était « tellement fort qu'il fallait parler d'une voix élevée pour être entendu » et « à une distance de longueur de bras", car cet effort vocal suggère des expositions au bruit supérieures à 85 à 90 dB **[10], [11].** L'impact négatif est important sur la qualité de vie, car en plus de la perte auditive et des acouphènes, ils sont associés aussi aux maladies cardiovasculaires, à la diminution du rendement et aux troubles du sommeil **[12], [13].**

Les solvants comme l'hexane sont utilisés, entre autres, dans l'industrie agroalimentaire pour l'extraction chimique des huiles à partir des oléagineux, en complément de l'extraction mécanique par des presses. Chez l'homme, la polyneuropathie sensorimotrice symétrique est la principale manifestation dans l'intoxication subaiguë ou chronique par l'hexane **[14], [15], 16].** L'exposition chronique à faible dose de n-hexane, souvent observée chez les travailleurs industriels, provoque apparemment une perte axonale avec une déficience sensorielle **[17].** L'évolution clinique des atteintes se fait généralement en deux phases, avec une apparition et aggravation des symptômes en deux à trois mois, suivi d'un lent rétablissement pendant environ un à deux ans après la fin de l'exposition au n-hexane **[17].** Dans notre étude, aucun des travailleurs ne présente de manifestations cliniques neurologiques liées à l'hexane. Cependant un seul travailleur a pu se rendre à Dakar pour effectuer un électromyogramme pour les visites annuelles, car l'examen n'était pas disponible à Ziguinchor. Aucune anomalie n'a été détectée dans ses résultats. La ventilation importante et naturelle de l'atelier, complètement ouvert sur les quatre côtés, pourrait expliquer l'absence d'impact neurologique des vapeurs d'hexane sur les travailleurs, mais ne doit pas faire négliger l'importance du renforcement continu des mesures de prévention et de protection vis-à-vis de ce risque, tant que cela est possible.

Nous avons mis en évidence chez 62,32 % des travailleurs de l'unité de production un risque de blessures (coupures, écrasement, perte de membre…) lié aux éléments mobiles et dangereux des machines dans les différents ateliers. D'autres études d'évaluation des risques dans divers domaines industriels rapportent les mêmes risques liés aux machines **[7], [8], [9],** mais aussi les mêmes causes **[9],** puisque les dispositifs de capotage initial sont souvent enlevés en raison des activités de maintenance fréquentes et répétées sur les machines lors des pannes.

Tous les travailleurs de l'unité de production sont exposés à des risques de chute de plain-pied, du fait de la dégradation du revêtement du sol dans les ateliers. Ces risques sont responsables de 13,04 % des accidents de travail dans l'entreprise entre Janvier 2020 et Juin 2022. Les risque de chutes par glissement constituent une des principales causes de blessures professionnelles et représentent environ 20 à 40 % du total des accidents du travail aux États-Unis, au Royaume-Uni et en Suède **[18].** Mais au-delà de l'état et des caractéristiques des chaussures de sécurité et de l'état de la surface du sol, d'autres facteurs individuels et environnementaux peuvent entrer en jeu dans la survenue des chutes en milieu professionnel: l'activité, l'exigence d'urgence dans son exécution, la qualité de l'éclairage, la biomécanique de la démarche humaine, le vieillissement, l'alcool et les drogues, l'attention et la fatigue **[19].** Dans notre contexte nous retrouvons justement cette notion de travail dans l'urgence, le vieillissement, ainsi la mauvaise qualité de l'éclairage, surtout nocturne, qui participe à majorer le risque de chute et de blessures.

Les risques de chute de hauteur concernent 15,94 % des travailleurs dans notre série. Et il faut signaler que les chutes de hauteur sont en cause dans 3 accidents sur les 23 recensés dans l'usine, toutes causes confondues, entre Janvier 2020 et Juin 2022 soit 13,04 %.

L'exposition aux poussières fait partie des risques mis en évidence lors de notre évaluation. La poussière est ici de nature minérale, issue du sable mélangé aux graines d'arachides, mais aussi végétale, avec des fragments de coques d'arachides mis en suspension dans l'air ambiant de l'atelier. Même si la fraction inhalable de poussières n'a pas été mesurée, nous avons constaté l'empoussièrement au niveau de tous les postes de travail de l'atelier de décorticage. Le sol, les machines et les murs sont couverts de poussières, et l'air ambiant est rempli de particules en suspension. L'exposition professionnelle à la poussière est une cause importante de bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) **[20],** et d'autres pathologies du système respiratoire. Les travailleurs exposés à des poussières contenant de la silice sont à risque de développer une silicose et une silico-tuberculose **[21].** Le fait marquant ici dans notre contexte est que malgré l'importante exposition à la poussière, seuls 33 % des travailleurs exposés utilisaient fréquemment des masques, par ailleurs inadaptés, pour limiter l'inhalation. Le motif évoqué pour l'utilisation irrégulière du masque est la gêne respiratoire provoquée.

Le risque de transmission du paludisme au sein de l'usine n'est pas spécifique de notre secteur d'activité, ou d'un autre en particulier. Il est simplement lié à la pullulation hivernale des moustiques dans notre contexte tropical, et vient grever de manière saisonnière la morbidité dans la population de travailleurs. La période hivernale augmente rapidement le nombre de gîtes larvaires potentiels au sein de l'usine, et favorise ainsi la multiplication des moustiques.

Hormis les chefs d'atelier qui supervisent le travail et peuvent se retirer dans leur bureau, des situations de travail obligeant les salariés à des postures incorrectes et contraignantes (station debout prolongée, penché en avant, torsion du tronc ou position agenouillée et tronc incliné vers l'arrière) ont été observées à l'ensemble des poste de l'unité de production (85,5 % des travailleurs). La manutention de charges lourdes, même si elle est occasionnelle, n'est pas effectuée dans le respect des bonnes postures à avoir pour éviter des lésions et traumatismes musculosquelettiques. Plusieurs études ont démontré la corrélation entre la manutention manuelle de charge lourdes et les postures contraignantes et la survenue de lombalgies **[22], [23], [24], [25], [26].** Ces situations de travail exposent ainsi les travailleurs à des troubles musculosquelettiques et surtout à des lombalgies.

Le risque électrique était présent dans plusieurs ateliers. Il n'y avait pas de consignation ni de balisage des boitiers défectueux. A cela s'ajoute la vétusté du réseau et du matériel électrique. L'interaction entre les travailleurs de l'atelier et ces facteurs de risque électrique n'est qu'occasionnelle. Le risque est bien plus important pour les électriciens qui interviennent directement sur le réseau. Bien que des mesures de protection organisationnelles (Procédure: Toujours informer les électriciens en cas de problèmes en rapport), techniques

(Mise en terre, Isolation, dispositif de mise hors tension), et individuelles (Gants et chaussures isolantes pour les électriciens intervenants) aient été mise en place, elles ne sont pas tout le temps respectées. Cela peut conduire à des situations dangereuses avec des conséquences graves et potentiellement mortelles. Le dernier accident de travail impliquant le risque électrique dans l'usine remonte à Novembre 2020 et avait entrainé des brûlures au second degré au niveau des mains chez un électricien au moment de son intervention.

Le risque incendie/explosion a été mis en évidence aussi. Parmi les facteurs de risque retrouvé, il y a l'hexane, substance très inflammable dont les vapeurs peuvent former une atmosphère explosive. Le risque est réel, puisqu'en Février 2018 à Dieppe en Seine maritime, une explosion mortelle a eu lieu dans une usine d'extraction d'huile **[27].** L'accident a eu lieu dans l'atelier d'extraction, au moment de l'intervention d'une entreprise extérieure dans un extracteur (rempli de vapeurs d'hexane) suite au bourrage de ce dernier. Autre facteur de risque retrouvé, les écailles sèches de tourteaux d'arachides stockés dans les magasins à proximité des ateliers de l'unité de production. Ce sont des produits inflammables autres que ceux étiquetés de manière conventionnelle, sur lequel il a été constaté à plusieurs reprises des phénomènes d'auto-combustion, pouvant être à l'origine de très grands incendies. Ces derniers peuvent se propager aux ateliers alentours et être à l'origine de dégâts matériels et humains non négligeables. Tous les ateliers ne disposent pas d'extincteurs fonctionnels et en nombre suffisant. Et tous les travailleurs ne sont pas formés à l'utilisation correcte des moyens de lutte contre l'incendie. Le risque incendie-explosion se retrouve dans d'autres secteurs industriels comme la meunerie, ou chez les boulangers **[7], [8], [9],** mais garde la spécificité des caractéristiques de ses facteurs de risque en fonction du secteur d'activité considéré.

Selon l'organisation du travail, les horaires de travail « 3x8 » sont la règle pour 85,5 % des travailleurs des quatre ateliers de l'unité de production avec des horaires de nuit en alternance. Le travail se fait parfois dans l'urgence, lorsque des exigences d'augmentation de la cadence de production l'imposent. Le travail posté est pourvoyeur de troubles du sommeil et de l'éveil, de risque accidentel, de pathologies cardiovasculaires, de troubles digestifs et endocriniens, de risque d'obésité et cancers **[28].**

5 CONCLUSION

Au Sénégal, la filière arachidière occupe une place importante dans l'économie du pays. Les travailleurs de ce secteur industriel sont exposés à de nombreux facteurs de risques altérant leur santé au quotidien. Mais certains facteurs de risques sont plus spécifiques du secteur industriel de l'extraction d'huile, comme l'exposition à l'hexane. Des actions de prévention et de protection des travailleurs contre ces nombreux facteurs de risques doivent être envisagées plus sérieusement, orientées en priorité sur la prévention primaire, tout en insistant sur la promotion d'une culture de prévention des risques. Cette prévention primaire se traduit par des politiques plus fortes en matière de santé et sécurité au travail, des contrôles réguliers et rigoureux et des sanctions exemplaires à l'égard des contrevenants.

REFERENCES

[1] Organisation mondiale de la santé, Bureau régional de l'Europe. Global strategy on occupational health for all: the way to health at work : recommendation of the Second Meeting of the WHO Collaborating Centres in Occupational Health, 11-14 October 1994, Beijing, China. 1995.

[2] La sécurité et la santé au cœur de l'avenir du travail ILO 2019 [Internet]. [cité 25 juin 2022]. Disponible sur: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_687619.pdf

[3] Direction générale du travail et de la sécurité sociale, Direction des statistiques du travail et des études. Rapport annuel des statistiques du travail 2020 [Internet]. Rapport annuel 2020. Dakar (SN): Direction des statistiques du travail et des études; 2021. [cité 24 juin 2022]. 60p. Disponible sur: https://www.dgtss.gouv.sn/sites/default/files/rapport_statistiques_du_travail_2020.pdf

[4] Direction générale du travail et de la sécurité sociale, Direction des statistiques du travail et des études. Rapport annuel des statistiques du travail 2019 [Internet]. Rapport annuel 2019. Dakar (SN): Direction des statistiques du travail et des études; 2020. [cité 24 juin 2022]. 67p. Disponible sur: https://dgtss.gouv.sn/sites/default/files/rrapport_annuel_statistiques_du_travail_2019.pdf

[5] GUIDE D'AIDE À l'ÉLABORATION DU DOCUMENT UNIQUE - SIST VO - mise à jour 2016 - SIST- VO [Internet]. [cité 5 mars 2023]. Disponible sur: https://fr.readkong.com/page/du-document-unique-guide-d-aide-l-laboration-2040979.

[6] Kyambikwa CB, Mwanga JL, Mbarambara PM, Mudimba ML. Prévalence des accidents du travail et facteurs associés à la cimenterie de Katana en République démocratique du Congo (RDC). Arch Mal Prof Environ [Internet]. déc 2015 [cité 25 juin 2022]; 76 (6): 579-84. Disponible sur: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1775878515002118.

[7] Pichelin S, Maillou M, Piaumier P, Courtois M, Dab W. Évaluation des risques professionnels dans une minoterie. Arch Mal Prof Environ [Internet]. déc 2011 [cité 16 juin 2022]; 72 (6): 581-3. Disponible sur: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1775878511002086.

[8] Gaye Épouse Fall MC, Nouctadie Kembou R. Évaluation des risques professionnels et de l'état de santé des boulangers à Dakar. Arch Mal Prof Environ [Internet]. juin 2012 [cité 16 juin 2022]; 73 (3): 538-9.

Disponible sur: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1775878512007175.
[9] Dia SA, Mohamed AS, Soumare A, Ndoye EO, Agbobli M, Gaye Fall MC, et al. Évaluation des risques professionnels chez les travailleurs d'une meunerie à Dakar. Arch Mal Prof Environ [Internet]. 1 févr 2018 [cité 24 juill 2022]; 79 (1): 18-22. Disponible sur: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1775878517300929.
[10] Tak S, Davis RR, Calvert GM. Exposure to hazardous workplace noise and use of hearing protection devices among US workers-NHANES, 1999-2004. Am J Ind Med [Internet]. mai 2009 [cité 23 juill 2022]; 52 (5): 358-71. Disponible sur: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ajim.20690.
[11] Palmer K, Griffin M, Syddall H, Davis A, Pannett B, Coggon D. Occupational exposure to noise and the attributable burden of hearing difficulties in Great Britain. Occup Environ Med [Internet]. sept 2002 [cité 23 juill 2022]; 59 (9): 634-9. Disponible sur: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1740364/.
[12] Themann C, Suter A, Stephenson M. National Research Agenda for the Prevention of Occupational Hearing Loss—Part 1. Semin Hear [Internet]. 13 août 2013 [cité 23 juill 2022]; 34 (03): 145-207. Disponible sur: http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-0033-1349351.
[13] Basner M, Babisch W, Davis A, Brink M, Clark C, Janssen S, et al. Auditory and non-auditory effects of noise on health. The Lancet [Internet]. avr 2014 [cité 23 juill 2022]; 383 (9925): 1325-32. Disponible sur: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S014067361361613X.
[14] Herskowitz A, Ishii N, Schaumburg H. N-hexane neuropathy. A syndrome occurring as a result of industrial exposure. N Engl J Med. 8 juill 1971; 285 (2): 82-5.
[15] Yamamura Y. n-Hexane Polyneuropathy†. Psychiatry Clin Neurosci [Internet]. 1969 [cité 23 juill 2022]; 23 (1): 45-57. Disponible sur: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1440-1819.1969.tb01441.x.
[16] Jørgensen NK, Cohr KH. N-hexane and its toxicologic effects: a review. Scand J Work Environ Health. sept 1981; 7 (3): 157-68.
[17] Huang C. Polyneuropathy induced by n-hexane intoxication in Taiwan. Acta Neurol Taiwanica. 2008; 17 (1): 3.
[18] Sarkar S, Raj R, Vinay S, Maiti J, Pratihar DK. An optimization-based decision tree approach for predicting slip-trip-fall accidents at work. Saf Sci [Internet]. oct 2019 [cité 24 juill 2022]; 118: 57-69. Disponible sur: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0925753519300074.
[19] Bentley T. The role of latent and active failures in workplace slips, trips and falls: An information processing approach. Appl Ergon [Internet]. mars 2009 [cité 24 juill 2022]; 40 (2): 175-80. Disponible sur: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003687008000641.
[20] Oxman AD, Muir DCF, Shannon HS, Stock SR, Hnizdo E, Lange HJ. Occupational Dust Exposure and Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Systematic Overview of the Evidence. Am Rev Respir Dis [Internet]. juill 1993 [cité 24 juill 2022]; 148 (1): 38-48. Disponible sur: https://www.atsjournals.org/doi/abs/10.1164/ajrccm/148.1.38.
[21] Bhagia LJ. Non-occupational exposure to silica dust. Indian J Occup Environ Med [Internet]. 2012 [cité 24 juill 2022]; 16 (3): 95-100. Disponible sur: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3683189/.
[22] Andini F. Risk factors of low back pain in workers. J Major. 2015; 4 (1).
[23] Frymoyer JW, Pope MH, Clements JH, Wilder DG, MacPherson B, Ashikaga T. Risk factors in low-back pain. An epidemiological survey. JBJS. 1983; 65 (2): 213-8.
[24] Guo HR, Tanaka S, Halperin WE, Cameron LL. Back pain prevalence in US industry and estimates of lost workdays. Am J Public Health. 1999; 89 (7): 1029-35.
[25] Latza U, Karmaus W, Stürmer T, Steiner M, Neth A, Rehder U. Cohort study of occupational risk factors of low back pain in construction workers. Occup Environ Med. 2000; 57 (1): 28-34.
[26] Gilkey DP, Enebo BA, Keefe TJ, Vela Acosta MS, Hautaluoma JE, Bigelow PL, et al. Low back pain in Hispanic residential carpenters. J Chiropr Med [Internet]. 1 mars 2007 [cité 24 juill 2022]; 6 (1): 2-14. Disponible sur: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0899346707000183.
[27] Explosion mortelle dans une usine d'extraction d'huile [Internet]. La référence du retour d'expérience sur accidents technologiques. [cité 27 juill 2022]. Disponible sur: https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/51074/.
[28] Léger D, Bayon V, Metlaine A, Prevot E, Didier-Marsac C, Choudat D. Horloge biologique, sommeil et conséquences médicales du travail posté. Arch Mal Prof Environ [Internet]. 1 juin 2009 [cité 26 juill 2022]; 70 (3): 246-52. Disponible sur: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1775878509000848.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1284-1291
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Utilisation des services de santé prénatale et connaissance des risques liés à la grossesse dans les districts sanitaires de l'ex-province du Katanga en RDC

[Use of prenatal health services and knowledge of the risks associated with pregnancy in the health districts of the former Katanga province in the DRC]

Fortuna Kalam Kamb[1], Christophe Kaswala Nyambi[2], Jean-Baptiste Kakoma Sakatolo[2], and Françoise Malonga Kaj[2]

[1]Institut Supérieur de Statistique de Lubumbashi (ISS, L'SHI), Lubumbashi, RD Congo

[2]Ecole de Santé Publique, Université de Lubumbashi (ESP, UNILU), Lubumbashi, RD Congo

Copyright © 2023 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: *Introduction*: our study describes the state of knowledge of the risks associated with pregnancy and analyzes the factors that influence the use of ANC services by women aged 15 to 49 living in the former province of Katanga. *Methodology*: the study is descriptive and analytical. The data analyzed were collected by the survey conducted in 2014 by the PARSS II / RDC project. We used SPSS.20 software for data processing. *Results*: 86.8% of women who gave birth in the last 12 months declared having followed ANC. More than 90% of them had consulted nurses or midwives; over 49% believe that consultation costs are either relatively expensive or very expensive. More than 30% of women say they were not educated on danger signs during ANC. Knowledge of the danger of pregnancy; pregnancies too close together and the cost of consultations are significant factors in the decision to use antenatal consultation services. *Conclusion*: the low proportion of women who know the signs of risk during pregnancy, the low proportion of those who have received information on these signs and the high cost of ANC advocate for the strengthening of health education in rural areas, the training and motivation of health personnel working in rural areas and the assumption by the community of the costs of ANC.

KEYWORDS: Prenatal consultation, maternal mortality, risks, Katanga, Democratic Republic of Congo.

RESUME: *Introduction:* notre étude décrit l'état de connaissance des risques liés à la grossesse et fait l'analyse des facteurs qui influencent l'utilisation des services de consultation prénatale (CPN) par les femmes de 15 à 49 ans résidant dans l'ex-province du Katanga. *Méthodologie:* l'étude est descriptive et analytique. Les données analysées ont été collectées par l'enquête menée en 2014 par le projet PARSS II/RDC. Nous avons utilisé le logiciel SPSS.20 pour le traitement des données. *Résultats:* Les femmes ayant accouché les 12 derniers mois, avant l'enquête (86,8%), déclarent avoir suivi les CPN. Plus de 90% d'entre elles avaient consulté les infirmiers ou accoucheuses; plus de 49% estiment que les coûts de consultations sont soit relativement chers ou très chers. Plus de 30% des femmes déclarent n'avoir pas été renseignées sur les signes de danger lors des CPN. La connaissance du danger que représente une grossesse, les grossesses trop rapprochées et le coût des consultations sont les facteurs significatifs dans la décision d'utilisation des services de consultation prénatale. *Conclusion:* la faible proportion des femmes qui connaissent les signes de risque pendant la grossesse, la faible proportion de celles ayant reçu des informations sur ces signes et le coût élevé des CPN militent pour le renforcement de l'éducation à la santé dans les milieux ruraux, la formation et la motivation du personnel de santé œuvrant dans les milieux ruraux et la prise en charge par la communauté des coûts de CPN.

MOTS-CLEFS: Consultation prénatale, mortalité maternelle, risques, Katanga, République Démocratique du Congo.

1 INTRODUCTION

Aujourd'hui, grâce aux différentes techniques existant dans le domaine obstétrical, les décès maternels peuvent être évités et les risques liés à la grossesse sensiblement réduit. Il faut pour ce faire donner une information correcte à toutes les femmes, à leurs conjoints et membres de famille. Si chaque femme peut être bien nourrie avant et pendant la grossesse, si elle peut se faire examiner au moins

quatre fois pendant sa grossesse et suivre les recommandations prescrites par un personnel de santé qualifié (médecin, infirmier, sage-femme), si elle est assistée pendant son accouchement dans un milieu hospitalier approprié et recevoir des soins postnataux de qualité auprès d'un agent de santé, les taux de mortalité maternelle et de mortinatalité s'en trouverons considérablement réduits [1], [2].

La consultation prénatale constitue le cadre privilégié qui offre une grande opportunité pour suivre la santé de la mère et de l'enfant en son sein, cette prise en charge de la mère à travers le service de Consultation prénatale permet du point de vue psychologique et comportemental de rapprocher la femme et sa famille au système de santé existant [3]. Lors de ces consultations on peut soigner et prévenir certaines maladies, informer la femme sur les éventuels risques liés à la grossesse et faire certains tests nécessaires au dépistage des maladies à risque, comme le VIH, le diabète,…, pour elle-même et pour son enfant [4]. La consultation prénatale est surtout une occasion privilégiée pour établir avec la femme enceinte son plan d'accouchement, afin de diminuer le risque de complications généralement observées lors des accouchements [5].

Selon les estimations données par l'OMS, UNICEF, UNFPA, la Banque mondiale et la division de la population de Nations Unies, le taux de mortalité maternelle dans les pays de l'Afrique subsaharienne est, en 2017, de 542 (I.C= [498; 649]), contre 211 (I.C = [199; 243]) dans le monde. On note cependant d'importantes disparités entre les pays, à l'intérieur d'un même pays, entre les populations à faible revenu et à revenu élevé et entre les populations rurales et urbaines [6].

À l'échelle mondiale, une femme sur 190 risquait en 2017 de mourir de complications liées à la grossesse ou l'accouchement, au cours de son existence, contre une sur 100 en 2000. Si ce risque a été divisé de près de la moitié dans le monde, c'est en Afrique subsaharienne qu'il reste le plus élevé: une femme sur 38 y meurt encore d'une cause liée à la maternité. Un chiffre qui s'explique par le niveau élevé des risques de décès par naissance et des taux de fécondité. 295 000 femmes dans le monde sont mortes des suites d'une grossesse ou d'un accouchement en 2017. C'est l'Afrique subsaharienne qui possède le taux de mortalité maternelle le plus élevé parmi les sept régions du monde, avec 534 décès pour 100 000 naissances vivantes (68 %). Elle est suivie de l'Asie du Sud (19 %), région qui a toutefois accompli le plus de progrès entre 2000 et 2017, avec un taux de mortalité maternelle qui a chuté de 395 à 163 décès pour 100 000 naissances vivantes, soit une baisse de 59 %. La région Asie de l'Est et Pacifique en concentre 7 %, tandis que les 5 % restants sont répartis dans le reste du monde [7]. Parmi les complications les plus citées dans les décès maternels on note: l'hémorragie sévère (pour l'essentiel après l'accouchement); les infections (habituellement après l'accouchement); l'hypertension durant la grossesse (pré éclampsie et éclampsie) [8]; les complications dues à l'accouchement; l'avortement pratiqué dans de mauvaises conditions de sécurité [1].

Les signes de danger suivants: le saignement, les convulsions / perte de connaissance, la fièvre, les pertes d'eau ou de liquide verdâtre, les violents maux de ventre, la respiration difficile ou rapide, les violents maux de tête, trouble de la vue/vision floue, le visage et/ou les mains enflées, le bébé qui bouge moins, exigent que la femme enceinte sollicite sans délai l'intervention d'un personnel qualifié de santé [9], [10]. Pour que la femme enceinte arrive à réagir correctement et rapidement à l'égard de ces risques éventuels, il lui faut une bonne connaissance de danger que ces signes présentent.

La République démocratique du Congo (RDC) est un pays caractérisé par un niveau élevé de mortalité maternelle et néonatale. L'accès aux soins obstétricaux et néonatals d'urgence demeure encore faible [11].

La RDC compte parmi les pays de l'Afrique Sub-saharienne, dont la charge de décès maternels, figure parmi les plus élevées. En 2015, la RDC a le 43ème taux de mortalité le plus élevé du monde, avec 10,07 morts pour 1000 personnes et le 17ème taux de mortalité maternelle le plus élevé du monde, avec 693 morts pour 100000 naissances vivantes [12]. Les progrès enregistrés dans la lutte contre la mortalité maternelle restent bien minces. D'après les statistiques sanitaires de la Banque Mondiales, le taux de mortalité maternelle dans ce pays, est passé de 760 (I.C: 578 – 992) pour 100 000 Naissances vivantes en 2000 à 473 (I.C: 341 – 693) en 2017, soit une réduction annuelle de à peu près 2,8% (I.C: 0,1- 4,7) [7], [13].

Comme dit ci-dessus, la bonne information et une sensibilisation de la population à un comportement adéquat permettraient de conduire le plus grand nombre possible de femmes à fréquenter les services de santé et particulièrement, à suivre les consultations prénatales pendant la grossesse et postnatales après accouchement. La présente étude, permet d'évaluer le niveau de connaissance des signes de risque liés à la grossesse, le niveau d'utilisation des services de consultation prénatale et de prévention contre certaines maladies liées à l'état de grossesse, dans les milieux ruraux de deux districts sanitaires échantillonnés dans l'ex-province du Katanga, en vue d'améliorer le suivi de la santé de la mère pendant sa période de grossesse.

2 OBJECTIFS

2.1 OBJECTIF PRINCIPAL

L'objectif poursuivi dans cette étude est d'apporter notre contribution à l'amélioration de la santé maternelle dans l'ex-province du Katanga, particulièrement dans les zones de santé rurales des districts sanitaires du Haut-Katanga et du Lualaba.

2.2 OBJECTIFS SPÉCIFIQUES

Cette étude cherche à:

- Déterminer le taux de fréquentation des services de consultation prénatale (CPN);
- Déterminer le taux de prévention contre les maladies récurrentes pendant la grossesse;
- Déterminer le niveau de connaissance des signes de risque majeur pendant la grossesse;
- Expliquer par un modèle mathématique, l'utilisation des services de consultation prénatale

3 MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les données utilisées dans cette étude ont été collectées du 16 janvier au 16 février 2014, par le Projet d'Appui à la Réhabilitation des Structures de Santé (PARSS. II/RDC). Notons que le projet PARSS avait pour but d'apporter une contribution significative aux efforts consentis par le Gouvernement de la RDC pour améliorer la situation socio-sanitaire de la population à travers l'amélioration de l'accès et l'utilisation de soins et services de santé de base [14]. Nous avons retenu les informations en rapport avec les grossesses, accouchements, soins pré et postnatals dans les districts sanitaires de Haut-Katanga et Lualaba, dans l'ex-province du Katanga. Les femmes enquêtées résident dans les zones de santé rurales. Pour l'évaluation des connaissances relatives aux dangers et signes de dangers, nous avons considéré toutes les femmes de 15 à 49 ans échantillonnées dans ces deux districts, soit un total de 1672 femmes répartie 848 dans le Haut-Katanga et 824 dans le Lualaba. Seules les femmes qui avaient accouché au cours des douze mois avant l'enquête ont été retenues pour évaluer l'utilisation des services de consultation prénatale et prévention contre les maladies pendant la grossesse, soit un échantillon de 358 femmes, 232 dans le Haut-Katanga et 126 dans le Lualaba.

3.1 TYPE D'ÉTUDE

Nous avons fait une étude transversale descriptive et analytique.

3.2 ANALYSES STATISTIQUES

La variable « suivi des consultations prénatales", est la variable principale dans cette étude, nous cherchons à l'expliquer en fonction des autres variables considérées comme exogènes. Nous avons considéré, par ailleurs que les mesures préventives pour une maternité sans risque sont intégrées dans les soins prénatals, aussi pour mettre en évidence les facteurs pouvant favoriser le choix des consultations prénatales, nous avons pris en compte les variables telles: le plus haut niveau d'étude, l'état matrimonial de la femme enceinte, la connaissance du danger que présente la grossesse, le coût de la consultation et l'âge de la femme catégorisé en trois groupes: l'âge inferieur à vingt ans, l'âge entre vingt et trente-cinq ans et l'âge supérieur a trente-cinq ans [15]. Nous considérons que les femmes ayant l'âge inférieur à 20 ans sont précoces et ont des risques plus élevés de connaitre des complications de grossesse [16], [1].

Celles dont l'âge est supérieur à 35 ans sont placées parmi des cas de grossesses tardives et sont sujettes à beaucoup des complications [2].

Pour faire ressortir la liaison entre la variable principale et les autres variables exogènes, nous avons fait recours à la régression logistique. Le test de Hosmer et Lemeshow a permis d'apprécier la significativité du modèle de l'ajustement, les OR ont été présentés, de même que leurs intervalles de Confiance au seuil d'acceptation de 95%. Pour les différentes analyses statistiques, nous avons utilisé le logiciel de traitement des données statistiques SPSS.20.

4 RESULTATS

4.1 CARACTÉRISTIQUES DES FEMMES

Tableau 1. Profils des femmes échantillonnées

Variables	Haut-Katanga		Lualaba		TOTAL	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Nombre de femmes	848	50,7	824	49,3	1672	100
Niveau d'étude						
Aucun	458	54,1	478	58,0	936	56
Primaire	283	33,4	149	18,1	432	26
Secondaire	98	11,6	185	22,5	283	17
Supérieur	8	0,9	12	1,5	20	1
Etat matrimonial						
Mariée	654	77,4	611	74,2	1265	76
Union libre	32	3,8	58	7,0	90	5
Non mariée	159	18,8	155	18,8	314	19
Avaient dormi sous MILD	577	68,0	550	66,7	1127	67
Avaient accouché les 12 derniers mois	232	27,4	126	15,3	358	21,4

L'âge moyen des femmes de 15 à 49 ans ayant fait partie de l'échantillon est de 29,1 ans (I.C.95%: 28,7 – 29,5ans).

Le tableau 1 nous renseigne, en rapport au niveau d'étude, que 56% des femmes enquêtées sont sans niveau d'étude, elles représentent 49% dans le Haut-Katanga et 51% dans le Lualaba. Plus de 70% des femmes échantillonnées dans les deux districts sanitaires sont mariées. Plus de 65% d'entre elles dorment sous les moustiquaires MILD. Notons que 68,7% des femmes s'étaient accouchées dans un centre de santé public et 9,8% dans un hôpital public. Plus de 11% déclarent avoir accouché hors des structures de santé appropriées; ce comportement ne présente pas de différence significative entre les deux districts.

4.2 CONNAISSANCE SUR LE DANGER ET LES SIGNES DU DANGER PENDANT LA GROSSESSE

Tableau 2. Connaissance sur le danger et les signes du danger

Variables	Haut-Katanga		Lualaba		Total	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Grossesse un danger	197	95,2	92	88,5	289	92,9
Saignement un danger	128	61,8	93	89,2	221	71,1
Maux de tête prononcés	117	56,5	63	60,6	180	57,9
Convulsions	69	33,3	84	80,8	153	49,2
Douleurs abdominales	157	75,8	89	85,6	246	79,1
Mouvements fœtaux	118	57,0	82	78,8	200	64,3
Gonflement du visage/pieds	100	48,3	59	56,7	159	51,1
Perte de liquide vaginal	81	39,1	60	57,7	141	45,3
fièvre	95	45,9	48	46,2	143	46,0
Grossesses trop précoces	137	66,2	70	67,3	207	66,6
Grossesses trop rapprochées	130	62,8	56	53,8	186	59,8
Grossesses trop nombreuses	99	47,8	63	60,6	162	52,1
Grossesses trop tardives	108	52,2	66	63,5	174	55,9

Les questions de connaissances sur le danger que présente la grossesse et les différents signes de dangers pendant la grossesse ont été exclusivement posées aux 311 femmes ayant suivi les consultations prénatales. Les résultats obtenus dans le tableau 2 renseigne que 92,9% des femmes interrogées dans les deux districts sanitaires sont conscientes du fait que la grossesse présente un danger pour la femme. Plus de 50% des femmes interrogées ignorent que les convulsions constituent un très grand danger pour la grossesse (plus de 65% dans le Haut-Katanga). Plus de 54% ne savent pas que la perte de liquide vaginal est un danger pour la grossesse. Plus de 33% des femmes interrogées ne savent pas qu'une grossesse à moins de 20 ans présente un danger pour la femme enceinte; plus de 47% ignorent

le danger que présentent les grossesses nombreuses; Cette ignorance est encore plus prononcée quand on considère les femmes rurales du district du Haut-Katanga (plus de 52%).

4.3 SUIVI DES SOINS PRÉNATALS

Tableau 3. Soins prénatals

Variables	Haut-Katanga		Lualaba		Total	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Avoir suivi la CPN	207	88,1	104	82,5	311	86,8
Personne consultée						
Médecin	20	9,7	2	1,9	22	7,0
Infirmier	115	55,6	39	37,5	154	49,5
Accoucheuse (sage-femme)	67	32,4	63	60,6	130	41,8
Accoucheuse traditionnelle	1	0,5	0	0	1	0,3
Agent de santé communautaire	3	1,4	0	0	3	0,9
Nombre de fois la CPN						
Une fois	6	2,9	2	1,9	8	2,5
Deux fois	35	17,0	3	2,9	38	12,2
Trois fois	58	28,2	19	18,3	77	24,7
Quatre fois	54	26,2	16	16,4	70	22,5
Plus de quatre fois	40	19,4	27	25,9	67	21,5
Coût de consultation						
Moins cher	91	44,0	22	21,2	113	36,3
Acceptable	18	8,7	7	6,7	25	8,0
Relativement cher	26	12,6	21	20,2	47	15,1
Très cher	43	20,8	19	18,3	62	19,9

Pour estimer le taux de fréquentation des services CPN, nous avons considéré exclusivement les femmes ayant accouché au cours de 12 derniers mois avant le passage des enquêteurs. Un total de 358 femmes de 15 à 49 ans a été ainsi échantillonné, soit 232 pour le Haut-Katanga et 126 pour le Lualaba (voir tableau 1). Sur le total de 358 femmes, 311 avaient suivi les soins prénatals, soit 86,9%. Plus 90% avaient consulté un infirmier ou une accoucheuse. 52,7% avaient suivi au moins 4 fois les consultations prénatales pendant leurs grossesses. 50,1% estiment que le coût de consultation est soit moins cher (9,0%), soit acceptable (41,1%).

4.4 SOINS PRÉVENTIFS REÇUS PENDANT LA GROSSESSE

Tableau 4. Soins préventifs reçus

Variable	Haut-Katanga		Lualaba		Total	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Prise d'une injection contre le tétanos	163	78,7	84	80,8	247	79,4
Avoir reçu un vaccin antitétanique (VAT)	132	64,1	49	47,6	181	58,6
Avoir reçu ou acheté le fer-folate	125	60,7	46	44,2	171	55,2
Avoir pris des médicaments contre le paludisme	111	47,8	49	38,9	160	44,7
Avoir pris le SP/fansidar	**71**	**63,4**	**42**	**87,5**	**48**	**55,0**[1]
Avoir parlé des signes de danger lors des CPN	146	70,5	62	59,6	208	66,9

*51,8% des non-réponses

Plus de 55% des femmes observées ayant suivi les consultations prénatales déclarent n'avoir pas pris un médicament pour empêcher de contracter le paludisme. Moins de 80% de ces femmes ont reçu les soins préventifs cités dans le tableau 4. Ci-dessus. Notons que le résultat obtenu pour la prise de sulfadoxine périméthamine/fasidar ne nous semble pas fiable étant donné le nombre important des non-réponses (55%).

4.5 MODÈLE RÉGRESSIF DE L'UTILISATION DES SERVICES DE CONSULTATION PRÉNATALE

Nous avons estimé que les soins prénatals constituent un cadre idéal pour suivre la santé de la mère et prévenir tout danger susceptible d'arriver pendant le cours normal d'une grossesse. Quels sont les facteurs qui sont susceptibles d'influencer les femmes vivant dans les milieux ruraux à suivre les consultations prénatales ?

Tableau 5. Résultats obtenus à l'aide d'une régression logistique binaire.

Variables	A	E.S.	Sig	Exp (B)	I.C pour Exp (B) 95%	
Grossesse un danger	1,535	0,471	0,001	4,641	1,844	11,684
Grossesses trop rapprochées	1,052	0,405	0,009	2,863	1,295	6,331
Coût de consultation acceptable	3,203	1,052	0,002	24,606	3,131	193,410

L'analyse montre que seules les variables « connaissances du danger que présente la grossesse » p<0,05 OR=4,611 [IC.95%: 1,84 – 11,68]; « la connaissance que les grossesses trop rapprochées sont un danger » p<0,05 OR=2,86 IC.95%= [1,29 – 6,33]; et « le coût de consultation de CPN acceptable » p<0,05 OR=24,60 IC.95%= [3,13 – 193,4] ont une influence significative sur le choix d'utiliser les services de consultation prénatale par une femme enceinte durant sa période de grossesse. Lorsque le coût de consultation est acceptable par la population, la femme enceinte a 24,6 fois plus de chance de suivre les soins prénatals; Pour une femme enceinte, consciente du fait que la grossesse présente un danger, elle a 4,6 fois plus de chance de suivre les soins prénatals que celle qui ne le sait pas. Les femmes ayant des grossesses trop rapprochées ont 3 fois plus de chance de suivre les soins prénatals. Les autres variables: l'âge de la femme, le niveau d'étude, l'état marital n'influence pas les soins prénatals.

5 DISCUSSION

Notre recherche a choisi comme cible principale les femmes rurales de 15 à 49 ans vivants dans les districts sanitaires du Haut-Katanga et Lualaba dans l'ex-province du Katanga, soit un total de 1672 femmes. Pour besoin d'analyse, nous avons parfois considéré seulement les femmes ayant accouché au cours de 12 derniers mois avant le passage des enquêteurs, soit un total de 358 femmes. L'âge moyen de toutes les femmes ayant accouché 12 mois avant est de 27,6ans (I.C95%: 26,8 – 28,3ans), cet âge moyen n'est pas très différent de 28 ans (I.C.95%: 26,4 – 29,6) obtenu par BIAKABUSWA MATONDO [17] sur un échantillon des femmes enceintes du centre Luyindu dans la ville de Kinshasa et non plus différent de celui obtenu par les recherches de XAVIER KINENKINDA et collaborateurs, de 28,83 ans auprès des femmes ayants accouché par césarienne dans les cinq formations hospitalières de référence de la ville de Lubumbashi [18].

13,9% de femmes ayant accouché au cours de 12 mois avant le passage des enquêteurs ont un âge d'au moins 35 ans et 20% d'entre elles n'avaient pas suivi les consultations prénatales lors de leur dernière naissance. 20% représente un risque de morbidité et de mortalité très élevé quand on tient compte du risque encouru. Chez la femme de plus de 35 ans, le risque de malformation chromosomique est important (> 1/100). L'inconvénient majeur pour cette tranche d'âge est qu'elles développent plus facilement une hypertension artérielle (HTA), un diabète, une infection urinaire, et les intoxications tabagiques ou alcooliques sont plus fréquentes, un degré de contraction spontanée réduite par rapport à une réponse normalisée de potassium ; la CPN permettrait alors d'intervenir rapidement et d'anticiper autant que possible l'occurrence de certains risque [8] [19]. En rapport avec le niveau d'instruction, nos résultats montrent que 56% des femmes enquêtées sont sans niveau. Comparé au taux d'achèvement du primaire de 53,1% chez les femmes de l'ex-province du Katanga, tel que donné par l'annuaire statistique 2015 [20], nous pensons que ce taux reflète bien la réalité des femmes rurales dans le Katanga. La conséquence majeure de cette situation est la difficulté de communication pour un changement de comportement.

Selon nos résultats 92,9% des femmes interrogées savent que la grossesse constitue un danger pour la femme enceinte, cependant elles ignorent pour la plus part les signes de risque pendant la grossesse, particulièrement les convulsions (50,8%), la perte de liquide vaginal (54,7%), la fièvre (54%) et les facteurs prédisposant aux risques tels les grossesses nombreuses (47,9%), les grossesses tardives (44,1%) et les grossesses rapprochées (40,2%). Ces résultats corroborent les recherches de Kahindu Mbeva pour qui : dans environ 4 cas sur 10, les décès sont survenus sur des grossesses soit nombreuses soit rapprochées [21].

86,9% des femmes ont suivi les consultations prénatales ; 49,5% avaient consulté un infirmier, 41,8% avaient consulté une accoucheuse. 20% des femmes avaient moins de 4 mois de grossesse au moment de la première visite prénatale. 44,5% ont suivi au moins 4 fois les CPN. Les résultats semblables ont été obtenus par EDS-RDC 2013-2014 [22], pour qui, le pourcentage

des femmes du milieu rural ayant suivi 4 fois ou plus les CPN est de 42,1%, 17% seulement avaient moins de 4 mois de grossesse au moment de la première visite prénatale, 43,2% et 17,1% avaient respectivement consulté les infirmiers et les accoucheuses. Les recherches récentes de MICS-Palu, RDC 2017-2018 [23] donne les pourcentages des femmes ayant réalisé 4 visites ou plus de CPN, 49,6% et 28,1% respectivement pour les provinces du Haut-Katanga et du Lualaba. Ces différents résultats montrent que la situation de suivi des grossesses en RDC n'a pas beaucoup changé de 2013 à 2018. Si le pourcentage des femmes ayant suivi les consultations prénatales peut sembler important, il faut cependant noter que le calendrier des consultations est totalement perturbé du fait que la première visite intervient généralement avec un très grand retard, nous avons obtenu le nombre moyen des mois de grossesse au moment de la première visite de 5,1 mois [IC.95% : 4,94 – 5,31]. Les résultats obtenus par d'autres recherches expliquent ce retard par les facteurs tels : la multiparité, l'âge de la gestante au-delà de 35 ans, la taille de ménage supérieure à 4 personnes, et la perception élevée du prix appliqué par les structures de soins [24].

Pour leurs protections, 35,7% des femmes interrogées reconnaissent avoir reçu au moins deux injections de vaccin antitétanique durant la grossesse. Ce résultat n'est pas très différent de 36,3% donné par EDS-RDC 2013-2014 pour toute la province du Katanga. 33,1% des femmes disent n'avoir pas été informées des signes de complication de la grossesse lors des consultations prénatales, ce résultat est inférieur à celui donné par EDS-RDC 2013-2014 pour toute la province du Katanga soit 41%. Cette différence pourrait se justifier par le fait que nos recherches sont basées exclusivement sur les zones de santé rurales alors que EDS-RDC 2013-2014 incorpore dans son étude les zones de santé urbaine. Nous pensons que l'exposition aux médias peut justifier aussi cette différence.

Nos recherches ont aussi montré que la connaissance du danger que représente une grossesse pour une femme enceinte, les grossesses trop rapprochées et le coût des consultations sont les facteurs significatifs dans la décision d'utilisation des services de consultation prénatale en milieu rural, particulièrement dans les districts sanitaires du Haut-Katanga et du Lualaba. Parmi les facteurs retenus dans l'étude faite par E.M. MAFUTA, le milieu de résidence de la femme (milieu rural) et la perception élevée des prix appliqués dans les structures de santé sont à la base du retard dans le suivi des consultations prénatales [24]. Les mêmes facteurs sont également évoqués dans une étude réalisée au Cameroun dans le district de santé de Maroua II [25]

6 CONCLUSION

Lorsque qu'une femme est suivi régulièrement dès le début de sa grossesse, à son accouchement et peu après son accouchement, il y a lieu d'améliorer l'identification des situations pouvant engendrer des complications maternelles, obstétricales et fœtales. Ceci permet de réduire l'incidence de la mortalité maternelle et néonatale. La fréquentation des services de CPN demeure encore un problème dans les milieux ruraux de notre pays la RDC. Notre étude nous a permis d'identifier quelques principaux facteurs qui déterminent le choix d'utilisation des services de CPN. La connaissance de ces facteurs permettra aux décideurs de promouvoir des stratégies ciblées, en vue d'influencer les comportements et les attitudes de la population en générale et des femmes enceintes en particulier. L'éducation sanitaire avec l'aide des relais communautaires, demeure la première stratégie et la plus importante dans le cas de nos villages où l'exposition aux médias est sensiblement réduit, l'implication du gouvernement ou de la communauté dans le payement des frais relatifs aux consultations prénatales, pourrait inciter la population à utiliser les services de santé existant. Il est aussi important de recycler et motiver les prestataires se trouvant dans les milieux ruraux, à ce propos un accent particulier serait accordé aux sages-femmes du Lualaba qui reçoivent en consultations plus de 60% des femmes enceintes. Nous recommandons également d'encourager la politique de la promotion des mutuelles et celle des activités ayant trait au genre, car cela permettra d'accroitre l'accès à l'information et l'utilisation des services de santé.

REFERENCES

[1] Say L, Chou D, Gemmil A., Moller AB., et al. «Global causes of maternel death: a WHO systematic analysis», *Lancet* Global Heath. 2014; 2 (6).

[2] UNICEF, OMS, UNESCO, FNUAP, PNUD, ONUSIDA, PAM, BANQUE MONDIALE: *Savoir pour sauver,* 4e édition, 2010, disponible en ligne sur www.factsforlifeglobal.org

[3] OMS. Recommandations de l'OMS concernant les soins prénatals pour que la grossesse soit une expérience positive. 2017; disponible en ligne sur http://www.who.int/iris/bitstream/.

[4] Kalam Kamb, Munda Kalenge, Profil des soins prénatals dans le district sanitaire de l'Équateur en République Démocratique du Congo, *International Journal of Innovation and Applied Studies,* Vol. 27 No. 1 Aug. 2019, pp. 106-112 disponible en ligne sur http://www.ijias.issr-journals.org/.

[5] Sophie Alexander, Anne-Françoise Bouvy, Frederic Debieve, Pierre Delvoye, Christine Kirkpatrick, Véronique Masson: Guide *de consultation prénatale,* Une collaboration de l'Office de la Naissance et de l'Enfance et du Groupement des gynécologues de Langue Française de Belgique, édition De Boeck, disponible sur www.deboeck.com

[6] OMS, *Mortalité maternelle,* 19 septembre 2019.

[7] Trends in maternal mortality 2000 to 2017: estimates by WHO, UNICEF, UNFPA, World Bank Group and the United Nations Population Division. Geneva: *World Health Organization*; 2019. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

[8] J.Lansac. Obstétrique pour le praticien: Examen obstetrical et surveillance de la grossesse, *Elsevier Masson* SAS. 2013.
[9] www.urc-chs.com/sites/files/beninnewborncards5_7.
[10] P.A. Pradervand, F.Feihl, B.Waeber, Y.Vial, Hypertension et grossesse. *Revue Médicale Suisse*. 2009; 5: 1758-62.
[11] Ministère de la Santé Publique/RDC, Enquête Démographique et de Santé (EDS-RDC) 2013-2014.
[12] Planification familiale en RDC 2015. En ligne sur planificationfamiliale-rdc.vet/fiche- pays.php
[13] Word Bank, 2019 en ligne sur: blogs.worldbank.org>opendata>.
[14] Banque Mondiale, Projet de réhabilitation du secteur de la santé « PARSS«, protocole d'enquête finale PARSS II, Décembre 2013.
[15] Ministère de la santé publique/PARSS-RDC, l'enquête des formations sanitaires et des ménages, rapport final 2014.
[16] Conde-Agudelo A, Belizan JM, Lammers C. Maternal-perinatal morbidity and mortality associated with adolescent pregnancy in latin America: cross-sectional study, American *Journal of Obstetrics and Gynecology,* 2004, 192: 342–349.
[17] A. Biakabuswa Matondo, Evaluation normative de la consultation prénatale auprès des femmes enceintes qui fréquentent le centre hospitalier Luyindu à Kinshasa, mémoire de maitrise, *Université de Lorraine,* 2016.
[18] Xavier Kinenkinda, Olivier Mukulu, Faustin Chenge et al. Césarienne à Lubumbashi, République Démocratique du Congo: facteurs de risque de mortalité maternelle et périnatale. *Pan African Medical Journal*. 2017 http://www.panafrican-med-journal.com/content/article/26/208/full.
[19] Belaish-Allart J. Grossesse et accouchement après 40 ans. *Encycl Méd Chir* (Elsevier, Paris). Gynécologie- Obstétrique, 5-016-B-10. 2000.
[20] Ministère du plan. INS/RDC: *Annuaire statistique 2015,* Kinshasa 2017.
[21] J-B. Kahindu Mbeva, H. Karemere, P. Mitangala Ndeba et al., facteurs explicatifs des décès maternels en milieu hospitalier: une étude au niveau de six zones de santé dans l'Est de la RDC, *IJIAS,* vol.23 no4, jul.2018, pp.559-568.
[22] Ministère du Plan et Suivi de la Mise en œuvre de la Révolution de la Modernité (MPSMRM), Ministère de la Santé Publique (MSP) et ICF International, 2014. *Enquête Démographique et de Santé en République Démocratique du Congo 2013-2014*. Rockville, Maryland, USA: MPSMRM, MSP et ICF International.
[23] INS, Enquête par grappes à indicateurs multiples, 2017-2018, rapport de résultats de l'enquête. Kinshasa, République Démocratique du Congo.
[24] E. Mafuta Musalu, P.K Kayembe, Déterminants de la fréquentation tardive des services de soins prénatals dans les zones de santé de l'Equateur et du Katanga en République Démocratique du Congo, *Ann. Afr. Med., Vol. 4, N° 4, Sept. 2011.*
[25] Houri BOUKAR, Facteurs associés à la non fréquentation des services de consultations prénatales à l'Extrême nord cas du district de santé de maroua II, *Journal of medecine and health sciences,* 2018.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1292-1305
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Contraintes spatiales et développement du transport aérien domestique en Côte d'Ivoire

[Spatial constraints and development of domestic air transport in Ivory Coast]

Flora Carine Elena Koman[1] and N'Guessan Hassy Joseph Kablan[2]

[1]Doctorante Institut de Géographie Tropicale (IGT), Université Félix Houphouët-Boigny, Cocody, Côte d'Ivoire

[2]Enseignant-Chercheur, Institut de Géographie Tropicale (IGT), Université Félix Houphouët-Boigny, Cocody, Côte d'Ivoire

Copyright © 2023 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 reflection focuses on the spatial and socio-economic factors that hinder the development of domestic air transport in Côte d'Ivoire. This research is carried out in a context where Ivorian authorities, after independence, undertook significant actions to promote the growth of domestic air transport in Côte d'Ivoire. These actions included the establishment of an institutional and regulatory framework, as well as the creation of an airline fleet, including Air Ivoire, for the service of the territory and the establishment of airports throughout the country. However, despite all these actions, the current situation shows that, more than half a century later, domestic air transport represents less than 10% of travel in Côte d'Ivoire. This study aims to analyze the spatial constraints to the development of domestic air transport in Côte d'Ivoire. The data used to achieve this objective come from documentary research, field observation, and surveys of domestic air transport stakeholders in Côte d'Ivoire. At the end of these investigations, the study reveals that the regression in the number of airports, the narrowness of the Ivorian territory, and the spatial disparities caused by the macrocephaly of the city of Abidjan are the spatial factors that hinder the development of domestic air transport.

KEYWORDS: Growth, Aeronautical Infrastructures, Airline, Spatial Disparities, Narrowness, Ivory Coast.

RESUME: La présente réflexion s'est penchée sur les facteurs spatiaux qui entravent le développement du transport aérien domestique en Côte d'Ivoire. Ce travail de recherche est mené dans un contexte où les autorités ivoiriennes, au lendemain de l'indépendance, ont mené d'importantes actions visant à promouvoir l'essor du transport aérien domestique en Côte d'Ivoire. Ces actions ont concerné la mise en place d'un cadre institutionnel et réglementaire ainsi que la création d'une part, d'une flotte aérienne, notamment la compagnie aérienne Air Ivoire pour la desserte du territoire et d'autre part, d'aérodromes répartis sur l'ensemble du territoire. Cependant, en dépit de toutes ces actions, l'état des lieux montre que, plus d'un demi-siècle plus tard, le transport aérien domestique représente moins de 10% des déplacements en Côte d'Ivoire. Cette étude s'est donc fixée pour objectif, d'analyser les contraintes spatiales au développement du transport aérien domestique en Côte d'Ivoire. Les données mobilisées pour atteindre cet objectif émanent d'une recherche documentaire, d'une observation de terrain et d'enquêtes auprès des acteurs du transport aérien domestique en Côte d'Ivoire. Au sortir de toutes ces investigations, l'étude révèle que la régression du nombre d'aérodromes, l'étroitesse du territoire ivoirien et les disparités spatiales engendrées par la macrocéphalie de la ville d'Abidjan sont les facteurs spatiaux qui entravent le développement du transport aérien domestique.

MOTS-CLEFS: Entraves, Infrastructures Aéronautiques, Compagnie aérienne, Disparités spatiales, Étroitesse, Côte d'Ivoire.

Corresponding Author: Flora Carine Elena Koman

1 INTRODUCTION

La Côte d'Ivoire, d'une superficie de 322 462 km^{2,} présentait à l'indépendance, malgré l'existence de transports de surface et les dimensions limitées du pays, des caractéristiques propres à justifier une activité intérieure de transport aérien. Au Sud, la forêt tropicale couvrait près du tiers du pays et la présence de lagune et de marais au Sud-Ouest limitait la construction de routes. De plus, l'impraticabilité de certaines routes pendant la saison des pluies permettaient à l'avion de procurer des gains de temps appréciables et de contribuer au désenclavement de certaines régions, satisfaisant ainsi les besoins administratifs, politiques, commerciaux et industriels du jeune État indépendant. Ainsi, conscient de l'importance et des enjeux du transport aérien domestique pour le développement du pays, la Côte d'Ivoire entreprend donc de développer les infrastructures aéronautiques hérités de la période coloniale. À l'exception des aérodromes d'Abidjan et de Bouaké, tous les autres aérodromes (Man, Daloa, Korhogo, Sassandra, San-Pedro, Grand-Bereby, Tabou, Odienné, Ouango-Fitini, Bondoukou, Abengourou, Gagnoa, Aboisso, Agboville, Bocanda, Boundiali, Dabou, Dimbokro, Divo, Ferkessédougou, Oumé, Port Gauthier, Séguéla et Touba) étaient constitués de bandes latéritiques de faible portance, parfois impraticables en saison des pluies. L'amélioration de ces infrastructures était donc un impératif. Il a donc fallu allonger les pistes et en créer de nouvelles, pour contribuer au désenclavement des régions éloignées de la capitale permettant ainsi au pays de se doter d'un dense réseau aéroportuaire (figure 1).

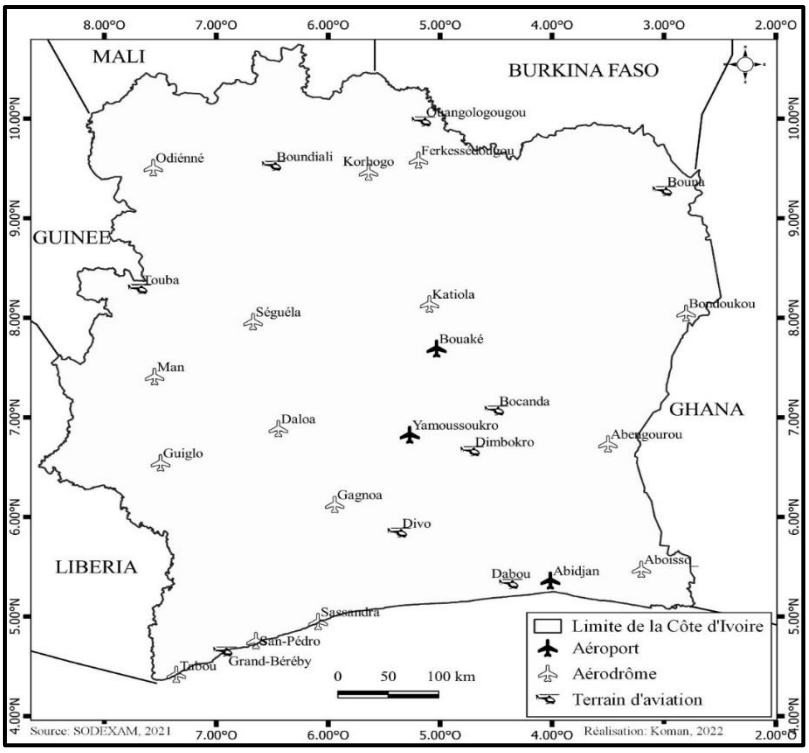


Fig. 1. Réseau aéroportuaire de la Côte d'Ivoire en 1980

Cependant, en dépit de cet important maillage aéroportuaire représenté par la figure 1, le transport aérien domestique représente moins de 10% des déplacements en Côte d'Ivoire. Quelles en sont les raisons ? Ainsi, cette étude s'est-elle fixée pour objectif d'analyser les contraintes spatiales au développement du transport aérien domestique en Côte d'Ivoire.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODE

La méthodologie déployée dans le cadre de cette étude s'est articulée autour de la recherche documentaire, d'entretiens réalisés auprès des acteurs du transport aérien domestique et d'une observation directe des aérodromes, des aéroports et des activités économiques des villes abritant ces infrastructures aéronautiques.

La recherche documentaire a consisté en une exploration d'ouvrages méthodologiques et d'ouvrages spécifiques portant sur le transport aérien, les conventions, décrets, arrêtés et décisions portant sur l'évolution du transport aérien en Côte d'Ivoire et dans le monde. Ces ouvrages proviennent des bibliothèques de l'Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody, de l'Institut

de Géographie Tropicale (IGT), de l'Institut Français de Côte d'Ivoire (IFCI), du Centre de Recherche et d'Action pour la Paix (CERAP) et de l'Autorité Nationale de l'Aviation Civile de Côte d'Ivoire (ANAC.CI). Ces ouvrages ont fourni des informations sur l'évolution du transport aérien domestique en Côte d'Ivoire. Des supports cartographiques ont également été utilisés pour spatialiser les infrastructures aéronautiques.

Ensuite une série d'entretiens a été initiée avec les acteurs du transport aérien domestique (tableau 1).

Tableau 1. Nombre d'acteurs interviewés par structures

Acteurs	Points focaux interrogés
ANAC	5
SODEXAM	7
AIR Côte d'Ivoire	3
AERIA	1
ASECNA	1

Source: enquêtes KOMAN, 2023

Avec ces personnes ressources, les entretiens ont permis de retracer l'histoire du transport aérien domestique en Côte d'Ivoire et d'identifier les problèmes que rencontre ce secteur d'activité aujourd'hui.

Pour ce qui est de l'observation directe, elle a consisté à visiter les aéroports et les aérodromes et à observer les activités économiques qui se déroulent dans les villes abritant ces infrastructures.

Les données issues de la recherche documentaire ont été dépouillées manuellement, comme l'ensemble des informations issues des entretiens. Ces données ont été par la suite saisies en format textuel avec le logiciel Word. Les fonds cartographiques sollicités ont été traités via le logiciel ArcGIS.

3 RÉSULTATS

Les résultats montrent que la régression du nombre d'infrastructures aéronautiques, l'étroitesse du territoire ivoirien et la macrocéphalie de la ville d'Abidjan sont les raisons spatiales qui entravent le développement du transport aérien domestique en Côte d'Ivoire.

3.1 RÉGRESSION DU NOMBRE D'INFRASTRUCTURES AÉRONAUTIQUES, UN FREIN AU DÉVELOPPEMENT DU TRANSPORT AÉRIEN DOMESTIQUE

Parti de 26 aérodromes ouverts à la circulation aérienne publique en 1960, la Côte d'Ivoire s'est retrouvée avec 27 aérodromes dans les années 1980 pour finalement se retrouver aujourd'hui avec 15 aérodromes.

3.1.1 ÉTAT DES LIEUX ET ÉVOLUTION DES INFRASTRUCTURES AÉRONAUTIQUES

La Côte d'Ivoire comptait en 1960, 26 aérodromes ouverts à la circulation aérienne publique, généralement de petite taille, représentant un linéaire total de pistes de 24 693 mètres.

3.1.1.1 INVENTAIRE DES AÉRODROMES OUVERTS À LA CIRCULATION AÉRIENNE PUBLIQUE DANS LES ANNÉES 60

Les aéroports ouverts à la circulation aérienne publique pouvaient être classés comme suit:

- Un aéroport de classe internationale desservant la capitale, Abidjan, équipé pour recevoir en conditions de mauvaise visibilité des avions du type B707 ou DC. C'est en 1960, que la piste de cet aéroport est aménagée pour recevoir les premiers avions à réaction et en 1969, une nouvelle aérogare internationale, dimensionnée pour un trafic extérieur à 500 000 passagers/an est mise en service dans cet aéroport. Le coût de cette infrastructure s'élève à 1 milliards de FCFA pour l'ensemble des bâtiments et des voiries et réseaux divers (MTPTCU[1], 1980, p.65)

[1] Ministère des Travaux Publics, des Transports, de La Construction et de l'urbanisme de Côte d'Ivoire

- Un aéroport pouvant recevoir de nuit des avions du type DC6, et desservant la seconde ville du pays, Bouaké
- Douze aérodromes pouvant accueillir des avions du type DC3, dont sept aéroports desservis régulièrement par Air Ivoire: Man, Daloa, Korhogo, Sassandra, San –Pedro, Grand-Bereby, Tabou et cinq aérodromes non desservis et de ce fait non équipé en dehors de la piste elle-même: Odienné, Ouango- Fitini, Bondoukou, Abengourou et Gagnoa. L'armée de l'air ivoirienne exerce des activités sur certains de ces terrains
- Douze petits aérodromes ouverts à la circulation aérienne publique disposant de pistes de 600 à 800 mètres et utilisés par des aéroclubs, des avions-taxis et des avions privés. Ce sont les aérodromes d'Aboisso, Agboville, Bocanda, Boundiali, Dabou, Dimbokro, Divo, Ferkessédougou, Oumé, Port Gauthier, Séguéla et Touba

3.1.1.2 ÉVOLUTION DES INFRASTRUCTURES AÉRONAUTIQUES

En 1965, un nouvel aérodrome est construit à Yamoussoukro avec une piste de 1 600 m et est successivement portée à 2 500 m, puis 3 000 m entre 1968 et 1971. L'aérogare et le bloc technique sont achevés en 1971. Cette même année un pavillon présidentiel est construit à l'aéroport d'Abidjan. En 1973, on note d'importants aménagements des aérogares internationale et intérieure, de l'aéroport d'Abidjan et la création d'une aérogare pour les pèlerins; des équipements à l'aérodrome de Yamoussoukro; la construction d'un bloc technique à San- Pedro, à Man et à Korhogo. En 1974 est agrandie l'aire de stationnement des avions à Tabou et l'aérodrome d'Odienné est complété par des équipements. En 1975, l'aérodrome de Dimbokro est transféré sur un nouveau site, avec une piste de 1 600 m; un terrain de 1 130 m est construit à Katiola. Une piste de 2 000 m est construite à M'Bahiakro par le génie militaire. De 1974 à 1977, l'aérodrome de Yamoussoukro reçoit des équipements destinés à permettre son utilisation par tous temps. On y construit également des hangars pour le fret et de nouveaux parkings pour les avions. En 1978, un programme global d'amélioration ou de reconstruction des principaux aérodromes de l'intérieur est établi, dans l'optique de l'utilisation optimale par la compagnie Air Ivoire d'appareils plus exigeants (Fokker F27 et F 28), en ce qui concerne tant les infrastructures que les équipements de sécurité. Il était prévu des pistes d'une largeur de 45 m et d'une longueur variant selon les conditions locales de 1 600 à 1 800 m (aérodrome du type F27), de 1 900 à 2 100 m (aérodrome du type F 28), ainsi que l'acquisition d'équipements de télécommunications, d'équipements météorologiques, d'équipements d'aide à la navigation et d'aide à l'atterrissage, de véhicules de sécurité incendie, et la construction de bâtiments techniques et commerciaux. Un aérodrome doté d'une piste de 1 950 m est livré à Séguéla pour les fêtes de l'indépendance de 1978. Toujours en 1978, l'aérodrome de Yamoussoukro est équipé d'un système radar de navigation aérienne, qui couvrira la majeure partie du territoire. La piste de l'aérodrome de Bouaké quant à elle est élargie et est portée de 1730 m à 2 400 m, dans la perspective de la création d'une base aérienne militaire, prévue pour 1980, et ultérieurement d'un aérodrome international. Parallèlement sont lancés les travaux d'une nouvelle piste, longue de 3 300 m. En 1979, la piste de l'aérodrome de Katiola est portée à 1 600 m et les aires de stationnement des avions sont agrandies. Une piste de 1 560 m est construite à Boundiali. À Abidjan sont réalisés les travaux de renforcement et d'extension de certaines aires de mouvement de l'aéroport international, destinés à faciliter l'accueil des appareils gros porteurs (B 747), et qui comprennent principalement:

- Le renforcement des aires de manœuvre existantes;
- La construction de 7 postes de stationnement pour avions;
- L'élargissement des bretelles et de la voie de circulation;
- La construction de bandes anti-souffle latérales à la piste d'envol;
- La pose de nouveaux équipements de balisage

Au début de 1980, la Côte d'Ivoire comptait 27 aérodromes ouverts à la circulation aérienne publique, représentant un linéaire total de piste de 39 575m, dont 8 100 m revêtues. S'y ajoutaient 49 aérodromes privés homologués par l'administration, représentant un linéaire de pistes supérieur à 31 000 km. En 1980, on relève l'aménagement de l'aérodrome de San- Pedro, dont la piste est portée à 1 880 m et le parking agrandi. La piste de l'aérodrome de Sassandra est également allongée. Ce programme est complété par l'installation d'équipements tels que des radiobalises, VOR[2], des balisages lumineux, des émetteurs récepteurs. Le total des investissements publics dans les aérodromes et aéroports de 1960 à 1980 s'élevait à environ 30 milliards de FCFA (MTPTCU, 1980, p.50).

[2] VHF Omnidirectionnal Range / Radiophare omnidirectionnel très haute fréquence

De façon générale, les infrastructures héritées de la période coloniale ont vu leurs dimensions évoluées de 1960 à 1980. À partir de 1980, la Côte d'Ivoire va connaitre une crise économique qui aura pour corollaire l'arrêt des investissements dans les infrastructures de transport notamment celles du transport aérien domestique.

3.1.1.3 ÉTAT DES LIEUX DES INFRASTRUCTURES AÉRONAUTIQUES EN 2023

Ayant subi les affres des différentes crises, traversé par le pays, les aéroports ouverts à la circulation aérienne publique vont pour certains disparaitre, tandis que d'autres verront leur statut modifié.

3.1.1.3.1 FERMETURE ET MODIFICATION DU STATUT DES AÉRODROMES

Ouvert à la circulation aérienne publique de 1960 à 1980 les aérodromes d'Abengourou, Aboisso, Bocanda, Boundiali, Dimbokro, Ferkessédougou, Guiglo, Ouango-Fitini, Katiola et Touba sont aujourd'hui fermés parce que ces sites sont aujourd'hui occupés par les populations (Photo 1).



La présence d'habitations sur le site de l'aérodrome de Boundiali empêche la construction de nouvelles infrastructures

Photo1: Des habitations à proximité de la piste de l'aérodrome de Boundiali

Prise de vue: KOMAN, 2021

Les aérodromes de Daloa et Yamoussoukro quant à eux, ont vu leur statut se modifier. L'aérodrome de Daloa a été concédé aux militaires tandis que celui de Yamoussoukro est réservé aux vols officiels et aux vols privés.

3.1.1.3.2 RÉDUCTION DU NOMBRE D'AÉRODROMES DESTINÉS AUX VOLS COMMERCIAUX

Le nombre d'aérodromes recevant des vols commerciaux est passé de dix-huit en 1979 à six en 2023 (figure 2 et 3).

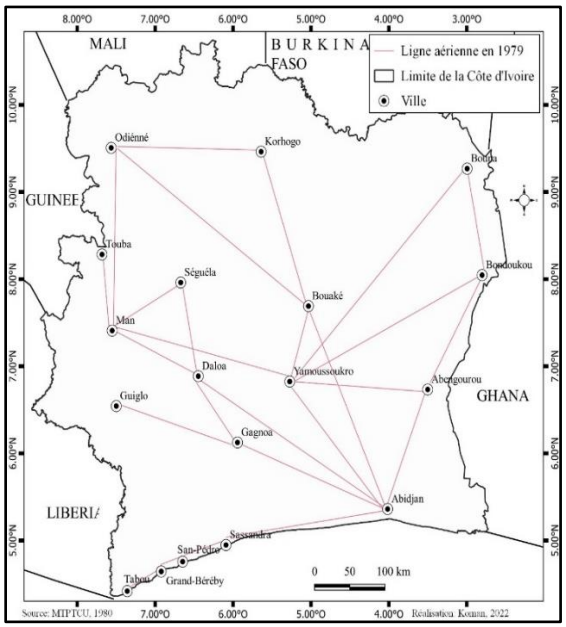


Fig. 2. Aérodromes desservis par la compagnie aérienne en 1979

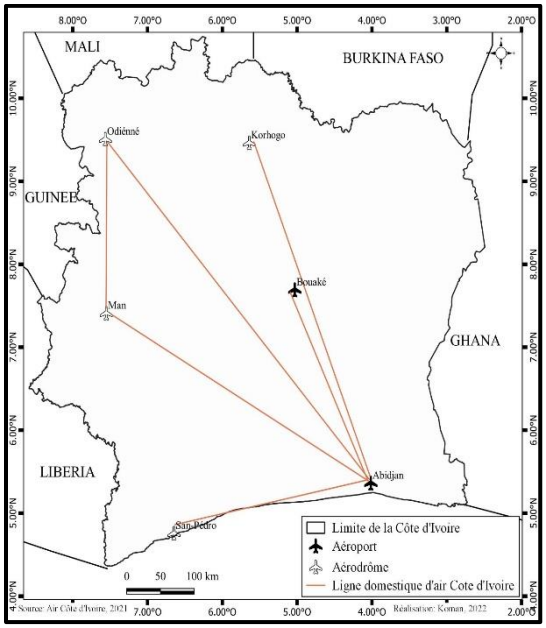


Fig. 3. Aérodromes desservis par la compagnie aérienne nationale en 2023

Cette réduction du nombre d'aéroports desservis s'explique d'une part, par la disparition des aérodromes d'Abengourou, Aboisso, Bocanda, Boundiali, Dimbokro, Ferkessédougou, Guiglo, Ouango-Fitini, Katiola et Touba ainsi que par le changement de statut des aérodromes de Yamoussoukro et Daloa et d'autre part, par le fait que les infrastructures des aérodromes de Bondoukou, Séguéla, Sassandra, Bouna, Dabou, Tabou, Gagnoa et Grand Bereby sont obsolètes comme l'illustre la photo 2.



L'aérodrome de Bondoukou est inapte à recevoir des vols domestiques en raison de l'obsolescence des infrastructures et l'absence d'équipements

Photo 2: Désuétude des infrastructures de l'aérodrome de Bondoukou

Prise de vue: KOMAN, 2021

Seuls les aéroports d'Abidjan, San-Pedro, Bouaké, Korhogo, Man et Odienné sont aptes à réceptionner des vols commerciaux parce qu'ils possèdent les équipements et les infrastructures nécessaires au bon déroulement des vols commerciaux. En effet, l'État a procédé à la sortie de crise de 2011 à la réhabilitation et à la modernisation des aérodromes de Bouaké, San-Pedro, Korhogo, Man et Odienné. Quant à l'aéroport d'Abidjan, le mauvais état de ces installations et la nécessité de les moderniser sans faire appel aux fonds publics ont conduit l'État ivoirien, en 1995 à chercher un opérateur privé qui pourrait réaliser un important programme d'investissements. C'est ainsi que la gestion de cet aéroport a-t-elle été confié dans le cadre d'un partenariat public privé à la Chambre de commerce et d'industrie de Marseille- Provence et au bureau d'ingénierie aéroportuaire Sofréavia (racheté en 2006 par le groupe Egis). Ensemble ces deux structures ont constitué une société de droit ivoirien AÉRIA (Aéroport International d'Abidjan). Suite à cette concession d'importants travaux ont été entrepris depuis 1996, faisant de l'aéroport d'Abidjan, l'un des mieux équipés d'Afrique de l'Ouest.

3.2 ÉTROITESSE DU TERRITOIRE IVOIRIEN, FACTEUR LIMITANT L'USAGE DE L'AVION

Les trafics aériens domestiques sur le continent sont particulièrement peu développés voire marginaux, excepté pour l'Afrique du Sud, l'Angola, l'Egypte, le Kenya, le Maroc et le Nigeria (D. Bergonzi, 2006, p. 6). L'une des particularités de ces pays est l'immensité de leur territoire (tableau 2).

Tableau 2. Superficie des pays africains avec un trafic aérien domestique important

Pays	Superficies (km^2)
Afrique du Sud	1 219 090
Angola	1 246 700
Egypte	1 001 450
Kenya	580 370
Maroc	710 850
Nigéria	923 770

Source: Données mondiales, 2022,

Ce tableau présente la superficie des pays africains possédant une activité aérienne domestique développée. Le constat est que ces pays sont caractérisés par des superficies importantes en comparaison de celle de la Côte d'Ivoire qui est de 322 462 $Km^{2.}$ En effet, l'Angola qui est le plus grand pays en termes de superficie fait environ quatre fois le territoire ivoirien. Quant au Kenya, le plus petit pays en termes de superficie, il fait environ deux fois la superficie de la Côte d'Ivoire. Les dimensions réduites du territoire ivoirien expliquent donc la faible utilisation de l'avion pour les déplacements en son sein. Selon (C.

Julienne, 2002, p. 46), l'avion est idéalement utilisé pour les distances de plus de 700 km et les transports terrestres pour les distances inférieures ou égales à 700 km (tableau 3).

Tableau 3. Mode de transport selon les distances

Modes de transport	Distances (Km)
Route	300 à 400
Train	400 à 700
Avion	Au-delà de 700

Source: Julienne C, 2002

Ainsi l'étendue de l'Afrique du Sud, l'Angola, l'Égypte, le Kenya, le Maroc et le Nigéria explique-t-elle l'importance de leur trafic aérien domestique. La distance est en effet, l'un des facteurs qui intervient dans le choix d'un mode de transport (E. Mérenne, 2013, p. 114). En Côte d'Ivoire, seules les liaisons Abidjan-Odienné et San Pedro-Odienné excèdent 700 km sur le réseau domestique d'Air Côte d'Ivoire. Les autres liaisons à savoir Abidjan-Bouaké; Abidjan-San Pedro; Abidjan-Man; Abidjan-Korhogo; Bouaké-Korhogo, Man-Odienné, San Pedro- Korhogo et San Pedro- Bouaké sont en dessous de 700 km (tableau 4). Ce qui explique les faibles performances enregistrées par le transport aérien domestique.

Tableau 4. Distances parcourues par Air Côte d'Ivoire sur les différentes liaisons

Liaisons	Distances (km)
Abidjan-Bouaké	337
Abidjan-Korhogo	633
Abidjan-Man	570
Abidjan-Odienné	867
Abidjan-San-Pedro	368
Bouaké-Korhogo	223,9
Man-Odienné	267,3
San Pedro- Korhogo	690,6
San Pedro- Odienné	721,7
San Pedro-Bouaké	476,5

Source: Enquêtes Koman, 2023

De plus, dans le transport aérien plus les distances sont longues, plus la rentabilité augmente. Ce sont les vols longs-courriers qui génèrent le plus de recette. En dessous de 1 000 km, les compagnies régulières traditionnelles ne sont pas rentables. C'est ce que souligne, l'ex-DG d'Air Côte d'Ivoire dans une interview à Jeune Afrique en 2014, « Aucun réseau domestique ne génère des bénéfices, à part peut-être aux Etats-Unis, grâce à l'étendue et au volume du trafic ». En effet, plus les distances sont courtes, plus le temps d'immobilisation des aéronefs augmente et plus les coûts de production de service augmentent. Car, comparativement aux autres types de transport, les avions ne sont rentables que lorsqu'ils sont en circulation et leur coût d'immobilisation est supérieur à celui lorsqu'ils sont en circulation. C'est dire que la distance est un facteur important à prendre en compte dans le transport aérien en général.

3.3 Macrocéphalie De La Ville d'Abidjan, Une Entrave Au Développement Du Transport Aérien Domestique

L'aéroport d'Abidjan polarise plus de 90% des flux aériens domestiques (figure 4).

Cette figure présente l'évolution du trafic aérien domestique en Côte d'Ivoire de 2017 à 2020 dans les aéroports du pays. L'aéroport d'Abidjan arrive en tête du classement de 2017 à 2020 avec plus de 90% du trafic total. La première place occupée par l'aéroport d'Abidjan trouve son explication dans le fait qu'Abidjan domine toutes les autres villes du pays, et ce, sur les plans économique, spatial, démographique et politique. En effet, dans le transport aérien la demande origine-destination d'une ville est fortement influencé par la vigueur et la structure de l'économie locale, la richesse (PIB, revenus moyens), la

démographie, la structure industrielle, et l'attractivité de la ville (tourisme, affaires) (KPMG[3], 2014, p.2). Or dans le tissu urbain de la Côte d'Ivoire, seule la ville d'Abidjan réunit tous ces critères.

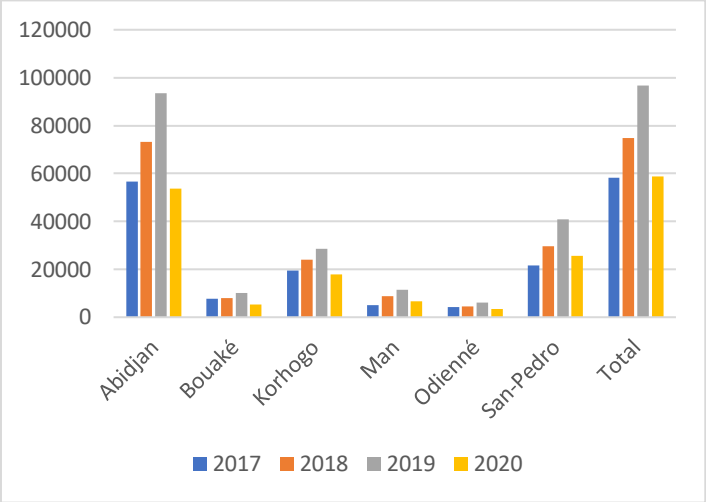


Fig. 4. Évolution du trafic aérien domestique dans les aéroports de Côte d'Ivoire

Source: ANAC, 2023

3.3.1 ABIDJAN, PRINCIPAL PÔLE DÉMOGRAPHIQUE DE LA CÔTE D'IVOIRE

La Côte d'Ivoire compte 29 389 150 habitants (RGPH, 2021) et cette population reste inégalement réparti sur le territoire. En effet avec 6 321 017 habitants, le district d'Abidjan abrite 22% de la population totale. L'importance démographique du district d'Abidjan tient du fait de la ville d'Abidjan qui compte 5 616 633 habitants. Il faut noter que la ville d'Abidjan connait une croissance démographique rapide depuis 1975 (figure 5). Ce graphique présente l'évolution de la ville d'Abidjan de 1975 à 2021. De 1 043 600 habitants en 1975, la population de la ville d'Abidjan est passée à 5 616 633 habitants en 2021. Cette augmentation spectaculaire de la population en faveur de la ville d'Abidjan fait suite au percement du canal de Vridi, à l'arrivée du chemin de fer Abidjan-Niger et à l'ouverture du port en eau profonde d'Abidjan. Tous ces travaux ont fait d'Abidjan le principal centre économique de la Côte d'Ivoire et de la sous-région ouest africaine (ONU habitat, 2012, p.9). Ainsi, la ville constitue-t-elle un pôle attractif pour les populations nationales et étrangères en raison de la présence d'importants emplois ne nécessitant pas une qualification professionnelle préalable et la facilité de s'installer dans l'informel. Les migrants internes viennent des zones rurales et des centres urbains secondaires du pays. Ce type de migration s'est amplifié depuis les années 1980 avec la baisse des cours mondiaux des matières premières. Une part importante de la population rurale a dû délaisser les activités agricoles pour la ville d'Abidjan dans l'espoir d'y trouver une place de choix dans un secteur informel en constante évolution (ONU habitat, 2012, p.9). Quant aux migrants internationaux, ceux-ci viennent pour des raisons également économiques car Abidjan concentre l'essentiel des entreprises du pays et même de la sous-région (ONU habitat, 2012, p.9).

[3] Klynveld Peat Marwick Goerdeler

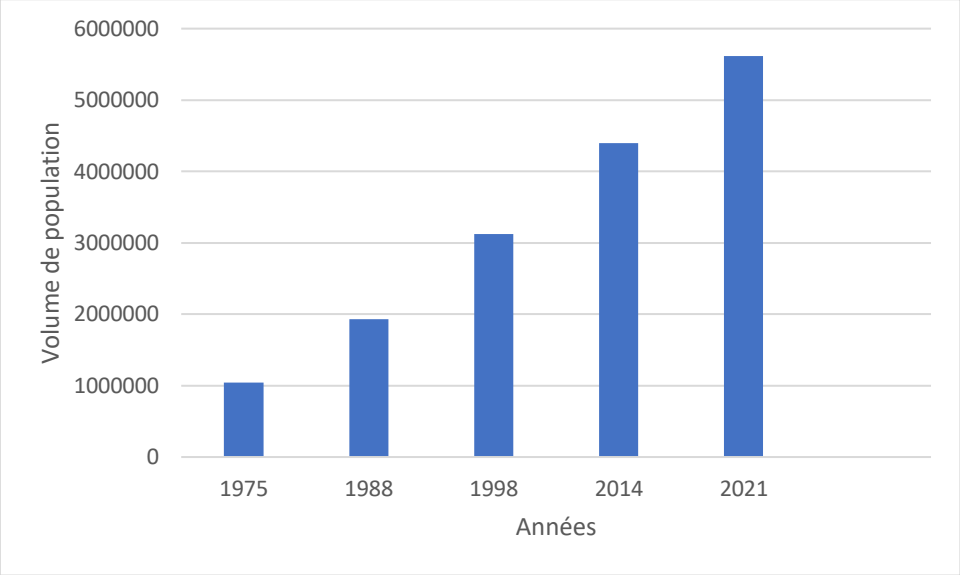


Fig. 5. Évolution de la population à Abidjan de 1975 à 2021

Source: RGPH 1975,1988, 1998, 2014, 2021

Toutes ces migrations ont contribué à augmenter la primauté d'Abidjan qui est passée de 24% en 1975 à 40% en 2014 creusant ainsi un écart démographique entre Abidjan et les autres villes du pays (Groupe de la Banque Mondiale, 2016, p.7). Cet écart se perçoit mieux à travers la figure 6.

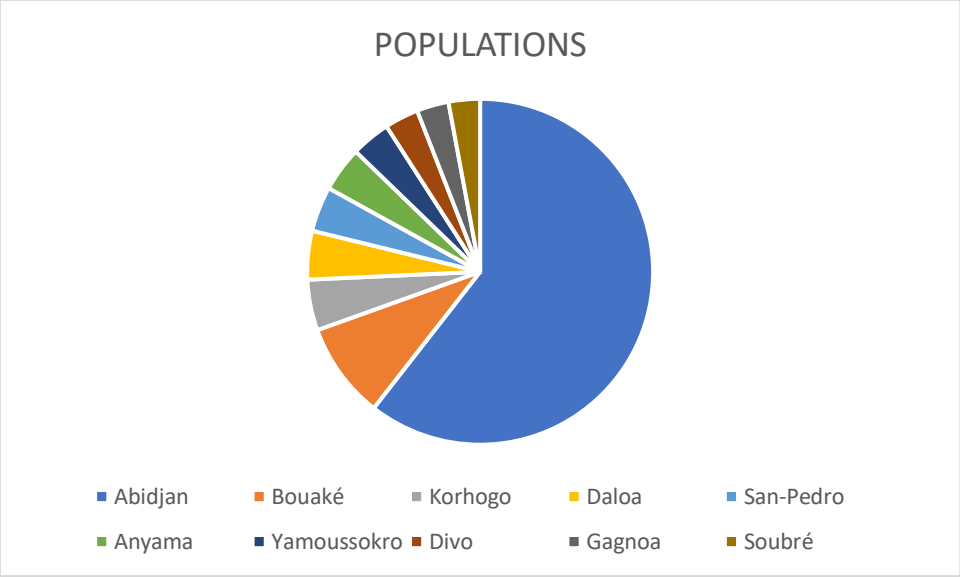


Fig. 6. Dix premières villes ivoiriennes de plus de 100 000 habitants

Source: RGPH, 2021

Cette figure met en évidence l'écart entre Abidjan et les villes de Bouaké, Korhogo, Daloa, San-Pedro, Anyama, Yamoussoukro, Divo, Gagnoa et Soubré qui font partie des dix premières villes ivoiriennes de plus de 100 000 habitants. Abidjan vient en tête de ce classement avec 5 616 633 habitants, suivi de la ville de Bouaké qui enregistre 832 371 habitants soit environ 1/7^{ième} de la population de la ville d'Abidjan. La dernière ville du classement est celle de Soubré avec 272 773 habitants soit environ 1/21^{ième} de la population d'Abidjan. Tous ces faits énoncés plus haut tendent à démontrer la suprématie démographique de la ville d'Abidjan sur toutes les autres villes du pays. Ce qui constitue un handicap pour le développement

du transport aérien domestique car la démographie joue un rôle important dans la demande en transport aérien (C. Audet, 2008, p.10). Or, la ville d'Abidjan concentre à elle seule environ 20% de la population total du pays. D'où la concentration du trafic aérien domestique (plus de 90%) à l'aéroport d'Abidjan.

3.3.2 ABIDJAN, PRINCIPAL PÔLE ÉCONOMIQUE DE LA CÔTE D'IVOIRE

Le poids économique d'Abidjan est largement dominant sur les autres villes de Côte d'Ivoire. Cela se perçoit dans la part importante que représente le district d'Abidjan dans le PIB du pays. En effet, selon l'Agence de notation panafricaine Bloomfield Investment Corporation, le district d'Abidjan représente 60% du PIB de la Côte d'Ivoire (Ministère du commerce, de l'artisanat et de la promotion des PME, 2015, p 1). Cette importance d'Abidjan dans l'économie ivoirienne s'explique par le rôle de principal pôle de développement de l'industrie et des services en Côte d'Ivoire. La ville d'Abidjan abrite les principales activités économiques liées à l'industrie et au secteur tertiaire. On y enregistre la quasi-totalité des industries du pays notamment dans les secteurs du bâtiment, des travaux publics, de la manufacture (ouvrages métalliques, savonnerie...) de la transformation et du conditionnement de produits alimentaires, de la pêche et de la quincaillerie. Entre 1999 et 2001, près de 89% à 96% des entreprises immatriculées étaient situées dans le sud principalement dans la région du Grand Abidjan (Groupe de la Banque Mondiale, 2016, p.9). On y trouve les grands groupes industriels internationaux tels que Setao, Cola, Bouygues, Jean Lefebvre, Holcim, CFAO, Cargill. Les quatre centrales thermiques du pays sont également basées à Abidjan. Il s'agit d'Azito, Vridi gaz, Ciprel et Aggreko (S. Kamagaté, 2018, p.5). Cette région absorbe également 80% des emplois formels et est la principale zone d'emploi dans les secteurs tels que les services aux ménages et aux industries, les transports, les télécommunications, le commerce de gros et de détail, l'alimentation et l'agriculture (Coulibaly et *al,* 2014, citée par Groupe de la Banque Mondiale, 2016, p. 9). Le secteur tertiaire y est également très développé. Il est dominé par le commerce, les activités bancaires, les assurances, la microfinance et le transport. En ce qui concerne les activités bancaires et les microfinances, le système bancaire ivoirien comprenait fin 2017, 28 banques et institutions financières et plus de 626 agences dont 55% à Abidjan (S. Kamagaté, 2018, p. 6). Abidjan abrite les sièges de la Bourse Régionale des Valeurs Mobilières, de tous les établissements financiers présents dans le pays ainsi que les filiales des grandes banques internationales telles que la Société Générale des Banques, le Crédit lyonnais, Standard Chartered, Bank of Africa et Versus Bank confirmant sa position de première place financière de l'Union Économique et Monétaire Ouest-Africain (CNUCED[4], 2019, p.12). Abidjan est également le siège régional de plusieurs organisations internationales et partenaires au développement notamment la Banque Africaine de Développement, l'Organisation Internationale du Cacao ainsi que le bureau régional de la Banque Européenne d'Investissement. Pour ce qui est du secteur des assurances, la ville d'Abidjan abrite les 31 compagnies d'assurances et les structures de transfert électronique de fonds y ont tous leurs sièges (S. Kamagaté, 2018, p. 6). Abidjan dispose en outre, des plus grands centres commerciaux du pays tels que Cosmos, Sococé, Cap nord, Cap sud, Orca déco, Abidjan mall et Carrefour. La concentration des activités économiques à Abidjan confère à la ville une forte attractivité et une fréquentation importante comme le témoigne les 24 compagnies aériennes qui la desservent et les 17 vols hebdomadaires qui la relient à Paris (CNUCED, 2019, p.12). Par ailleurs, au niveau des administrations, qu'elles soient publiques ou diplomatiques, elles ont une représentation à Abidjan. Tous les ministères qui composent le gouvernement ivoirien y ont tous leur siège.

La concentration des activités économiques dans la seule ville d'Abidjan n'est guère favorable au développement du transport aérien domestique puisque les compagnies aériennes ne disposent pas d'un dense réseau de villes dans le tissu urbain ivoirien à même de leur permettre de rentabiliser leurs investissements.

4 DISCUSSION

Les résultats de cette étude ont montré que les contraintes spatiales au développement du transport aérien domestique en Côte d'Ivoire sont la régression des infrastructures aéronautiques, l'étroitesse du territoire ivoirien et la macrocéphalie de la ville d'Abidjan. Ces résultats sont dans l'ensemble semblables à ceux obtenus par d'autres auteurs.

[4] Conférence des Nations Unies sur le Commerce et le Développement

4.1 Régression Du Nombre D'infrastructures Aéronautiques, Un Frein Au Développement Du Transport Aérien Domestique

Cette étude relève que la régression des infrastructures aéronautiques entrave le développement du transport aérien domestique en Côte d'Ivoire. Plusieurs études démontrent que l'insuffisance d'infrastructures de transport constitue un frein au développement de plusieurs secteurs d'activités.

En effet, l'infrastructure de transport est nécessaire à la circulation des biens et des personnes et son développement est indispensable pour assurer une croissance (Limao et Venables, 2001; Eustache, 2007; Combes, 2008a; Semedo, 2013) cités par M. Sané (2017, p.56). En Afrique Centrale, l'insuffisance et l'inadéquation des infrastructures de transport routier entravent les échanges intracommunautaires, réduit la compétitivité sur le marché mondial des produits primaires d'origine agricole (cacao, café, coton, thé), forestière et minière dont dépendent largement les économies des pays de la sous-région (Nations Unies Commission Économique pour l'Afrique, 2021, p.6). A. Totouom (2018, pp 366-367), quant à lui estime que le déficit que connait le continent africain en matière d'infrastructures de transport entraine des coûts de transport et de logistique élevés. En plus de réduire les exportations du continent, ces coûts élevés portent préjudice à la compétitivité de l'Afrique et entravent sa croissance économique (J. Bond, 2017 p.11).

Cependant, la qualité des services de transport n'est pas seulement fonction de la dotation du pays en infrastructures physiques mais dépend également de l'efficacité avec laquelle cette dotation est utilisée (J. Bond, 2017, p.13). Selon cet auteur, la dotation globale en infrastructures de transport est certes faible, toutefois, le secteur n'utilise pas efficacement ses actifs physiques en raison de contraintes importantes en matière de politiques, de réglementations, de procédures, de normes, de standards et de certifications. Toujours selon cet auteur, en plus de ces contraintes qui limitent l'utilisation des infrastructures de transport, il faut noter le manque de concurrence et la cartellisation des services de transports. En effet dans de nombreux pays africains (singulièrement en Afrique Subsaharienne), le niveau de concurrence entre les transporteurs est insuffisant. Par ailleurs, il explique que le choix de systèmes nationaux au détriment des systèmes régionaux influence négativement la qualité des services de transport vu que le développement des infrastructures de transport est le plus souvent entrepris au niveau national plutôt qu'à l'échelon régional. Ce qui a tendance à entraver son développement. C'est le cas du transport aérien qui fait l'objet d'une concurrence entre pays empêchant de ce fait, le développement de hubs aériens à l'exception de l'Afrique du sud et de l'Éthiopie.

4.2 Étroitesse Du Territoire Ivoirien, Facteur Limitant L'usage De L'avion

L'étude révèle que l'étroitesse du territoire ivoirien explique les difficultés de développement du transport aérien domestique en Côte d'Ivoire. En effet, les pays africains qui ont un trafic domestique important sont caractérisés par des superficies importantes.

Selon E. Mérenne (2013, pp.114-115), le choix des modes de transport pour les déplacements dépend de plusieurs facteurs dont la distance, et l'avion est utilisé pour les distances de plus de 1 000 km. Cet avis est partagé par l'Autorité de la qualité de service dans les transports (2019, p.36), qui soutient qu'en France, l'avion est perçu comme un mode adapté aux déplacements interurbains de grande portée à l'intérieur du territoire ou vers les pays limitrophes, permettant de réaliser des trajets rapides. Il devient une option pour les trajets interurbains quand il s'avère plus efficace que le train c'est-à-dire pour des distances de plus de quatre heures. En effet, au-delà de 750 voire 1 000 km le TGV (Train à Grande Vitesse) perd de son attractivité: il demande plus de 4 heures de trajet pour un coût élevé et la clientèle « affaires » se reporte sur l'avion (Commission nationale du débat public, 2018, p.2). C'est en effet sur les parcours de moins de trois heures que les TGV sont les plus compétitifs; le temps d'accessibilité étant nettement inférieur à celui de l'avion et la durée moins longue qu'en voiture. La Direction Générale de la Mobilité et des Transports (2010, p.8), affirme que les LGV (Ligne à Grande Vitesse) sont avantagées par rapport au transport aérien et par route sur les distances comprises entre 400 et 800 km. Cet auteur estime qu'en dessous de 150 k-m, les LGV offrent un bénéfice limité par rapport à la voiture et au train conventionnel. Entre 150 et 400 km, le ferroviaire (LGV et lignes classiques confondues) est le plus rapide. Au-delà de 900 km, le transport aérien reprend l'avantage. Ces résultats sont partagés par C. Minghui (2019, p.63) qui affirme, qu'en 2016, en France, le train représentait 26 % des parts de marché sur la distance 300 et 600 km contre 5 % pour l'avion. Selon cet auteur, la compétitivité de l'avion s'améliore lorsque la distance parcourue augmente. Sur la distance 600 km et 1 000 km, l'avion représente environ 16 % des parts de marché, les parts de marché de train s'améliorent légèrement de 26 % à 28 %. Sur la distance de plus de 1 000 km, l'avion représente 93 % des parts de marché.

4.3 MACROCÉPHALIE DE LA VILLE D'ABIDJAN, UNE ENTRAVE AU DÉVELOPPEMENT DU TRANSPORT AÉRIEN DOMESTIQUE

Cette étude dévoile que le choix des villes desservies par Air Côte d'Ivoire doit tenir compte du dynamisme de l'activité économique locale. Alors, qu'en dehors d'Abidjan, les villes desservies par Air Côte d'Ivoire ne disposent pas d'un poids économique important pour générer un trafic aérien satisfaisant. En ce sens (le Congrès mondial de Métropolis, 1999, p.35), affirme que pour développer ces services, les aéroports doivent disposer d'une position géographique dans une région pourvue d'un indiscutable potentiel économique de développement et d'une demande suffisante parce que le trafic aérien est induit par la force et le dynamisme de l'économie locale (N. Ansari, 2018, p. 14). Cet auteur explique qu'il y a une polarisation du trafic aérien dans les agglomérations urbaines possédant un certain poids économique. Pour lui, ce sont les villes qui détiennent une certaine accumulation de facteurs socio-économiques qui génèrent une demande plus élevée en transport aérien. Les sociétés aériennes choisissent de desservir ces villes afin de rentabiliser leurs coûts d'exploitation.

Les études de ces auteurs démontrent que le trafic aérien est induit par le dynamisme de l'économie locale. Cependant, la relation entre le trafic aérien et l'économie locale est à double sens. En d'autres termes l'importance du trafic aérien participe au développement des villes desservies. En effet, une ville bien desservie jouit d'une performance économique accrue grâce, entre autres, aux services supérieurs en termes de transport aérien offert à la communauté d'affaire. Car, le transport aérien contribue à accentuer le poids économique des villes dans l'économie mondiale et de jouer un rôle prépondérant (N. Ansari, 2018, p.48). Cet avis est partagé par la cour des comptes de France (2016, p.14) qui considère que la compétitivité du secteur aérien crée une aptitude des territoires à attirer des activités et, réciproquement, le dynamisme économique des régions contribue au développement du transport aérien. L'étude de A. Sarr (2018, pp.17-22), corrobore les résultats de ces différentes études. Selon lui, le transport aérien est un secteur producteur de richesses aussi bien aux niveaux international et national qu'au niveau local. Et les aéroports, éléments fondamentaux du transport aérien concentrent aujourd'hui des activités qui rejaillissent nécessairement sur le développement socio-économique de leur territoire et ce, à plusieurs égards. Selon lui l'activité aéroportuaire représente un apport estimé entre 1,4% et 2,5% pour les PIB régionaux et des retombées fiscales de l'ordre de 2 à 5% de l'impact économique des aéroports. L'aéroport est également un grand vecteur de connectivité pour les territoires et leurs économies. Celle-ci encourage fortement le dynamisme industriel des agglomérations desservies. D'ailleurs, de nombreuses études portant sur l'aviation d'affaires montrent que la présence d'un aéroport est devenue un critère important d'appréciation de l'opportunité de développer une activité ou d'investir dans une localité pour les entreprises. Toutefois cet effet structurant des aéroports dans l'économie des collectivités territoriales n'est pas automatique mais dépend de nombreux facteurs. Parmi ceux-ci, se trouvent l'importance et le type de trafic accueilli et la richesse du territoire concerné.

5 CONCLUSION

Au cœur des projets de développement à l'indépendance, le transport aérien domestique en Côte d'Ivoire enregistre aujourd'hui de faibles performances du fait de nombreuses contraintes spatiales. En effet, le pays ne dispose plus d'un dense réseau aéroportuaire comme à l'indépendance, en raison de la fermeture de dix aérodromes et du changement de statut de deux autres plateformes utilisées à d'autres fins. De plus, seulement six aérodromes sur les quinze restants sont équipés pour recevoir des vols commerciaux. Ce nouveau maillage aéroportuaire ne permet pas aux populations d'avoir accès à l'avion en tout point du territoire. Ce qui est désavantageux au développement de ce mode de transport. Outre la régression du nombre d'infrastructures aéronautiques qui porte préjudice au transport aérien domestique, il faut noter l'exiguïté du pays qui fait que l'avion n'est pas un moyen de transport indispensable pour les déplacements puisqu'il existe le transport routier plus avantageux en termes de coûts et d'accès. Par ailleurs, l'importance de la ville d'Abidjan aux plans économique, politique, démographique fait que l'aéroport d'Abidjan est le seul à générer un trafic de plus de 50 000 passagers par an. Quoi qu'insuffisant en comparaison aux millions de voyageurs qui empruntent la voie routière par an, l'importance de ce trafic tient de la suprématie d'Abidjan qui joue en défaveur du développement du transport aérien domestique puisque les compagnies aériennes choisissent de desservir les villes qui possèdent une économie dynamique afin de rentabiliser leur coût d'exploitation. Et la ville d'Abidjan apparait comme la seule ville du pays à même d'attirer les compagnies aériennes. D'où la nécessité, pour les autorités ivoiriennes de créer des pôles économiques compétitifs afin d'insuffler un nouvel élan au transport aérien domestique en Côte d'Ivoire.

REFERENCES

[1] Ministère des Travaux Publics des Transports de la Construction et de l'Urbanisme de Côte d'Ivoire, Équipements et transports 1960-1980, bilan et perspectives, Côte d'Ivoire, 1980.
[2] D. Bergonzi, Le transport aérien en Afrique, 1er African Airlines Forum, Mali 6 et 7 avril 2006.
[3] C. Julienne, Le rail et la route pour une nouvelle économie, Belles Lettres, Paris, 2002.
[4] E. Mérenne: Géographie des transports contraintes et enjeux, Presses Universitaires de Rennes, 2013.
[5] B. Mieu, René Décurey: Air Côte d'Ivoire poursuit son offensive sur le continent, 2014. https://www.jeuneafrique.com
[6] Klynveld Peat Marwik Goerdeler, Diagnostic financier et organisationnel de la plateforme aéroportuaire, 2014.
[7] Organisation des Nations Unies Habitat, Côte d'Ivoire: Profil urbain d'Abidjan, Programme des Nations Unies pour les Établissements Humains, Nairobi, 2012.
[8] Groupe de la Banque Mondiale, L'urbanisation diversifiée le cas de la Côte d'Ivoire, 2016.
[9] C. Audet « Le transport aérien», Bulletin Innovation Transport, N° 33, 39p, 2008.
[10] Ministère du Commerce de L'artisanat et de la Promotion des petites et moyennes entreprises, «Revue de presse», 4p, 2015.
[11] S. Kamagaté, «Radioscopie d'une ville macrocéphale du territoire ivoirien: Abidjan», Regard Sud, N° spécial, 15p, 2018.
[12] Conférence des Nations Unies sur le Commerce et le Développement, Examen de la politique d'investissement: Côte d'Ivoire, 2019.
[13] M. Sané, « Infrasrtuctures, commerce intra-africain et développement économique en Afrique», Revue Interventions Économiques [En ligne], Hors-Série. Transformations 2017, mis en ligne le 01mars 2017, consulté le 21 mars 2023. URL: http://journals.openedition.org
[14] Nation Unies. Commission Économique pour l'Afrique, Développement des infrastructures en Afrique Centrale: au-delà des maillons manquants, Addis Abeba, 2021.
[15] A. Totouom, «Les obstacles au développement industriel de l'Afrique», l'Actualité économique, 94 (3), 363-387, https://doi.org/10.7202/1068043ar.
[16] J. Bond, Le déficit d'infrastructures de l'Afrique: Combler le retard, Forum des marchés émergents sur l'Afrique, Abidjan-Côte d'Ivoire, 26-27 mars 2017.
[17] Autorité de la Qualité de Service dans les Transports, Comprendre les choix et l'expérience des voyageurs en matière de déplacements interurbains, 2019.
[18] Commission Nationale du Débat Public, «Le collectif d'usagers « oui au train de nuit pour une solution de mobilité propre pour les longues distances »», Cahier d'Acteur, Paris, 4p, 2018.
[19] Direction Générale de la Mobilité et des Transports de l'Union Européenne, L'Europe à grande vitesse, 2010.
[20] C. Minghui, Analyse de la concurrence intermodale: l'évaluation de la qualité des dessertes ferroviaires et aériennes, Thèse de Doctorat, Université de Lyon, 2019.
[21] Congrès Mondial de Metropolis, Les plateformes aéroportuaires comme facteurs de développement des métropoles, 1999.
[22] N. Ansari, Une analyse des facteurs de polarisation du trafic aérien en Amérique du nord: Le cas de Montréal, Mémoire de maîtrise en développement du tourisme, Université du Québec à Montréal, 2018.
[23] Cour des Comptes de France, L'État et la compétitivité du transport aérien, 2016.
[24] A. Sarr, Enjeu sociétal et activité aéroportuaire, du risque à l'opportunité, 2018.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1306-1312
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Le rôle de la Réforme de l'Administration Publique sur sa performance: Un constat empirique en France

[The role of Public Administration Reform on its performance: An empirical observation in France]

Adil El Ibrahimi and Ahmed Lakssissar

Laboratoire de Recherche « Compétitivité Economique et Performance Managériale- LARCEPEM », Université Mohammed V de Rabat, Morocco

Copyright © 2023 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 aims to analyze and characterize the governance of public administrations in the field of performance management following recent reforms in this area in France between the years 2000 and 2018. To do this, and initially, a review of the theoretical literature of the different models that deal with this problem is proposed. In a second step, all the indicators selected will be the subject of an empirical study based on the econometrics of panel data in order to understand the response of the public administration to the reforms. The results of our research demonstrate the existence of a significant evolution of public administration towards results-based management. The performance indicators used largely explain the transformations observed.

KEYWORDS: Reforms, Public governance, Agency theory, Performance.

JEL CLASSIFICATION: G01 G30 G38 J61 R12.

RESUME: Cette recherche a l'ambition d'analyser et de caractériser la gouvernance des administrations publiques dans le domaine du management de la performance suite aux récentes réformes en la matière en France entre les années 2000 et 2018. Pour ce faire, et dans un premier temps, une revue de littérature théorique des différents modèles qui traitent cette problématique est proposée. Dans un second temps, l'ensemble des indicateurs sélectionné vont faire l'objet d'une étude empirique fondée sur l'économétrie de données de panel afin d'appréhender la réponse de l'administration publique aux réformes. Les résultats de notre recherche démontrent l'existence d'une évolution significative de l'administration publique vers la gestion axée sur les résultats. Les indicateurs de performance retenus expliquent largement les transformations constatées.

MOTS-CLEFS: Réformes, Gouvernance publique, Théorie de l'agence, Performance.

JEL CLASSIFICATION: G01 G30 G38 J61 R12.

1 INTRODUCTION

Les questions des réformes de l'administration publique liées à la gouvernance et au management public et leurs rôles dans la croissance économique ont été largement débattues dans la littérature scientifique. Un mouvement suivi par les gouvernements du monde entier explique l'engouement assez exceptionnel pour ces problématiques (Mattei et al., 2013).

En effet, les principaux objectifs des réformes axées initialement sur le nouveau management public (NPM) reposaient sur des notions fondamentales telles la productivité, l'équité et la qualité (Maupin, 2009; Martinussen et Magnussen, 2011 et Zhou et al., 2014).

Les tenants et les aboutissants des différents débats en la matière ont été examinés par une littérature dominée par des chercheurs réalisant essentiellement leurs travaux sur les pays occidentaux (Dan et Pollitt, 2014).

A ce niveau, force est de constater que la littérature avait tenté, d'une part, d'analyser ces réformes à la lumière des évolutions macroéconomiques, telles que le rôle de l'État (Fredriksson et Winblad, 2008); les engagements des organisations non gouvernementales (Maupin, 2009 et Filc, 2014) et la prise en considération de l'idéologie néo-libérale (Walker, 2017).

D'autre part, les explications microéconomiques fondées sur la responsabilisation, la gestion axée sur les résultats, le partenariat Public-Privé et le rôle des acteurs clés trouvent leurs origines dans de sérieux travaux de recherches (Ferlie et al., 2016; Reiter et Klenk, 2018 et Uddin et al., 2019). L'objectif étant de finir avec les méthodes de gestion traditionnelles (bureaucratiques et centralisées), et faire émerger une nouvelle infrastructure au niveau de l'administration publique. Un tel engouement se traduit par une dichotomie entre le politique et l'administratif (agent-principal), une augmentation de l'autonomie managériale et une responsabilisation des dirigeants.

Dans ce contexte, de nombreux auteursmettent l'accent sur la notion de financiarisation qui constitue un élément primordial pour la réussite des reformes des organisations publiques. En effet, Modell et Yang (2017) ont essayé de répondre aux différents questionnements liés à cette problématique dans le cas des entreprises publiques chinoises.

Ainsi, en mobilisant la théorie des champs d'action stratégique, ils affirment que les techniques comptables axées sur les actionnaires, comme la valeur économique ajoutée « *Economic Value Added (EVA)",* ont joué un rôle important pour la réussite des réformes. Pourtant, les nouvelles pratiques de gouvernance ont surtout reflété les intérêts de l'État chinois dans le maintien et l'augmentation de la valeur de ses actifs tout en préservant son contrôle politique sur les entreprises publiques. Selon cette vision, cela a été rendu possible par les travaux des chercheurs en comptabilité de gestion qui ont apporté une contribution intéressante à ce niveau. Ces derniers ont amplifié le rôle majeur joué par cette discipline dans l'institutionnalisation des notions telles que la création de valeur pour les actionnaires comme fondement de la gouvernance d'entreprise et du contrôle (Froud et al. 2000; Carter et Mueller, 2006; Froud et al. 2006; Roberts et al. 2006; Gleadle et Cornelius, 2008; Newberry et Robb, 2008).

Dans le même ordre d'idée, une attention particulière a été portée à la diffusion des pratiques de la gouvernance anglo-américaine dans les économies capitalistes développées (Siepel et Nightingale, 2014). Ainsi, de nombreux travaux ont démontré l'importance de ces processus de diffusion en matière d'adaptations contextuelles des pratiques de gouvernance axées sur les actionnaires (Jürgens, Naumann et Rupp, 2000; Morgan et Takahashi, 2002; Fiss et Zajac 2004, 2006; Meyer et Höllerer, 2010 et Meyer et Höllerer, 2016).

Des affirmations pourtant nuancées par certaines études telles que Müller (2014) et Zwan (2014) ce qui nécessite des recherches plus approfondies afin de mieux appréhender leurs résultats contradictoires.

Selon la même logique, des auteurs tels (Mazouz, 2014; Bezemer et al., 2015) entre autres affirment que le management public et la gouvernance publique ne peuvent être définis sans référence aux institutions, structures d'offres en services publics, environnements administratifs et dispositifs de gestion relatifs aux organisations publiques.C'est ce qui explique, selon ces chercheurs, la divergence de résultats entre des grands chantiers de réformes qui ont aboutis à des transformations majeures de performances, structures d'offres en services publics et dispositifs de gestion publique, et d'autres qui sont restés sans résultats, abstraction faite des ressources et moyens consacrés (Pollitt et Bouckaert, 2004).

Bien que l'ensemble des décideurs politiques reconnaissaient les mérites de l'efficience, du partenariat public-privé, de la transparence et de la qualité des services rendus aux citoyens (Mazouz et Leclerc, 2008), les réformes réalisées ainsi que des résultats obtenus, ont profondément varié (Lacasse, 2005). Par conséquent, la diversité des façons de penser et d'agir au sein des organisations publiques constitue un début d'explication à la fois à la multiplicité des trajectoires évolutives des réformes et des systèmes de gouvernance publique. Notre étude est à notre connaissance la première à avoir utilisé l'économétrie de données de panel pour résoudre une telle problématique sans, toutefois, manquer de réalisme nécessaire au bon déroulement des méthodes dites quantitatives et qualitatives.

A cette fin, dans un premier temps, une revue de littérature relative à notre problématique dédiée à l'analyse de l'impact supposé des réformes sur la performance des administrations publiques est réalisée afin de proposer un modèle empirique traitant cette relation et la mise en place des pratiques de la gouvernance publique (Section 1). Cela est rendu possible au moyen d'un modèle économétrique (effet fixe, aléatoire et test de robustesse GMM). Nous analyserons ensuite les résultats obtenus à la lumière des théories et approches étudiées (Section 2). L'objectif étant de participer à un cadre théorique sur les capacités des administrations publiques à s'adapter aux réformes mises en place.

2 LES THÉORIES ET APPROCHES EXPLICATIVES

L'analyse de la relation entre la réforme de l'administration publique et les principes de la gouvernance d'entreprise nous a permis d'identifier diverses théories et approches (de l'intendance, de l'agence, de l'asymétrie d'information, la théorie du transfert coercitif de politique (*policy transfer*), etc.), susceptibles d'expliciter, de notre point de vue la divergence de résultats entre les différents pays étudiés (la chine, Singapour, Italie entre autres). Toutefois, il faut préciser que les apports de ce large travail théorique demeurent quelques fois contradictoires (G.B. Peters and J. Pierre (2006)). L'objectif serait donc d'isoler les facteurs de performance permettant la réussite des réformes dans leur but sacro-saint de la croissance économique.

Le but que nous poursuivons dans cette section demeure d'identifier, puis d'expliquer la question de la performance à l'occasion des réformes de l'administration publique. Notre travail sur les trois approches proposées (en termes de relation d'agence, de transparence et la gestion axées sur les résultats) est largement maitrisé du fait de la disponibilité peu ou prou constatée des données nécessaires à la mise en place d'une étude assez complète dans les pays développés. Une étude comparative pose, cependant, un sérieux problème. En effet, la majorité des pays du sud étudiés manque de données sur les résultats constatés en matière des réformes. Les autres pays recensés (principalement anglo-saxons et nordique) tendent souvent à diffuser l'image d'un modèle de gouvernance publique homogène et universel (Newcomer 2007). Une telle situation ne nous permet pas d'avoir une large panoplie de données nécessaires à la mise en exergue d'une étude empirique permettant d'avoir de solides recommandations pour les pays en voie de développement à ce niveau (Bouckaert et Halligan, 2008; Curristine, 2005; Pollitt 2006; OECD, 2007).

De cette littérature théorique, nous avons identifié trois principales approches susceptibles d'expliquer la relation entre la reforme (ou ce qu'on appelle la modernisation de l'administration publique), la gouvernance et la croissance économique. Leurs apports s'avèrent quelques fois contradictoires. Il s'agit de l'approche en termes de relation d'agence, de transparence et la gestion axées sur les résultats.

Notre travail consiste alors à tester l'hypothèse principale de notre problématique H1 et les deux autres hypothèses subsidiaires H2 et H3:

H1: La réforme impacte positivement la performance de l'administration publique.

H2: Le sort des réformes des administrations publiques est expliqué principalement par les relations d'agence en matière de décision publique.

H3: Quels indicateurs ou quelles chaines causales peuvent être identifiés pour interpréter les besoins d'adaptations mutuelles.

Pour répondre à ces trois principaux questionnements, il importe d'examiner plus finement ces hypothèses au moyen de l'économétrie de données de panel. Une procédure qui semble d'autant plus essentielle et justifiée que la problématique en question est loin d'être négligeable.

Ainsi, estimer cette relation par un modèle à effet individuel fixe revient à passer par une transformation Within individuelle qui consiste à calculer pour chaque variable sa différence par rapport à la moyenne de la période pour chaque individu. Le passage par ce calcul permet d'éliminer l'hétérogénéité individuelle et d'obtenir les résultats suivants en appliquant l'estimateur OLS (tableau 1). Les autres résultats (modèle à effet aléatoire et GMM) seront présentés dans les tableaux 2 et 3. Afin d'éviter les problèmes de colinéarité, les matrices de corrélation nécessaires aux choix des variables ont été utilisées pour les différentes régressions.

3 ETUDE EMPIRIQUE

Notre travail empirique avait pour ambition de départ de détecter la disparité des résultats des reformes de l'administration publique au sein d'une panoplie de pays qui les ont adoptés en utilisant un modèle empirique fondé sur l'économétrie des données de panel sous la lumière des approches précédemment présentées. Cependant, eu égard des limites précitées (pays du sud et pays anglo-saxons), nous avons été contraints de limiter notre étude empirique sur les administrations publiques françaises. Nous avons choisi la France parce qu'il s'agit d'un cas riche en informations en matière de transparence, partenariat public-privé et responsabilisation entre autres (Steiner 2000, 2003) ce qui nous a permis de mettre en œuvre une base de données assez intéressante. Un test de robustesse va être réalisé pour que le travail économétrique soit le plus précis possibles.

Cependant, avant la mise en exergue des différents tests, il y a lieu de présenter notre échantillon et les variables utilisées. Les méthodologies et l'analyse des résultats feront l'objet d'une deuxième sous-section.

3.1 ECHANTILLON ET VARIABLES

Les administrations publiques en France ont fourni le cadre empirique de notre étude. En effet, nous avons exploité et finalisé la base de données fondée sur les informations récoltées de la part des responsables des centres de finances publiques et les organismes sociaux sur les questions de la gouvernance publique.

Grace à ces différents travaux établis, nous avons pu exploiter les données résultantes des enquêtes réalisées sur la période 2000 et 2018 par des fiscalistes, des experts comptables et des commissaires aux comptes sur la performance des administrations publiques suites aux réformes réalisées dans le cas français (les Centres des finances publiques et les organismes sociaux). Notre choix a été motivé par le fait que ce sont ces acteurs qui représentent essentiellement les citoyens face à l'administration publique.

Notre variable à expliquer demeure donc la performance des administrations publiques (PER) mesurée essentiellement par la satisfaction des citoyens (particuliers et professionnels).Les variables explicatives de notre modèle sont l'efficacité ou la qualité des services rendus aux citoyens (EFFIC), la réactivité des différents services publics (REAC), la transparence (TRANS), la responsabilité au sein de l'administration publique (RESP), les partenariats Public-privé (PART) et nous avons pris comme benchmark le secteur d'activité pour les professionnels (SECT) Fournir une description complète des variables et de leurs échelles de mesure. Les données qualitatives recueillies suites à des questions fermées puis ouvertes nous a permis d'exploiter un échantillon de 850 observations sur 25 administrations publiques. C'est ainsi que nos estimations sont réalisées en testant notre modèle:

$$LNPER^{it} = f(EFFIC^{it}, REAC^{it}, TRANS^{it}, RESP^{it}, PART^{it}, CONF^{it}, SECT^{it}).$$

3.2 ANALYSE DES RÉSULTATS

Tableau 1. Modèle à effet fixe[1]

LNPER	Coefficient	Ecart type	t	P>|t|
EFFIC	0,022***	0,0045	5,050	0,000
REAC	0,071***	0,009	-3,980	0,000
TRANS	0,03***	0,003	4,050	0,000
RESP	0,012***	0,001	4,020	0,002
PART	-0,008	0,003	-0,310	0,374
CONF	0,011	0,004	0,170	0,650
SECT	0,009**	0,004	1,720	0,065
_cons	13,57	0,163	106,950	0,000

R-sq= 0.2206, F (12,678) =18.71
(***): Significatif au seuil de 1%, (**): Significatif au seuil de 5%, (*): Significatif au seuil de 10%.

Les résultats de notre modèle à effet fixe nous montrent une relation positive et significative entre la performance des administrations publiques et la qualité des services rendus aux citoyens, la réactivité de l'administration, le critère de transparence, la responsabilité et prend en considération la nature des secteurs d'activité pour les professionnels. Des résultats confirmés par les travaux des auteurs tels Chan, 2000; Yang, 2001; Morgan, 2003; Li, 2004; Caulfield, 2006; Wang Y.K., 2009; Wang L.M., 2009; Zhang, 2009 et Hudon et Mazouz 2014 entre autres. Les autres variables n'expliquent pas la performance analysée.

Les mêmes résultats ont été trouvés dans le modèle à effet aléatoire.

[1] $y_{it} = \alpha_i + \beta x_{it} + \varepsilon_{it}$ où l'hétérogénéité individuelle est spécifiée sous la forme d'une constante spécifique à chaque individu.

Tableau 2. Modèle à effet individuel aléatoire [2]

LNPER	Coefficient	Ecart type	z	P>|z|
EFFIC	0,031***	0,004	4,080	0,000
REAC	0,085***	0,024	-5,210	0,000
TRANS	0,009***	0,001	2,650	0,000
RESP	0,016***	0,002	3,900	0,000
PART	-0,004	0,005	-0,760	0,229
CONF	0,003	0,005	0,550	0,411
SECT	0,0226***	0,003	3,440	0,014
_CONS	13,19	0,090	93,610	0,000

R-sq= 0.2739 Wald chi2 (12) =349.81,
(***): Significatif au seuil de 1%, (**): Significatif au seuil de 5%, (*): Significatif au seuil de 10%.

Les résultats de notre modèle aléatoire nous confirment ceux du premier modèle à effet fixe. En effet, les principaux indicateurs de la gouvernance publique sont positivement et significativement liés à la performance des administrations publiques.

Après un test d'Hausman, largement significatif (Prob>chi2= 0,000), qui rejette les résultats du modèle à effet aléatoire, le passage à la méthode GMM[3] s'avère indispensable[4]. À ce niveau, il faut signaler que les tests de stationnarité nécessaires pour mener à bien un modèle dynamique ont été réalisés. Nous utilisons, comme pour Coe et Helpman (1995), le test d'ADF de Levin et Lin (1992) appliqué aux données de panel pour vérifier cette hypothèse[5]. Les variables sont largement stationnaires. À ce niveau, une distinction essentielle, solidement argumentée, différenciant les modèles dynamiques des autres statiques, est loin de passer inaperçue. Les modèles dynamiques se caractérisent par la présence d'une ou de plusieurs variables endogènes retardées parmi les variables explicatives[6]. L'estimation de ce type de modèle revient à tester la relation étudiée dans le cas d'un retard d'ordre 1. Et puisque nos variables à expliquer proviennent des données collectées des questionnaires des mêmes individus, il est incontestable que ces dernières sont significativement dépendantes de leurs valeurs retardées. C'est pour cette raison que le modèle dynamique paraît plus adéquat pour élucider nos questions de recherche. Nous présentons, néanmoins, les résultats des modèles statiques.

Il faut noter, toutefois, que la variable endogène retardée dépend de l'hétérogénéité individuelle u_i. L'utilisation des méthodes d'estimation classiques (OLS, Within) donne des estimateurs biaisés et non convergents. Parmi les méthodes utilisées pour résoudre ce problème, nous faisons appel à celle d'Arellano et Bond (1991) [7]. S'agissant de la même relation à estimer, il faut signaler que le modèle statique, bien que peu convaincant, trouve les mêmes résultats que le modèle dynamique. Donc, les coefficients ainsi que les significativités des tests GMM sont présentés dans le tableau 3.

[2] $\gamma it = \alpha i + \beta xit + \mu i + \varepsilon it$ où l'hétérogénéité individuelle est incluse dans le résidu de la régression. Ce dernier est donc constitué de deux composantes : la composante aléatoire standard εit et la composante aléatoire μi qui capture l'hétérogénéité individuelle.

[3] Il existe plusieurs méthodes « GMM » pour estimer un modèle à effet aléatoire en présence d'une corrélation entre les variables explicatives et l'hétérogénéité individuelle comme celles d'Arellano et Bover (1995), Blundel et Bond (1998) et bien d'autres. Ici, nous avons utilisé celle d'Arellano et Bond (1991). La variable DLN(MV)(-1) représente la variable endogène retardée.

[4] L'utilisation de l'estimateur « GMM » consiste à calculer dans une première étape une estimation « 2SLS » en utilisant, après le passage par une différence première (ou une déviation orthogonale), les instruments des variables explicatives. Les résidus estimés de cette étape pour calculer un estimateur « GMM » plus efficace. Nous présentons les résultats de cette estimation, comme expliqué plus haut, en différence première.

[5] Ce test est donné par la formule générale suivante :

$$\Delta y_{it} = \mu_i + \beta y_{i,t-1} + \sum_{k=1}^{p} \phi_k \Delta y_{i,t-k} + \gamma t + \varepsilon_{it} \qquad i = 1,\ldots,N,\ t = 1,\ldots,T.$$

Sous l'hypothèse H_0 : $\beta = 0$ correspondant à la non stationnarité contre l'hypothèse alternative H_1 : $\beta<0$ correspondant à la stationnarité de la série.

[6] Nous nous contentons de présenter, dans ce travail, uniquement les résultats des estimations de la deuxième étape.

[7] Celle de Anderson et Hsiao (1982) est également utilisée pour ce genre de problème. Cependant, la littérature est unanime sur le fait que la méthode de Arellano et Bond (1991), qui permet d'obtenir un estimateur "GMM" en deux étapes, est plus efficace.

Tableau 3. L'estimateur GMM[8]

	Coefficient	Ecart type	t-value	t-prob
DlnPER (-1)	0,78***	0,06	8,63	0,00
D EFFIC	0,03**	0,019	2,50	0,05
D REAC	0,21**	0,05	-1,30	0,04
D TRANS	0,21**	0,07	-2,92	0,03
D RESP	0,030**	0,02	-2,53	0,02
D PART	-0,0023	0,00	-0,42	0,55
D CONF	-0,0010	0,00	-0,21	0,68
D SECT	-0,0009	0,00	-0,25	0,72

Sargan test = 65.64, AR (1) test: N (0,1) = 1.318 [0.003], AR (2) test: N (0,1) = -2.255 [0.752]
(***): Significatif au seuil de 1%, (**): Significatif au seuil de 5%, (*): Significatif au seuil de 10%.

Cette étude est à notre connaissance la première à avoir utilisé l'économétrie de données de panel pour résoudre une telle problématique sans, toutefois, manquer de réalisme nécessaire au bon déroulement des méthodes dites quantitatives et qualitatives. Les résultats sont satisfaisants et largement significatifs (le test de Sargan significatif, celui AR (1) significatif et AR (2) négatif et non significatif). En effet, la performance des administrations publiques (PER), mesurée par la satisfaction des professionnels, est effectivement expliquée par les variables ou indicateurs de la « bonne » gouvernance publique (EFFIC, REAC, TRANS et RESP). Des résultats qui confirment les travaux des travaux précédemment analysés. Nous constatons également de faibles écart-types pour toutes les variables étudiées indiquant ainsi que leurs tendances générales sont centrées autour de leurs moyennes. Autrement dit, leurs effets ne sont pas trop dispersésMention inutile. Ce qui nous permet de conclure que la réforme de l'administration publique a impact positif sur la performance via la mobilisation des différents indicateurs de la gouvernance. Des résultats qui confirment ceux précédemment trouvés par d'autres auteurs tels que Zhou, 1996; Wang Y. K., 1998; Chan, 2000; Yang, 2001; Morgan, 2003; Li, 2004; Caulfield, 2006; Wang Y.K., 2009; Wang L.M., 2009; Zhang, 2009 et Hudon et Mazouz 2014 entre autres.

4 CONCLUSION

Notre travail de recherche, qui s'inscrit dans une double approche théorique et empirique, traite une problématique d'une importance primordiale pour la question sacro-sainte de la croissance économique. Ainsi, les réformes de l'administration publique anime le débat entre les différents auteurs qui travaillent sur ce type de questionnements. En effet, la réforme modernise l'administration publique en mettant en place des procédures et indicateurs de la gouvernance publique qui retient ses principes de base de la gouvernance d'entreprise.

Notre travail empirique sur le cas français fondé sur l'analyse théorique semble confirmer la tendance générale observée par la littérature étrangère en la matière. En effet, la réforme à un impact positif sur les indicateurs de performance communément observés. Dans les travaux sur la gouvernance d'entreprise. Un constat qui s'inscrit largement dans les travaux théoriques et empiriques précédemment étudiés.

Ainsi, les résultats observés dans notre modèle empirique confirment les hypothèses de base de notre travail théorique. La performance des administrations publiques est expliquée principalement par la qualité des services rendus aux citoyens, la transparence et la confiance.

REFERENCES

[1] Aucoin, P. (1995), The new public management: Canada in comparative perspective, Institute for Research on Public Policy, Montréal.
[2] Bartoli, A., mazouz, B. (2011), « Éthique et Performance en Management Public », Revue Française d'Administration Publique, numéro spécial 140.

[8] Le résultat de ce test s'observe au moyen de l'équation suivante : chi2(11) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B).

[3] Biebricher, T. (2007), « Habermas And Foucault: Deliberative Democracy And Strategic State Analysis », Contemporary Political Theory, 6, pp. 218–245.
[4] Bower, J. L. (1983), The Two Faces of Management, Houghton Mifflin Company, Boston.
[5] Bodiguel, J.-L. and L. Rouban (1996), 'Les politiques de la fonction publique depuis 1981: crise du modèle administratif ou inertie des politiques?', Revue Internationaldes Sciences Administratives 54 (2).
[6] Building Democracy: The OMRI National Survey of Eastern Europe and the Former Soviet Union 1995 (1996) (Londonand New York: M. E. Sharpe).
[7] Bulmer, S. (1998), 'New Institutionalism and the Governance of the Single EuropeanMarket', Journal of European Public Policy 5 (3).
[8] Bunce, V. (1999), Subversive Institutions: The Design and the Destruction of Socialism and the State (Cambridge: Cambridge University Press).
[9] Bútora, M. and P. Huncsik (eds.) (1996), Global Report on Slovakia (Bratislava: Sándor Márai Foundation).
[10] Caroll, B.W. and T. Caroll (1999), 'Civic Networks, Legitimacy and Policy Process', Governance12 (1).
[11] T.M. La Porte, C.C. Demchak and M. De Jong (2002), Democracy and Bureaucracy in the Age of the Web. Empirical Findings and Theoretical Speculations, Administration and Society 34 (4).
[12] L. Lynn, C. Heinrich and C. Hill (2000), Studying governance and public management: challenges and prospects, Journal of Public Administration Research and Theory 10 (2).
[13] S. Madon (2006), IT-based government reform initiatives in the Indian state of Gujarat, Journal of International Development 18 (6).
[14] R. Miettinen, D. Samra-Fredericks and D. Yanow (2009), Re-Turn to Practice: An Introductory Essay, Organization Studies 30 (12).
[15] M. Moore and J. Hartley (2008), Innovations in Governance, Public Management Review 10 (1).
[16] R. Normann (1984), Service Management – Strategy and Leadership in Service Business, Chichester: John Wiley and Sons, Ltd.
[17] G.B. Peters and J. Pierre (1998), Governance without Government? Rethinking Public Administration, Journal of Public Administration Research and Theory 8 (2).
[18] C. Pollitt (2006), Performance Management in Practice: A Comparative Study of Executive Agencies, Journal of Public Administration Research and Theory 16 (1).
[19] T.C. Powell and A. Dent-Micallef (1997), Information technology as competitive advantage: The role of human, business, and technology resources, Strategic Management Journal 18 (5).
[20] R. Rusted and S. Martin (1991), Panacea or panopticom? The hidder power of computer mediated communication, Communication Research 21 (4).
[21] K.E. Weick, K.M. Sutcliffe and D. Obstfeld (2005), Organizing and the Process of Sensemaking, Organization Science 16 (4).
[22] E. Wenger (1998), Communities of practice: learning, meaning and identity, Cambridge University Press, New York.
[23] D.M. West (2004), E-government and the Transformation of Service Delivery and Citizen Attitudes, Public Administration Review 64 (1).
[24] Williams, M. and Ford, L.: (1999), 'The world organization, social movements and global environmental management', Environ. Polit. 8 (1).
[25] World Bank: (2002a), Social Development Update: Monitoring Civic Engagement in Bank Lending and Policy Instruments, March.
[26] World Bank: (2002b), The World Bank and Civil Society, http://lnweb18.worldbank.org/essd/essd.nsf/ NGOs/home.
[27] World Bank: (2002c), Overview of World Bank Collaboration with Civil Society, http://lnweb18. worldbank.org/essd/essd.nsf/ NGOs/home.
[28] World Bank: (2002d), IFC Announces Withdrawal from the Rosia Montana Project http://web. worldbank.org/WEBSITE/EXTERNAL/NEWS/.
[29] World Bank: (2003a), Implementation Completion Report: Kerinci Seblat Integrated Conservation and Development Project, June 30, Report No: 25753.
[30] World Bank: (2003b), Projects, Policies & Strategies, Indonesia, http://www4.worldbank.org/sprojects/.
[31] Young, O.R. (ed.) (1997), Global Governance – Drawing Insights from the Environmental Experience, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press.
[32] Young, O.R. (1999), Governance in World Affairs, Ithaca, Cornell University Press.
[33] Zafarullah, H. (1987). «Public Administration in the First Decade of Bangladesh» Asian Survey 27, 459–476.
[34] Zafarullah, H. (1994). «The Bureaucracy». In H. Zafarullah, M. A. Taslim and Anis Chowdhury (eds.), Policy Issues in Bangladesh. New Delhi: South Asian Publishers.
[35] Zafarullah, H. and M. M. Khan. (2001). «Bureaucracy in Bangladesh: Politics Within and the Influence of Partisan Politics». In A. Farazmand (ed.), Handbook of Comparative and Development Public Administration, 2nd edn. New York: Marcel Dekker.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1313-1327
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

La responsabilité sociale des entreprises et la création de valeur : Un constat empirique

[Corporate social responsibility and value creation : An empirical observation]

Adil El Ibrahimi and Ahmed Lakssissar

Laboratoire de Recherche « Compétitivité Economique et Performance Managériale- LARCEPEM », Université Mohammed V de Rabat, Morocco

Copyright © 2023 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: Corporate Social Responsibility is now a major challenge for the development and growth of companies. Environmental, social, societal and governance considerations have becomeparamount and therefore constitute sources of competitive advantage and value creation.

This present work focuses on the impact of CSR on the overall performance of the company through the analysis of financial and extra-financial information by highlighting statistical techniques and data analysis. Thus, this research aims to explain, theoretically and empirically, the question of creation or destruction of value following the implementation of a CSR approach and to identify the sources of the changes observed. Our study provides major support to defenders of the implementation of suchapproach. Thus, our results affirm that the companies which achieve a significant CSR performance are mainly large companies, belonging to certain very specific sectors. Also, we find that the indicators relating to CSR are positively and significantly associated with the financial performance of companies. In other words, the commitment to a CSR approach improves the financial performance of the company as well as its overall performance.

KEYWORDS: Corporate social responsibility, value creation, data analysis, corporate governance.

RESUME: La Responsabilité Sociale des Entreprises constitue aujourd'hui un enjeu majeur pour le développement et la croissance des sociétés. Les considérations environnementales, sociales, sociétales et de gouvernance sont devenues primordiales et constituent de ce fait des sources d'avantage concurrentiel et de création de valeur.

Ce présent travail s'intéresse à l'impact de la RSE sur la performance globale de l'entreprise grâce à l'analyse d'informations financières et extra-financières par la mise en exergue de techniques statistiques et d'analyse de données**.** Ainsi, cette recherche à l'ambition d'expliquer, théoriquement et empiriquement la question de création ou de destruction de valeur suite à la mise en place d'une démarche RSE et d'identifier les sources des changements constatés.

Notre étude apporte un appui majeur aux partisans de la mise en œuvre d'une telle démarche. Ainsi, nos résultats affirment que les entreprises qui réalisent une importante performance RSE sont principalement les grandes entreprises, appartenant à certains secteurs bien précis.

Aussi, nous constatons que les indicateurs relatifs à la RSE sont positivement et significativement associés à la performance financière des entreprises. Autrement dit, l'engagement dans une démarche RSE améliore la performance financière de l'entreprise ainsi que sa performance globale.

MOTS-CLEFS: Responsabilité sociale des entreprises, création de valeur, analyse des données, gouvernement d'entreprise.

JEL CLASSIFICATION: M14, G30, C19, G39.

Corresponding Author: Adil El Ibrahimi

1 INTRODUCTION

La responsabilité sociale des entreprises, appelée également responsabilité sociétale de l'entreprise ou encore responsabilité sociale et environnementale, traduit la déclinaison à l'entreprise (micro-économique) des principes fondamentaux du développement durable (macro-économique). Elle a pour objectif d'intégrer, de manière volontaire, les préoccupations sociales, sociétales, environnementales et de gouvernance au sein de la stratégie de l'entreprise et dans ses interactions avec ses parties prenantes. En effet, ces informations extra-financières prennent de plus en plus d'ampleur et sont devenues indispensables à l'image et la réputation de l'entreprise facilitant ainsi l'accès aux financements et la conquête de nouveaux marchés.

Ainsi, dans un environnement incertain et un cadre légal en perpétuelle évolution, les entreprises doivent désormais faire face à des exigences réglementaires de plus en plus contraignantes et répondre aux attentes des différentes parties prenantes. Ce faisant, elles sont assez nombreuses à s'intéresser aux enjeux de la RSE et à s'engager dans de telles démarches. Le but étant de garantir une performance globale qui combine la performance financière et la performance extra-financière. Dans un tel contexte, il faut préciser, qu'à la différence des informations financières, les informations extra-financières ne sont pas prédéfinies et méritent une analyse plus fine. Une attention particulière qui prend en considération une multitude de facteurs difficilement mesurables tels que l'impact sur l'environnement, les relations et conditions de travail, la sécurité des consommateurs, l'égalité H/F, la gouvernance d'entreprise, etc.

Ainsi, la complexité et l'importance du volume de ces informations extra-financières, la spécificité des secteurs d'activité et du cadre réglementaire demandent une expertise particulière dans le domaine de la donnée. En effet, la littérature scientifique existante et les référentiels les plus cotés en la matière proposent des indicateurs génériques sans prendre en considération la spécificité de tel ou tel secteur d'activité, la taille de l'entreprise, les particularités du pays, etc. Le but étant d'analyser des informations qualitatives et quantitatives afin d'identifier tous les leviers de performance rendus possibles par une politique RSE.

Un travail multidimensionnel fondé principalement sur la méthode de l'analyse des données permettant ainsi de dégager les aspects les plus significatifs de celles-ci. Etudier la corrélation entre les informations financières et extra-financières pour aboutir à la performance globale constitue le deuxième volet de notre travail empirique.

Les leviers de performance identifiés, ils constituent les domaines d'action indispensables pour la conception des outils de gestion nécessaires dans les différentes étapes de diagnostic, dans la définition des objectifs à réaliser et pour la mise en œuvre des tableaux de bord RSE.

Conçu pour répondre au besoin de normalisation de ces enjeux responsables, cette recherche propose, grâce à une revue de littérature complète et un travail de réflexion et d'analyse, une approche méthodologique et des outils adaptés à notre problématique.

2 L'IMPACT DE LA MISE EN PLACE D'UNE DÉMARCHE RSE SUR LA PERFORMANCE GLOBALE DES SOCIÉTÉS: L'IDENTIFICATION DES INDICATEURS FINANCIERS ET EXTRA-FINANCIERS

La question de création de valeur à l'occasion d'une démarche RSE requiert, depuis longtemps, un examen attentif de la part des différents acteurs intéressés par cette thématique. Elle constitue l'un des points de cristallisation essentiel de ce type d'opération. Ainsi, nul ne pourra contester les résultats qui confirment son effet positif largement soutenu, de façon édifiante, par la littérature financière. A ce niveau, force est de constater que les enjeux environnementaux, sociaux, sociétaux et de gouvernance prennent de plus en plus d'ampleur et deviennent primordiaux pour bon nombre d'entreprises. D'où la nécessité de mettre en œuvre un mode opératoire capable de répondre aux différents questionnements posés à ce niveau.

2.1 IDENTIFICATION DES INDICATEURS DE CRÉATION DE VALEUR RELATIFS À LA RSE

2.1.1 L'APPORT DES PRINCIPALES THÉORIES ET APPROCHES (THÉORIE DES PARTIES PRENANTES, THÉORIE DE L'AGENCE, ETC.)

Les rapports entre la RSE et la performance sont largement débattus et les études menées à ce niveau aboutissent à des résultats mitigés.

2.1.1.1 RELATION POSITIVE ENTRE LA RSE ET LA PERFORMANCE

Cette approche considérée comme la plus dominante estime que la RSE procure un avantage concurrentiel, développe la réputation de l'entreprise et améliore de ce fait sa solidité financière (Waddock et Graves (1997); Preston &O'bannon (1997)[1]; Kim et Kim (2012) [2]; Ajide et Aderemi (2014); Suteja et al. (2016); Galant &Cadez (2017); Blasi et al. (2018) [3]).

Dans une logique similaire, Maqbool et Zameer (2018), en examinant 28 banques commerciales indiennes cotées à la Bourse de Bombay (BSE) entre 2007 et 2016, trouvent que la RSE a un impact positif sur la performance financière. Ils préconisent l'intégration de la RSE au sein de la stratégie de l'entreprise et passer d'une approche traditionnelle axée sur le résultat à une approche socialement responsable. Cette performance passe par la construction d'une relation positive avec les clients, le recrutement desemployés motivés, la diminution des risques des entreprises et par la diffusion d'une image positive (Bird, Hall, Momentè, &Reggiani (2007)).

Dans le même contexte, Mercedes Rodriguez-Fernandez (2016), en exploitant un cadre théorique complet fondé sur la théorie de l'agence, de l'intendance, la dépendanceenversles ressources (*dependencyresources*) et celle des parties prenantes et en utilisant un indice de comportement social formé de quatre composantes[4]trouve une relation bidirectionnelle entre la responsabilité sociale des entreprises et la performance des sociétés espagnoles cotées[5].

A ce niveau, la théorie de l'intendance, qui considère les managers comme de bons gestionnaires des ressources (Donaldson (1990); Donaldson et Davis (1991), (1994)), stipule que les considérations éthiques et professionnelles atténuent les conflits d'intérêts (Muth et Donaldson (1998)). Une situation qui aura sans doute un impact positif sur la performance (Davis et al. (1997)).

Au niveau de la théorie des parties prenantes, Richardson (2009) affirme que la satisfaction des attentes des parties prenantes par des activités socialement responsables génère des rendements économiques positifs pour les entreprises.

Ainsi, selon la définition de Freeman (2010), « *une partie prenante est un individu ou groupe d'individus qui peut affecter ou être affecté par la réalisation des objectifs organisationnels*[6] *».* A ce niveau, il faut savoir qu'il n'existe pas de liste exhaustive des parties prenantes, mais nous pouvons néanmoins les classer en deux grandes catégories[7]: les parties prenantes primaires et secondaires.

- Les parties prenantes primaires: regroupent tous les acteurs formellement et contractuellement attachés à l'entreprise: les actionnaires, les clients, les fournisseurs, les salariés et leurs représentants.
- Les parties prenantes secondaires: regroupent les acteurs exerçant une éventuelle influence sur l'entreprise: pouvoirs publics, ONG, concurrents, distributeurs...

Aussi, la définition proposée par la norme ISO 26000[8] affirme que les parties prenantes sont des organisations ou des individus qui ont un ou plusieurs intérêts dans une décision ou activité quelconque d'une organisation[9]. Autrement dit, une entreprise n'évolue jamais seule mais dans un environnement où les acteurs sont interconnectés: toute organisation doit être

[1] Selon les auteurs, les trois canaux de base par lesquels la RSE améliore la compétitivité demeurent; la coopération avec différentes parties prenantes, le développement de nouvelles opportunités commerciales en abordant les défis sociétaux clés et l'amélioration des conditions de travail, qui augmente la confiance des travailleurs.

[2] Ils affirment que la responsabilité sociale améliore la valeur actionnariale en augmentant le Q de Tobin, tandis que lesfirmesayantuneRSEminimaleontréduitlavaleuractionnarialeenaugmentantlerisque.

[3] Les auteurs constatent une réduction du risque financier en raison de l'investissement dans presque toutes les dimensions de la RSE.

[4] La participation à la Global Reporting Initiative, l'inclusion d'entreprises dans l'indice de durabilité Dow Jones, la conformité aux recommandations de bonne gouvernance d'entreprise et la signature du Pacte mondial.

[5] Autrement dit, des relations positives dans les deux sens, à savoir que le social est rentable et que le rentable est social, créant ainsi un cercle vertueux de rétroaction positive.

[6] R Freeman, Strategic Management: A Stakeholder Approach, CAMBRIDGE, mars 2010.

[7] Buchholtz Ann, Business & Society, Ethics, Sustainability, and Stakeholder Management, CENGAGE LEARNING, janvier 2017.

[8] L'ISO26000 est la norme internationale qui offre une orientation globale et qui présente les principes fondamentaux en matière de développement durable. Ces activités peuvent ensuite être mesurées et présentées dans le rapport du développement durable de l'organisation à l'aide des lignes directrices de la GRI.

[9] International Organisation for Standardization ISO, Lignes directives relatives à la responsabilité sociale ISO 26000, Novembre 2010.

à l'écoute des acteurs de la société appelés parties prenantes[10]. Cela doit inciter l'organisation, dans le cadre de ses orientations stratégiques, à satisfaire leurs besoins. Ces attentes peuvent être d'ordre économique, environnemental et/ou social et sociétal. C'est ainsi que l'ORSE[11] et l'AFNOR[12,] entre autres, proposent une liste non exhaustive des attentes générales des différentes parties prenantes. Ils précisent que chaque entreprise doit réaliser sa propre analyse par le dialogue pour maîtriser avec précision l'ensemble des attentes de ses parties prenantes et orienter efficacement sa stratégie.

Ainsi, la théorie instrumentale, composante essentielle de la théorie des parties prenantes, précise qu'une gestion efficace des relations avec les principales parties prenantes peut améliorer la performance économique de l'entreprise. Cela est rendu possible par la formation, l'amélioration ou la préservation de ces rapports qui offrent des ressources importantes aux entreprises (Jones, 1995). De plus, de bonnes relations avec les parties prenantes peuvent attirer, retenir et motiver les employés, augmentant ainsi leur productivité et améliorant donc la rentabilité (Moskowitz (1972)). De plus, une bonne gestion des parties prenantes peut améliorer le chiffre d'affaires de l'entreprise en attirant et fidélisant des clients socialement responsables (Hillman&Keim (2001)), et obtenir des financements auprès d'investisseurs socialement réactifs (Kapstein (2001)).

Dans un contexte similaire, des auteurs tels que Waddock et Graves (1997) et Chollet et Sandwidi (2018) affirment même que la relation RSE-performance peut être considérée comme un « cercle vertueux ». Ils précisent qu'un engagement important en matière de RSE améliore la rentabilité puisqu'une bonne performance sociale réduit le risque financier d'une entreprise, ce qui renforce son engagement à l'égard de la RSE.

2.1.1.2 RELATION NÉGATIVE ENTRE LA RSE ET LA PERFORMANCE

Une deuxième ligne de pensée, contrairement à la première, affirme que la RSE consomme les ressources rares de l'entreprise sans aucun retour substantiel (Friedman (1970) [13]; Freeman (1984) et Cornell et Shapiro (1987)). En d'autres termes, l'action sociale (la charité, les équipements écologiques, les meilleures conditions de travail, le contrôle de la pollution, etc.) implique un coût qui affecte négativement le résultat. Dans un tel contexte, Cordeiro et Sarkis (1997), dans un échantillon de 523 entreprises américaines, démontrent une corrélation négative entre l'activisme environnemental[14]et les bénéfices par action. Les auteurs affirment que les entreprises qui s'engagent dans les activités RSE subissent un désavantage concurrentiel car ils supportent des coûts qui auraient dû être supportés par d'autres institutions[15]. Aussi, Hemingway et Maclagan (2004) affirment que la RSE peut constituer une couverture aux activités frauduleuses de la direction (gestion comptable et réelle des résultats). Ils accusent la RSE d'être une projection de bonne image qui ne prend pas en considération les pratiques non éthiques non publiées.

2.1.1.3 RELATION NEUTRE ENTRE LA RSE ET LA PERFORMANCE

Le débat relatif aux rapports entre la RSE et la performance conduit à une troisième possibilité, à savoir que la RSE fonctionne de manière indépendante, sans aucune retombée économique et financière. Une vision qui a été mis en évidence par Abbott et Monsen (1979) et Griffin et Mahon (1997). Un constat partagé par Mc Williams et Siegel (2001) qui ont analysé la relation entre la RSE et la performance financière sur un échantillon de 524 entreprises. Les mêmes résultats ont été trouvés par Griffin et Mahon (1997) et Mishra et Suar (2010).

En conclusion, il faut signaler que la méta-analyse de Margolish et Walsh (2003), a rapporté que 54 des109 études examinées concluaient à une relation positive, (7/109) rapportaient une relation négative, (28/109) une relation non significative et enfin (20/109) ont trouvé un résultat mixte. Le même résultat a été trouvé par Boaventura et al. (2012) [16]. Dans le même cadre d'analyse, dans une enquête internationale réalisée par PricewaterhouseCoopers, environ 70 % des chefs

[10] Marie Pierre Emmanuel, proposition d'une méthode d'accompagnement dans l'élaboration d'une stratégie de responsabilité sociale d'entreprise (RSE) au sein d'un cabinet d'expertise comptable, Cycle d'expertise comptable, France, Novembre 2010.
[11] Observatoire de la responsabilité sociétale des entreprises.
[12] Association française de normalisation.
[13] Friedman M., (1970), The social responsability of business is to increase profits », New York Times Magazine, N° du 13 septembre.
[14] En prenant les données de l'inventaire des rejets toxiques comme indicateur de la protection de l'environnement.
[15] Les opérations écologiques, la philanthropie, le bien-être des clients, les centres de soins de santé et la préservation de l'environnement.
[16] Les auteurs trouvent dans leur propre méta-analyse que 65,5 % des études examinées affirme une relation positive, 19 % ont rapporté une relation négative et 31 % une relation neutre ou inexistante.

d'entreprise pensent que la RSE est vitale pour la rentabilité de leurs entreprises (Simms (2002)). Par conséquent, nous pouvons conclure que les avantages liés à l'engagement dans des activités RSE dépassent les coûts supportés et la relation RSE-performance est majoritairement positive.

De ce qui précède, la littérature s'accorde à classifier les piliers de la RSE, comme pour la « *Triple Bottom Line* » du développement durable en 3 niveaux (ESG[17]). Un tel classement constituera le fondement de notre travail empirique:

- **Le pilier environnemental:** son rôle est de veiller au respect de l'environnement en contrôlant les impacts néfastes de l'activité des entreprises sur la nature. Ainsi, une attention particulière sera accordée à des critères tels que l'émission de CO2, la pollution, le recyclage, la digitalisation, le bilan carbone, les énergies renouvelables, etc. Ainsi, les entreprises qui mettent en œuvre des pratiques respectueuses de l'environnement envoient des signaux positifs aux parties prenantes (Turcotte et al. (2007)), ce qui améliore la performance économique (Schnietz et Epstien (2005)). Des auteurs tels que Lin et al. (2019**)** affirment que les pratiques RSE impliquant l'environnement et le respect de certaines normes environnementales (certification ISO 14001) sont souvent dictées par les chaînes d'approvisionnement des marchés mondiaux[18].
- **Le pilier social et sociétal:** il regroupe le respect des droits de l'homme et du travail, l'équité et l'égalité des chances, les conditions de travail, la non-discrimination, le développement des territoires et la gestion des carrières entre autres. Ainsi, Lin et al. (2019), dans leurétude fondée sur les données fournies par CSRHub[19] sur la période du 01/2009 au 06/2014, analysent l'impact de la RSE sur la performance financière des entreprises taïwanaises. Ils affirment que l'amélioration des indicateurs sociaux de RSE envoie un signal positif aux investisseurs et aux autres parties prenantes qui se traduit par des avantages financiers pour les entreprises[20]. La bonne image/réputation au niveau des quatre dimensions RSE (Gouvernance, Communauté, Employés[21] et Environnement) constitue la source de performance pour ces entreprises. Ainsi, comme le précisent des auteurs tels que McGuire, Sundgren et Schneeweis (1988), une bonne réputation peut attirer des capitaux, des employés de qualité et des bons investisseurs. Les auteurs constatent que l'amélioration des indicateurs sociaux aura impact positif sur le ratio book to market (BM) et sur le Q de Tobin des entreprises.
- **Le pilier gouvernance:** ce critère englobe la performance économique de l'entreprise, sa solidité financière, ses bénéfices et ses investissements, sa valorisation financière et extra-financière ainsi que ses relations avec les différentes parties prenantes. Il est fondé principalement sur la théorie de la légitimité[22] (*legitimacytheory*) et la théorie des parties prenantes (*stakeholdertheory*) pour expliquer les investissements des entreprises en matière de RSE (Hamid &Atan (2011) et Croker& Barnes (2017)). Dans un tel contexte, il faut préciser que les entreprises engagées en matière de RSE prouvent une réduction de l'asymétrie d'information entre les managers et les investisseurs (Cui, Jo et Na, (2012)) [23].

Dans le même ordre d'idée, Lopatta, Buchholz et Kaspereit (2016) affirment que les entreprises bien cotées en matière de durabilité (définie comme une des dimensions RSE) sont plus transparentes à l'égard des parties prenantes[24]. Une tendance

[17] Environnement, Social et de Gouvernance.

[18]Les entreprises soumises à la pression des chaînes d'approvisionnement doivent adopter certaines pratiques de RSE impliquant l'environnement.

[19] Actuellement, CSRHub fournit un outil Web combinant plus de 93 millions d'éléments de données détaillées provenant de plus de 480 sources de données sur la durabilité en un ensemble cohérent de SCORES.

[20]Les auteurs constatent que l'allocation de ressources à la diversité, aux droits des travailleurs, au traitement des syndicats, à la rémunération, aux avantages sociaux, à la formation, à la santé et à la sécurité des travailleurs demeure une source de création de valeur pour une entreprise.

[21] Turban et Greening (1997) estiment qu'une réputation exceptionnelle rend l'entreprise attrayante pour les employés hautement qualifiés, ce qui lui confère un avantage concurrentiel (Jorge et al. (2015), Stawiski et al. (2010)).

[22]La théorie de la légitimité est probablement l'une des plus anciennes et des plus largement utilisées pour expliquer la motivation de la RSE et les pratiques de transparence des entreprises (Deegan& Gordon (1996) ; Milne& Patten (2002) et Uwuigbe&Uadiale (2016)).

[23] Les auteurs affirment que la divulgation de la RSE donne aux investisseurs plus d'information, atténuant ainsi les problèmes d'agence grâce à la gouvernance d'entreprise, qui se reflétera dans les cours du marché.

[24] Les bonnes relations entre les entreprises appliquant les principes de RSE et les parties prenantes directes (employés, clients, détaillants, producteurs, fournisseurs) peuvent contribuer à réduire les coûts d'agence.

confirmée par Barnea et Rubin (2010) qui trouvent que les dirigeants investissent dans la RSE pour accroître la confiance des parties prenantes, renforcer leurs positions au sein de l'entreprise et stimuler les performances économiques[25].

Aussi, en matière de normes, considérées comme les plus complètes qui expliquent au mieux les sources de performance, l'ISO 26000[26,] les normes GRI[27]et l'OCDE (2011) [28]demeurent les plus utilisées pour la mise en place d'une démarche responsable et pour la réalisation des *reportingRSE.* Fondées sur les principes de Redevabilité, de Transparence, du Comportement éthique, de Reconnaissance des intérêts des parties prenantes, du Respect de la légalité, du Respect des normes internationales de comportement et du respect des droits de l'homme, elles permettent de proposer les sept questions centrales de la responsabilité sociétale[29]. La finalité principale demeure d'aboutir à un équilibre d'intérêts des différentes parties prenantes et de réaliser des projets de performance durable.

De ce large travail théorique, nous avons pu identifier les indicateurs et critères de performance retenus pour expliciter les motivations et les objectifs d'une mise en place d'une démarche RSE. Cette base théorique nous a permis de réaliser notre étude empirique fondée sur l'analyse des données et l'économétrie. L'objectif étant d'expliquer, dans un premier temps, les finalités et les freins relatifs à une démarche RSE. Et dans un second temps, d'analyser la relation entre la RSE et la performance globale des entreprises.

2.1.2 IDENTIFICATION DES RISQUES ET LES ZONES DE RÉSISTANCE AUX CHANGEMENTS

2.1.2.1 RISQUES RELATIFS À LA RSE

La littérature scientifique analysée plus haut nous a démontré que la RSE a su s'attirer également de virulents détracteurs. Aux côtés des coûts supportés par les entreprises, la RSE peut être perçue comme un risque règlementaire en cas de non-observance de ses dispositions et principes. A ce niveau, en plus des conséquences juridiques et éventuellement les amendes infligées, ce sont surtout les impacts de tels manquements sur l'image de marque qui perturbent les dirigeants.

Aussi, nombreuses sont les entreprises qui désignent l'absence de méthodes ou d'outils pour évaluer le retour sur investissement en la matièreet le manque de conviction ou de soutien du top management à la RSE.L'insuffisance des compétences internes qualifiées et le faible engagement des salariés viennent s'ajouter aux risques et freins à la démarche RSE. Nous pouvons également citer d'autres facteurs que la direction doit prendre en considération tels que la méconnaissance de la RSE, le sentiment qu'elle ne peut être appliquée que pour les très grandes entreprises, la faible sensibilisation des différentes parties prenantes...

2.1.2.2 RÉSISTANCE AUX CHANGEMENTS

Concernant l'adhésion des salariés autour d'un projet RSE, il faut signaler que tout changement est source de réticence des équipes existantes. Cette réticence est expliquée principalement par une vision erronée du changement, une peur de l'inconnu et une crainte de l'acquisition de nouvelles compétences. Si elle n'est pas justifiée par le manque d'envie, l'attachement à la zone de confort ou l'incapacité intellectuelle des collaborateurs, elle peut et doit être résolue par la formation. Dans le cas contraire, l'intégration des éléments nouveaux s'avère indispensable.

[25] Grâce à une plus grande transparence dans la communication avec les parties prenantes, il y a un plus grand contrôle dans la gestion des risques de l'entreprise.

[26] International Organisation for Standardization ISO, lignes directrices relatives à la responsabilité sociétale ISO 26000, Novembre 2010.

[27] Le global Reporting Initiative, provenant du CERES (Coalition on EnvironmentallyResponsible Economies) et du PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement) a été élaboré pour définir les lignes directrices applicables aux rapports sur les résultats des entreprises dans les volets économiques, sociaux et environnementaux (ESG).

[28]L'Organisation de Coopération et de Développement Economiques.

[29] International Organisation for Standardization ISO, lignes directrices relatives à la responsabilité sociétale ISO 26000, Novembre 2010.

2.2 L'IMPACT DE LA RSE SUR LA PERFORMANCE GLOBALE DES ENTREPRISES ET DÉVELOPPEMENT D'OUTILS DE GESTION ADAPTÉS

2.2.1 MÉTHODOLOGIE, RÉSULTATS ET ANALYSES

Notre étude a l'ambition d'analyser l'impact de la RSE sur la performance globale[30]des entreprises marocaines et de mesurer le degré de maturité des dirigeants vis-à-vis de la démarche en question. Au niveau méthodologique, notre démarche se veut abductive et hypothético-déductive[31] dans la mesure où elle est fondée sur l'observation des faits étudiés provenant de notre travail exploratoire quantitatif et qualitatif[32]. Pour ce faire, nous avons réalisé une enquête auprès d'un ensemble d'entreprises de toutes tailles opérant dans les différents secteurs d'activité au moyen d'un questionnaire qui regroupe les principaux indicateurs étudiés[33]. L'objectif étant d'évaluer l'engagement des entreprises analysées en matière de RSE et mettre en lumière les relations existantes entre la RSE et la performance globale des entreprises.

Pour la mesure de la performance globale, notre travail s'est inspiré de la décomposition de **Rynaud (2003)** également reprise parThomson Reuters pour attribuer les scores ESG. L'auteur précise à ce niveau que la performance environnementale, la performance sociale et la performance économique doivent être retenues pour expliquer la performance globale. Un constat confirmé par Baret (2006) qui affirme que la performance globale peut être définit comme « l'agrégation des performances économiques, sociales et environnementales [34]».

2.2.1.1 LA COLLECTE DES DONNÉES

L'objectif du questionnaire est d'analyser l'engagement des entreprises marocaines en matière de RSE et comprendre la nature de leurs pratiques sociales, sociétales, environnementales et de gouvernance. Il est subdivisé en trois parties:

1. L'identité de l'entreprise et ses informations générales (taille de l'entreprise, secteur d'activité, marché principal, zone géographique d'activité);
2. Le cadre général de la RSE au sein de l'entreprise expliquant la nature de son engagement en matière de RSEainsi que les contraintes et les freins rencontrés à ce niveau
3. L'analyse de la situation de l'entreprise en RSE au moyen des différentes questions principales retenues comme indicateurs de performance en la matière

Pour mener à bien notre enquête, le questionnaire mis en place est fondé sur les différents indicateurs retenus de la littérature scientifique et des référentiels normatifs précédemment explicités (ISO 26000, GRI...). En matière de l'échantillonnage, la population cible est constituée de toutes les entreprises marocaines disposant des informations financières et extra-financières publiques et qui ont pu répondre à notre questionnaire. A noter ici que tous les secteurs d'activité et l'ensemble des régions sont représentés[35]. Au niveau de la procédure retenue pour l'échantillonnage, nous avons opté pour la méthode non probabiliste dont le procédé demeure réfléchi et raisonné et s'adapte aux contraintes rencontrées[36]. Notre travail préliminaire nous a permis d'arrêter le nombre d'entreprises de notre échantillon à 108 entreprises[37]. Pour la collecte des différentes informations nécessaires à notre travail empirique, nous avons opté pour des questionnaires en ligne,

[30] Une performance qui intègre à la fois des indicateurs financiers et autres extra-financiers.
[31] Fondée sur l'économétrie, elle est consacrée à l'analyse de l'impact de la RSE sur la performance globale des entreprises.
[32] La démarche abductive cherche à donner du sens aux observations constatées lors d'un travail de terrain en se basant sur les connaissances théoriques en la matière. Elle va nous permettre de réaliser une intersection entre la théorie (les parties prenantes, néo-institutionnelle) et les observations empiriques.
[33] Les informations sur les variables utilisées pour l'étude ont été recueillies au travers d'un questionnaire adressé aux managers des entreprises ou aux responsables des questions de responsabilité sociale.
[34] Baret, P. (2006). L'évaluation contingente de la Performance Globale des Entreprises : Une méthode pour fonder un management sociétalement responsable *?* 2ème journée de recherche du CEROS, 1-24.
[35] L'unité de l'échantillonnage est soit le Directeur RSE s'il existe ou le Directeur des Ressources humaines.
[36] A contrario, l'échantillonnage probabiliste est fondé sur le hasard total et demeure plus difficile à appréhender et nécessite une période d'analyse plus longue.
[37] Le taux de réponse est d'environ 45% puisque la population cible était de l'ordre de 240 sociétés.

des analyses des rapports de gestion et des appels téléphoniques[38]. La collecte des données a été réalisée à partir du mois de novembre 2021.

2.2.1.2 L'ANALYSE DES DONNÉES

Comme signalé plus haut, pour être le plus représentatif possible de la réalité, notre échantillon regroupe tout type d'entreprises, opérant dans presque tous les secteurs d'activité et de toute taille (chiffres d'affaires et nombre d'effectifs). Les caractéristiques de l'échantillon sont présentées au niveau du tableau suivant:

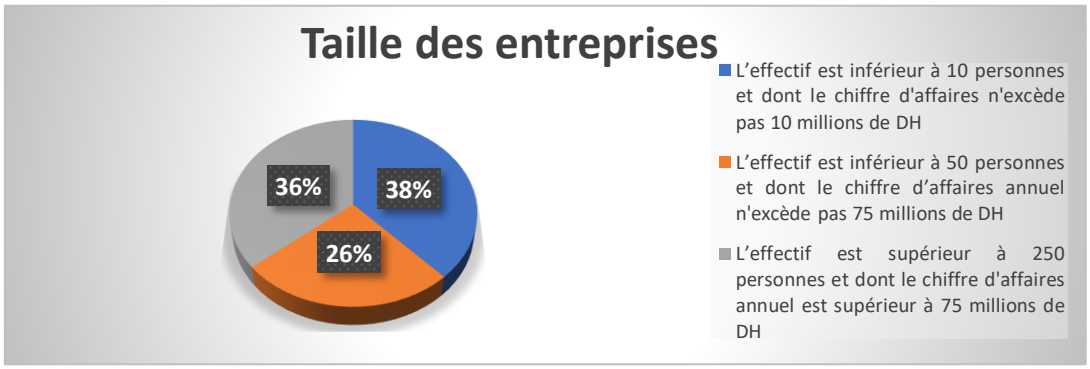


Fig. 1. Classification des entreprisesselonleurstaillesrespectives

Tableau 1. Les caractéristiques de l'échantillonselon la taille des entreprises

Taille des entreprises	Les caractéristiques de l'échantillon	%
Microentreprises	L'effectif est inférieur à 10 personnes et dont le chiffre d'affaires annuel n'excède pas 10 millions de DH	38%
Petites et moyennes entreprises	L'effectif est inférieur à 50 personnes et dont le chiffre d'affaires annuel n'excède pas 75 millions de DH	26%
Grandes entreprises	L'effectif est supérieur à 250 personnes et dont le chiffre d'affaires annuel est supérieur à 75 millions de DH	36%

Nous constatons que notre échantillon est représenté par des entreprises de toute taille et ce de manière presque égalitaire. Notre choix est fondé principalement sur l'objectif de notre enquête d'interpeler les entreprises qui possèdent un service GRH ou RSE assez élaboré.

2.2.1.3 PRÉSENTATION DES VARIABLES ET RÉSULTATS

Les variablesutilisées pour notre analyse de données peuvent être divisées en quatre catégories:

Variables environnementales (*perte_bio* = perte de la biodiversité, *pollution_air:* pollution d'air, *pollution_sol:* pollution du sol, *gasaeffet:* gaz à effet de serre, *substances_toxiques:* réduction des substances toxiques, *déchets:* gestion et tri des déchets et *pollution_eau:* réduire pollution d'eau*).*

Variables sociales (*evalu_professionnelle:* évaluation professionnelle, *suivi_mensuel:* suivi mensuel des collaborateurs, *gestion_carriere:* gestion des carrières, *encadrement:* encadrement).

[38] Pour la collecte des informations auprès de l'échantillon, il existe en en général trois modes d'administration du questionnaire : le questionnaire administré en face à face, le questionnaire auto – administré (questionnaire posté, déposé, distribué, fourni avec le service, via internet) etle questionnaire par téléphone.

Variables sociétales *(sponsoring:* activité de sponsoring de l'entreprise, *partenariat_ass:* partenariat avec les associations, *integ_jeune:* intégration des jeunes, *lutte_contre_disc:* lutte contre les discriminations, *egalite_genre:* égalité des genres et *handicap:* mesures en faveur des personnes à mobilité réduite*)* et **de gouvernance** (*decision*: processus de prise de décision, *reglement:* respect du cadre réglementaire).

Ainsi, l'Analyse en Composantes Principales (ACP), après avoir observé la présence des individus extrêmes et étudié la distribution de l'inertie des différentes variables[39], nous a permis d'avoir les résultats suivants:

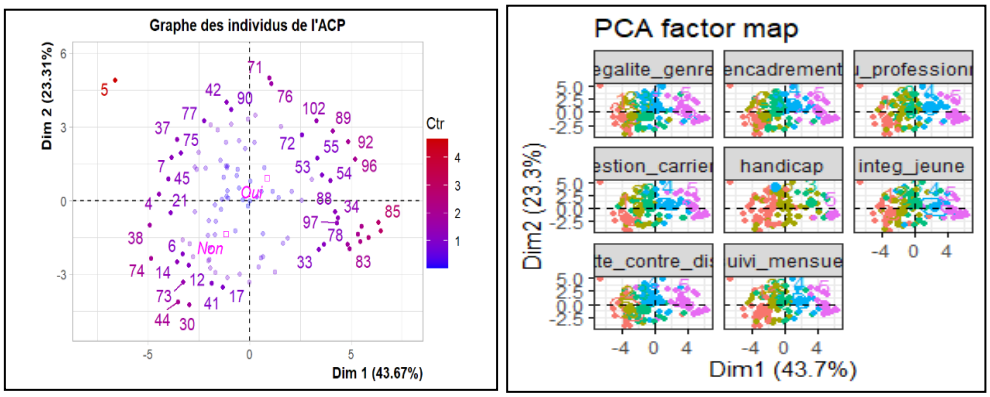


Fig. 2. Graphe des individus 1 (ACP)

La probabilité critique du test de Wilks[40] nous a permis de choisir deux variables qualitatives possibles pour illustrer les distances entre individus: « *démarche* et *RSE ».* Les résultats de l'ACP sont illustrés dans les graphiques suivants:

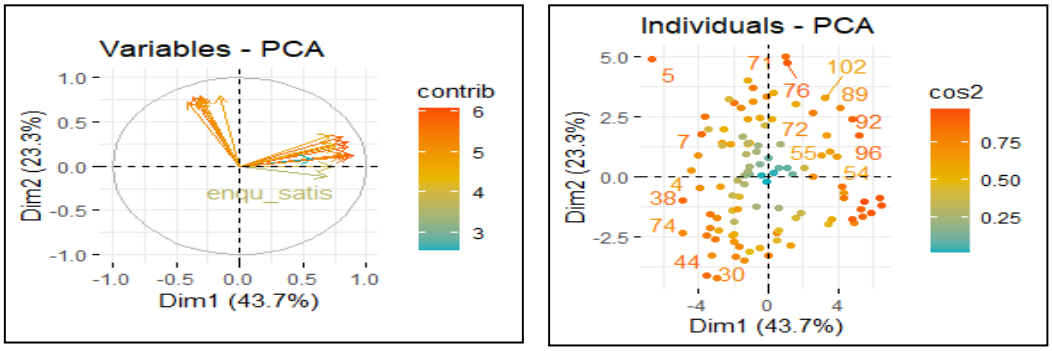


Fig. 3. Graphe des individus 2 (ACP)

Pour la variable « RSE » qui correspond au niveau de l'assimilation des enjeux de RSE par la direction, les résultats de l'ACP sont les suivants:

[39] Les 2 premiers axes de l'analyse expriment 66.98% de l'inertie totale du jeu de données ; cela signifie que 66.98% de la variabilité totale du nuage des individus (ou des variables) est représentée dans ce plan. C'est un pourcentage assez important, et le premier plan représente donc convenablement la variabilité contenue dans une grande part du jeu de données actif. Cette valeur est nettement supérieure à la valeur référence de 18.82%. La variabilité expliquée par ce plan est donc hautement significative.

[40]Un test permettant de savoir si une série de données suit une loi normale.

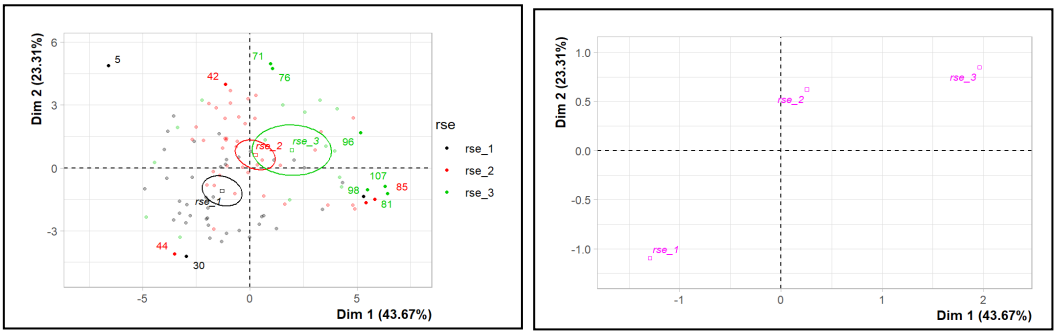


Fig. 4. Graphe des individus 3 (ACP) 5- Graphe des modalités (ACP)

Ainsi, nous constatons que les entreprises dont les dirigeants comprennent et assimilent les enjeux de la RSE (rse-3 et rse-2), appliquent les principes environnementaux, sociaux et sociétaux. En effet, ces groupes d'individus partagent de fortes valeurs pour les variables environnementales (*perte_bio, pollution_air, pollution_sol* et *gasaeffet),* sociales et sociétales *(sponsoring, evalu_professionnelle, suivi_mensuel, partenariat_ass, integ_jeune, lutte_contre_disc, gestion_carriere, encadrement, egalite_genre* et *handicap).*

Cependant, les entreprises dont les dirigeants n'ont aucune idée sur la thématique RSE (rse-1), partagent de faibles valeurs pour presque toutes les variables associées à la RSE (*partenariat_ass, lutte_contre_disc, partenariat_cf, egalite_genre, encadrement, gestion_carriere, sponsoring, integ_jeune, evalu_professionnelle* et *suivi_mensuel, perte_bio, gasaeffet, pollution_sol, pollution_air, substances_toxiques, dechets* et *pollution_eau).*

Au niveau de la variable « démarche » qui correspond à l'engagement ou non de l'entreprise vis-à-vis des enjeux RSE, les résultats sont les suivants:

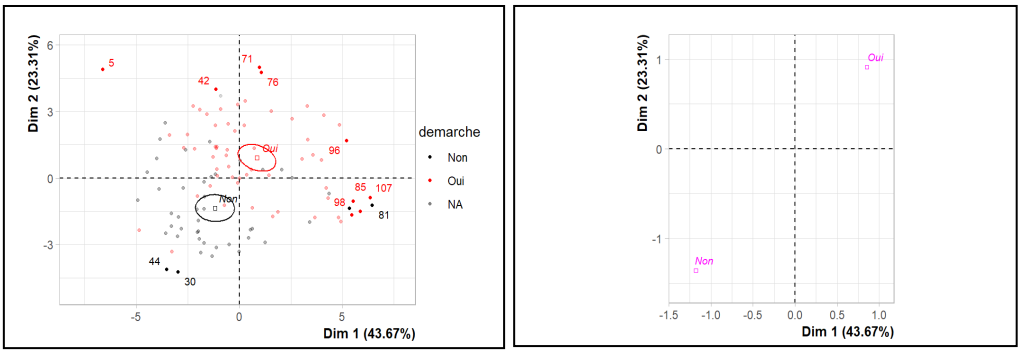


Fig. 5. Graphe des modalités (ACP) 7- Graphe des modalités (ACP)

Comme pour la première analyse, nous avons trouvé que le même premier groupe d'entreprises identifié au niveau de la précédente étude, partagent les mêmes valeurs fortes RSE. De la même façon, le groupe d'entreprises n'ayant établi aucune démarche RSE partagent les faibles valeurs de responsabilité sociale. Les tests de classification confirment les mêmes résultats et sont à la demande du lecteur.

Ces résultats nous ont permis d'identifier deux groupes d'entreprises. Un constat préliminaire nous indique que le premier groupe (ayant des bons indicateurs RSE) est composé principalement de grandes entreprises appartenant à des secteurs d'activités bien précis (bâtiment, alimentaire, agriculture...). Le second groupe (faibles indicateurs RSE) comprend essentiellement des petites entreprises dispersées sur les autres secteurs d'activité. Des conclusions confirmées par notre deuxième étude statistique qui a analysé le rapport entre ces indicateurs RSE et les différents secteurs d'activité. Les résultats de cette étude sont fournis à la demande du lecteur.

C'est ainsi que nous pouvons affirmer que les entreprises qui réalisent une remarquable performance RSE sont principalement les grandes entreprises, appartenant aux secteurs suivants: agriculture, alimentaire, bâtiment, commerce, import-export et service.

2.2.1.4 ÉTUDE ÉCONOMÉTRIQUE

Dans l'objectif d'analyser les sources de création ou de destruction de valeur et de richesse à la suite de la mise en place d'une démarche claire de RSE, nous avons mis en place une étude économétrique qui traite la relation entre la performance financière et les indicateurs RSE. Pour ce faire, nous avons précisé les hypothèses à tester suivantes:

H1: Le respect de l'environnement influence positivement la performance financière;

H2: Un climat social favorable impacte positivement la performance financière;

H3: Les relations sociétales améliorent la performance financière de l'entreprise;

H4: L'amélioration de la gouvernance via le respect des intérêts des différentes parties prenantes impacte positivement la performance financière.

Le modèle empirique testé est le suivant:

$$\ln(\text{MBN}) = \beta_0 + \beta_1 \text{envirnt} + \beta_2 \text{social} + \beta_3 \text{sociétal} + \beta_4 \text{gouv} + \varepsilon_i \quad \textbf{(1)}$$

Avec MBN: Marge bénéficiaire nette[41];

Envirnt: indicateur relatif à l'environnement (cette variable regroupe l'ensemble des variables environnementales par la technique de l'analyse factorielle);

Social: indicateur relatif aux critères sociaux (cette variable regroupe l'ensemble des variables sociales par la technique de l'analyse factorielle);

Sociétal: indicateur relatif aux critères sociétaux (cette variable regroupe l'ensemble des variables sociétales par la technique de l'analyse factorielle);

Gouv: indicateur de gouvernance (cette variable regroupe l'ensemble des variables de gouvernance par la technique de l'analyse factorielle). L'estimation du modèle à l'aide de la méthode des moindres carrées ordinaire (MCO) est comme suit:

Tableau 2. Résultats de l'estimation de la relation (1)

Variables	Coefficients/ T-Statistique	Pr > |t|
Envirnt	3,124 (3,554) ***	< 0,0001
Social	0,378 (2,652) ***	< 0,0001
Sociétal	0,225 (2,005) **	0,378
Gouv	0,374 (11,248) ***	0,383

**** Significativité au seuil de 1%, ** Significativité au seuil de 5%, * Significativité au seuil de 10%*

Ainsi, nous constatons que les indicateurs relatifs à la RSE sont positivement et significativement associés à la performance financière des entreprises. Autrement dit, les entreprises qui ont de bons indicateurs RSE, ont une performance financière élevée. Inversement, les entreprises qui sont faible en RSE approuvent une performance financière faible. Nous pouvons conclure que l'engagement dans une démarche RSE améliore la performance financière de l'entreprise ainsi que sa performance globale. Des résultats confirmés par les travaux de nombreux auteurs tels que Kempf et Osthoff (2007); Margolis et al. (2009); Suteja et al. (2016); Lee et al. (2017) et Blasi et al. (2018).

[41] Au niveau de la performance financière, la marge bénéficiaire nette et le ROE constituent les indicateurs les plus utilisés par littérature financière.

2.2.2 IDENTIFICATION DES LEVIERS DE PERFORMANCE GLOBALE DE LA RSE ET LES DOMAINES D'ACTION PRIORITAIRES

L'étude empirique réalisée au moyen de l'analyse des données et de l'économétrie nous a permis d'identifier les principaux indicateurs de performance relatifs à la mise en place d'une démarche RSE. En effet, nous constatons que l'ensemble des critères analysés, sélectionnés à partir de la littérature scientifique et des principaux référentiels (ISO 26 000, GRI 4...) constituent les principales motivations de la RSE et approuvent une relation positive et significative avec la performance globale de l'entreprise. Il s'agit donc de la gouvernance, du droit de l'homme, des relations et conditions de travail, de l'environnement, de la loyauté des pratiques, des questions relatives aux consommateurs et de la communauté et développement local. De tels critères analysés et répartis en plusieurs questions subsidiaires peuvent nous permettre de concevoir des outils de gestion nécessaires pour mener à bien une démarche RSE au sein des entreprises.

3 CONCLUSION

Le débat relatif à l'impact des enjeux environnementaux, sociaux, sociétaux et de gouvernance sur la performance globale trouve ses origines dans les changements divers constatés dans le monde des affaires. Que ce soit par exigence réglementaire ou de manière volontaire, la prise en considération de ces informations extra-financières demeure une nécessité. L'objectif premier étant de conquérir de nouveaux marchés et attirer des capitaux, ce qui constitue un réel levier de croissance pour les entreprises.

Notre travail de recherche sur la question de création de valeur à la suite de l'intégration des dispositions relatives à la RSE nous montre l'importance croissante donnée par la littérature scientifique à ce sujet. Un constat confirmé par notre analyse théorique qui semble accentuer le débat et mérite une étude empirique assez poussée. Cette dernière, fondée principalement sur l'analyse des données et l'économétrie et décortiquant les corrélations entre la RSE et la performance globale de l'entreprise, trouve un appui considérable à la démarche RSE et son impact positif sur la réputation et la valeur de l'entreprise. L'objectif recherché est d'analyser les données qualitatives et quantitatives afin d'identifier tous les leviers de création de valeur permis par une politique RSE. Ainsi, mettre en place des outils qui regroupent et analysent les indicateurs financiers et extra-financiers relatifs à la RSE demeure un atout majeur pour accompagner les dirigeants dans leur démarche objective et à forte valeur ajoutée.

Ce travail qui a exposé de façon synthétique les différents points de vigilance à prendre en considération dans une telle démarche ainsi que les différentes variables identifiées au niveau de la littérature, présente néanmoins deux limites principales. En effet, notre étude empirique ne concerne que les sociétés établies au Maroc et n'a pas pris en considération certaines variables qualitatives sur une longue période. Notre future recherche devra pallier ces difficultés en exploitant ainsi des modèles économétriques plus adaptés (Logit, Probit, etc.) et tester notre problématique en utilisant des données provenant de différents pays.

REFERENCES

[1] ABBOTT, W.F. et MONSEN, R., (1979), On the Measurement of Corporate Social Responsibility: Self-Reported Disclosure as Method of Measuring of Corporate Social Involvement, Academy of Management Review, 22, 501-515.

[2] AJINA Aymen, LAKHAL Faten, AYED Sabrine, (2018), Does Corporate Social Responsibility Reduce Earnings Management? The Moderating Role of Corporate Governance and Ownership, Management international 23 (2), p 45-55.

[3] ANGUS-LEPPAN, T., METCALF, L., et BENN, S. (2010), Leadership styles and CSR practice: An examination of sensemaking, institutional drivers and CSR leadership. Journal of Business Ethics, 93 (2), 189-213.

[4] ARORA Punit et DHARWADKAR Ravi (2011), Corporate Governance and Corporate Social Responsibility (CSR): The Moderating Roles of Attainment Discrepancy and Organization Slack, Corporate Governance: An International Review, 19 (2): 136–152.

[5] AUNAY Emilie, Mise en place d'un outil de suivi des efforts et de la performance orienté développement durable et responsabilité sociétale des entreprises dans une clinique privée de moins de 100 lits: rôle de l'expert-comptable, session mai 2015, 349 p.

[6] AVRAMElena Galateanuet AVASILCAISilvia, (2014), Business Performance Measurement in Relation to Corporate Social Responsibility: A conceptual Model Development, Social and Behavioral Sciences 109, 1142 – 1146.

[7] *BADD*ACHE Farid et LEBLANC Stéphanie, Les fiches outils de la RSE: 100 fiches opérationnelles- 74 cas pratiques-72 conseils-30 illustrations, EYROLLES, août 2015, 335 pages.

[8] BAREIL, Céline, (2009), Décoder les préoccupations et les résistances à l'égard des changements. Gestion, 34 (4), 32-38.

[9] BARNEA Amir. et Rubin Amir. (2010), *Corporate social responsibility as a conflict between shareholders,* Journal of Business Ethics, No. 97, p.71-86.
[10] BARET Pierre, (2006), L'évaluation contingente de la Performance Globale des Entreprises: Une méthode pour fonder un management sociétalement responsable ?, 2ème journée de recherche du CEROS, pp. 1-24.
[11] BAUGUIL Vanessa, La responsabilité sociétale des entreprises: stratégie d'évolution du cabinet d'expertise comptable, session mai 2014, 200 p.
[12] BHATTACHARYA, CB et SEN, Sankar, (2001), Does Doing Good Always Lead to Doing Better? Consumer Reactions to Corporate Social Responsibility. Journal of Marketing Research, 38, 225-243.
[13] BIEKER, Thomas. (2002b), Managing corporate sustainability with the Balanced Score Card: Developing a Balanced Score Card for Integrity Management«, Oikos PhD Summer Academy, 17 pages.
[14] BENGHAZALA Zakaria et BENARBI Houda (2018), La RSE impacte-t-elle la comptabilité des entreprises: les accruals des entreprises marocaines cotées, 16p.
[15] BIRD, R., HALL, A.D., MOMENTE, F., et Reggiani, F. (2007), *What corporate social responsibility activities are valued by the market?* Journal of Business Ethics 76 (2): 189-206.
[16] BLASI, S., CAPORIN, M. et FONTINI, F., (2018), A multidimensional analysis of the relationship between corporate social responsibility and firms' economic performance, Ecological Economics, 147, 218-229.
[17] BOESSO, G., KUMAR, K., et MICHELON, G., (2013), Descriptive, Instrumental and Strategic Approaches to Corporate Social Responsibility: Do They Drive the Financial Performance of Companies Differently? Accounting, Auditing and Accountability Journal, 26, 339-422.
[18] BOUVAREL Alexia (2019), L'écologie industrielle et territoriale au service du développement des entreprises industrielles, Club RSE de l'ordre des experts comptable.
[19] BURLAUD A et TELLER R, CHATELAIN-PONROY S, MIGNON S et WALLISER E, Contrôle de gestion, Vuibert. 2004.
[20] CHOLLET, P., et SANDWIDI, B. W., (2018), CSR Engagement and Financial Risk: A Virtuous Circle? International Evidence, Global Finance Journal, 38, 65-81.
[21] CORNELL, B. et SHAPIRO, A., (1987), *Corporate Stakeholders and Corporate Finance,* Financial Management, 16, 5-14.
[22] CORDEIRO, J.J., et SARKIS, J., (1997), Environmental proactivism and firm performance: Evidence from security analyst earnings forecasts, Business Strategy and the Environment, 6 (2), 104–114.
[23] CSOEC, « Guide des obligations environnementales, sociales et sociétales des PME et TPE », Édition 2021.
[24] DAVIS, J.H., SCHOORMAN, D.L. et DONALDSON, L. (1997), *The Distinctiveness of Agency Theory and Stewardship Theory,* Academy of Management Review, 22, 611-613.
[25] DEVYS Yann, La responsabilité sociétale de l'entreprise et les risques environnementaux au sein des TPE et des PME: proposition d'un guide pratique à l'attention de l'expert-comptable, session mai 2010, 183 p.
[26] DISEGNI Dafna, (2015), Corporate social responsibility, environmental leadership and financial performance, Soc. Responsible. J., 11 (1) pp. 131-148.
[27] DONALDSON, Liam, (1990a), *The ethereal hand: organizational economics and management theory,* Academy of Management Review, 15, 369–381.
[28] DONALDSON, Liam. et DAVIS, JH. (1991), *Stewardship Theory or Agency Theory*. Australian Journal of Management, 16, 49-64.
[29] EISENBEISS, S. A., VAN KNIPPENBERG, D., et FAHRBACH, C. M. (2015), Doing well by doing good? Analysing the relationship between CEO ethical leadership and firm performance, Journal of Business Ethics, 128 (3), 635-651.
[30] Elkington, John. (1997), Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business. Capstone, Oxford.
[31] FAVE Nathalie, La démarche de responsabilité sociétale dans un cabinet d'expertise comptable de petite ou moyenne taille, session mai 2011, 188 p.
[32] FERNANDEZ. Mercedes Rodriguez, (2016), Social responsibility and financial performance: The role of good corporate governance, BRQ Business Research Quarterly.
[33] FIGUEIRAS Kevin, La mise en place d'une comptabilité environnementale dans les TPE: proposition d'un guide méthodologique à destination de l'expert-comptable, session mai 2021, 111 p.
[34] FORRESTER Consulting (2018), Insight-Driven Businesses Set The Place For Global Growth, 14p.
[35] FOURATI Abdelaziz et al. (2020), L'impact de la RSE sur la relation entre la gestion de résultat et la qualité du reporting financier et extra-financier: Le cas français, Recherches en Sciences de Gestion; Écully N° 137, 115-142.
[36] FREEMAN, R. Edward, (1984), *Strategic management: A stakeholder approach*. Boston: Pitman. 33pages.
[37] FREEMAN, R.E. HARRISON, J., WICKS, A., PARMAr, B., et de COLLE, S. *Stakeholder theory: The state of the art.* Cambridge, UK: Cambridge University Press, (2010).
[38] GALANT, Adriana., et CADEZ, Simon. (2017), Corporate social responsibility and financial performance relationship: a review of measurement approaches, Economic research- Ekonomskaistraživanja, 30 (1), 676-693.

[39] GBEGO Herve et Damloup Emilie (Mai 2021), RSE: les informations extra-financières, nouvelles perspectives, SIC Mag N° 404.
[40] GBEGO Hervé (2017), Mettre en place la RSE dans une PME, Expert-Comptable Media.
[41] GILLENTINE, A. (2006), *Timberland to Provide «Nutritional Label» for All Shoes',* The Colorado Springs Business Journal.
[42] GRAY Jack et PESQUEU Xyvon, (1991), Le tableau de bord, outil de gestion: une comparaison France - Etats-Unis,« Working Papers hal-00611978, HAL.
[43] GRAS-GIL Ester et al. (2016), Investigating the relationship between corporate social responsibility and earnings management: Evidence from Spain, BRQ Business Research Quarterly 19, 289-299.
[44] GREENING Daniel et TURBAN Daniel, (2000), Corporate social performance as a competitive advantage in attracting a quality workforce, Business & Society, 3 (2000), pp. 254-280.
[45] GRIFFIN, Jennifer. et MAHON, John. (1997), The Corporate Social Performance and Corporate Financial Performance Debate, Business and Society, 36, 5-31.
[46] HEMINGWAY, Christine. A. and MACLAGAN, Patrick, (2004), *Managers'Personal Values as Drivers of Corporate Social Responsibility,* Journal of Business Ethics 50 (1), 33–44.
[47] HILEY Bastien, Comment contribuer à améliorer l'intérêt et favoriser l'attractivité des différentes parties prenantes dans les cabinets d'audit et d'expertise comptable de taille intermédiaire par la mise en place d'une démarche stratégique intégrant la Responsabilité Sociétale des Entreprises, session mai 2021, 179 p.
[48] HILLMAN, Amy et KEIM, Gerald, (2001), Shareholder Value, Stakeholder Management, and Social Issues: What's the Bottom Line?Strategic Management Journal, 22, 125-139.
[49] IMBS Pia et RAMBOARISON-lalao Lovanirina (2013), Opérationnaliser la RSE dans les PME: quelles pratiques de GRH socialement responsables ? Management Prospective Ed. | « Management & Avenir », N° 59 | pages 35 à 55.
[50] INGLEY, C., MUELLER, J., et COCKS, G. (2011), The financial crisis, investor activists and corporate strategy: will this mean shareholders in the boardroom?, Journal of Management and Governance, 15 (4), pp. 557–587.
[51] International Organisation for Standardization ISO, lignes directrices relatives à la responsabilité sociétale ISO 26000, Novembre 2010.
[52] JANVIER Camille, la mise en place d'une démarche volontaire RSE au sein d'un élevage laitier: rôle de l'expert-comptable dans l'élaboration d'un outil de performance au service de la valorisation des produits laitiers, session mai 2018, 180 p.
[53] JENSEN, Michael etMECKLING, William, (1976), *Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs, and ownership structure,* Journal of Financial Economics, 3, 305-360.
[54] JONES Thomas. (1995), *Instrumental Stakeholder Theory: A Synthesis of Ethics and Economics,* Academy of Management Review, Vol. 20, No. 2, p. 404-437.
[55] KHALEEL Muhammad (2017), Impact of perceived corporate social responsibility on attitudes and behaviors of pharmacists working in MNCs, Humanomics; 33 (4): 453–469.
[56] KAPLAN Robert. et NORTON David., Le tableau de bord prospectif, Les Éditions d'Organisation, 1998.
[57] KIM, Y., M. S. PARK, et B. WIER. (2012), *Is earnings quality associated with corporate social responsibility?* The Accounting Review 87 (3): 761-796.
[58] La RSE, un enjeu de compétitivité et de différenciation pour les PME-ETI, journée Business RSE, Paris le 04 juin 2019.
[59] LIN Chin-Huang, YANG Ho-Li and LIOU Dian-Yan, (2019), The impact of corporate social responsibility on financial performance: Evidence from business in Taiwan, Technology in Society 31 (1): 56-63.
[60] LOPATTA K, BUCHHOLZ F et KASPEREIT T, (2016), *Asymmetric information and corporate social responsibility,* Business & society 55 (3), 458-488.
[61] MAQBOOL, Shafat., et ZAMEER, Nasir, (2018), Corporate social responsibility and financial performance: An empirical analysis of Indian banks. Future Business Journal, 4, 84-93.
[62] MARGOLIS, Joshua. et WALSH, James, (2003), *Misery loves companies: Rethinking social initiatives by business,* Administrative Science Quarterly, 48: 268–305.
[63] MARIE PIERRE Emmanuel, proposition d'une méthode d'accompagnement dans l'élaboration d'une stratégie de responsabilité sociale d'entreprise (RSE) au sein d'un cabinet d'expertise comptable, Cycle d'expertise comptable, France, Novembre 2010.
[64] MCWILLIAMS, Abagail., SIEGEL, Donald, (2001), *Corporate social responsibility: A theory of the firm perspective,* Academy of Management Review, 26, pp. 117-127.
[65] MCGUIRE, J. B., SUNDGREN, A., et SCHNEEWEIS, T. (1988), *Corporate Social Responsibility and Firm Financial Performance,* Academy of Management Journal, 31, 854-872.
[66] MILL, Greig, (2006), The Financial Performance of a Socially Responsible Investment over Time and a Possible Link with Corporate Social Responsibility, Journal of Business Ethics, 63, 131.
[67] MISHRA, Supriti., et SUAR, Damodar. (2010), *Does Corporate Social Responsibility Influence Firm Performance of Indian Companies?* Journal of Business Ethics, 95, 571-601.

[68] MOSKOWITZ, Milton. (1972), *Choosing Socially Responsible Stocks*. Business & Society Review, 1, 71-75.
[69] MUTH, Melinda. et DONALDSON, Lex, (1998), Stewardship Theory and Board Structure: A Contingency Approach. Corporate Governance, An International Review, 6, 2-28.
[70] NETANGE Mylène et HUYBRECHTS Jacques (le 17/01/2019), Comment proposer des démarches RSE à des TPE et PME ? Club Développement Durable.
[71] NGUYEN, T.T.N., NGUYEN, P.N. et TU, t.h, (2021), Ethical leadership, corporate social responsibility, firm reputation, and firm performance: a serial mediation model, Heliyon, Vol. 7 No. 4.
[72] PRESTON Lee. et O'BANNON Douglas, (1997), The corporate social-financial performance relationship: a typology and analysis, Business and Society, 36, 419-429.
[73] PORTER Michael et KRAMER Markand (2002), The Competitive Ad- vantage of Corporate Philanthropy, Harvard Business Review, Vol. 80, No. 9, pp. 56-69.
[74] Rambaud Alexandre et Richard Jacque, (2016) « La prise en compte d'éléments environnementaux dans la mesure de la performance ». 6es états généraux de la recherche comptable.
[75] RICHARDSON, Sharon, (2009), Principal's perceptions of parental involvement in urban districts of Ohio, Research in the Schools, 16 (1), 1-12.
[76] RICHARDS Melanie, ZELLWEGER Thomas et GOND Jean-Pascal, (2017), *Maintaining Moral Legitimacy through Worlds and Words: An Explanation of Firms' Investment in Sustainability Certification,* Journal of Management Studies, Wiley Blackwell, vol. 54 (5), pages 676-710.
[77] RIVALS juliens, établissement et vérification des informations relatives à la responsabilité sociale des entreprises (RSE) dans le cadre des dispositions légales et règlementaires issues de l'article 225 de la loi « grenelle 2 »: proposition d'un guide pratique à l'attention de la profession comptable, Cycle d'expertise comptable France, Mai 2013.
[78] SANG HO Kim, UDAWATTE Prabhuet YIN Juelin, (2018), The Effects of Corporate Social Responsibility on Real and Accrual-based Earnings Management: Evidence from China, Australian Accounting Review, 26. P 580-594.
[79] SELLAMI Monna et ADJAOUD Fodil (2010), la gestion réelle des résultats: le cas des entreprises françaises, Crises et nouvelles problématiques de la Valeur.
[80] KULDEEP Singh et MADHVENDRA Misra (2021), Linking Corporate Social Responsibility (CSR) and Organizational Performance: the moderating effect of corporate reputation. European Research on Management and Business Economics 27, 100139.
[81] SUTEJA, J., GUNARDI, A., et MIRAWATI, A. (2016), Moderating effects of earning management on the relationship between corporate social responsibility disclosure and profitability of banks in Indonesia, International Journal of Economics and Financial Issues, 6 (4), 1360-1365.
[82] TOUKABRI Mohamed et JILANI Faouzi (2013), Le Rôle Instrumental Et Incitatif Du Reporting Sociétal Dans La Gestion Des Résultats, Global Journal of Management and Business Research Accounting and Auditing, Volume 13 Issue 5 Version 1.0.
[83] WADDOCK Sandra et GRAVES Samuel, (1997), The Corporate Social Performance-Financial Performance Link, Strategic Management Journal, Vol. 18, n°4, p. 303-319.
[84] WANG lei, ID BOUICHOU Said, et ZULFIQAR Salman, (2017), *How Corporate Social Responsibility Boosts Corporate Financial and Non-financial Performance,* The Moderating Role of Ethical Leadership.
[85] WILBURN, Kathleenet WILBURN, Ralph. (2013), *Using Global Reporting Initiative indicators for CSR programs,* Journal of Global Responsibility, *4* (1), 62-75.
[86] ZHOU Guangyou, SUN Yongkun SUMEILuo et LIAOA Jiayi, (2021), Corporate social responsibility and bank financial performance in China: The moderating role of green credit, Energy Economics 97, 105190.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1328-1339
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Improvement of juvenile growth and flowering of cocoa (*Theobroma cacao* L.) by different types of fertilizers in southwestern Ivory Coast

OUATTARA Tièba Victor[1], TUO Seydou[2], ALLA Kouadio Theodore[3], EPONON Eboa Christophe Ghislain[2], KASSIN Koffi Emmanuel[4], KOKO Kan Louis Anselme[5], CAMARA Maméri[6], and DICK Acka Emmanuel[2]

[1]University of Jean Lorougnon Guédé, UFR Agroforesterie, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

[2]University of Félix Houphouët-Boigny, UFR Biosciences, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

[3]National Pedagogical Institute for Technical and Vocational Education, Department of Training of Trainers in Agricultural Professions, 08 BP 2098 Abidjan 08, Côte d'Ivoire

[4]Mondelez, 01 BP 5754 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

[5]OCP-Africa, 01 BP 528 Abidjan 01, Côte d'Ivoire

[6]Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) BP 808 Divo, Côte d'Ivoire

Copyright © 2023 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: To ensure the sustainability and productivity of the cocoa crop, replanting on non-forested sites such as old orchards or young fallow lands raises the problem of the survival and establishment of seedlings, due to the low fertility of the soil, particularly in phosphorus. Thus, in order to minimize mortality and improve juvenile growth and flowering precocity of cocoa trees, organic, mineral and organo-mineral fertilizers were applied to a fallow land with low phosphate fertility, in Soubré, in the southwest of Ivory Coast. The experimental design was a partially balanced incomplete block design with 12 treatments and three replications. The treatments consisted of two fertilizer applications per year for each plant: compost (T1); phospho-compost (T2); TSP + compost (T3 and T4); NPK based on natural phosphates (T7, T8 and T9), combined with compost (T5 and T6) or phospho-compost (T10 and T11) at different doses. Growth parameters and flowering were evaluated. Treatments T2 (phosphocompost 1 kg), T3 (TSP 75 g + compost 2 kg) and to a lesser extent T11 (NPK 0-15-15 300 g + phospho-compost 1 kg) were the most efficient. They allowed a better growth, a good precocity of crowning and flowering. All the treatments tested did not impact the mortality rate of young cocoa trees. These results could allow farmers to exploit favorably soils with low fertility, with the guarantee of a good establishment of cocoa plants in the field during the juvenile stage.

KEYWORDS: Cocoa tree, fertilization, replanting, growth, flowering, Ivory Coast.

1 INTRODUCTION

In Ivory Coast, the area covered by cocoa cultivation has increased from 2,000,000 ha in 2000 to nearly 4,776,000 in 2019 [1]. This increase has been at the expense of forest reserves, worsen problems related to land scarcity due to high land pressure [2]. The growing interest in cocoa farming often leads farmers to replant on old plots and very young fallows with degraded soils, with the corollary of difficult establishment of young plants [3], [4]. Its poor soils are generally deficient in phosphorus, nitrogen, potassium and in calcium and magnesium as well [5], [6]. Potassium and nitrogen can be returned to the soil from pod husk residues in the form of compost [7] unlike phosphorus [8], [9]. Yet, the latter is essential for plant growth and productivity [10], [11]. Indeed, phosphorus deficiency in cocoa trees results in stunted growth, poor flowering and fruiting. In addition, a young cocoa tree deficient in phosphorus will not express its productivity potential at the adult stage, even in the presence of sufficient quantities of this element [12]. Phosphorus can be supplied in the form of triple superphosphate (TSP) or through mineral resources such as rock phosphates [13]. The latter used as fertilizers, have a lasting residual effect that limits their participation in the phenomenon of eutrophication [14]. With a relatively low cost, natural phosphates would be very effective on plants after composting [15]. Thus, this study was undertaken to contribute to the promotion of sustainable, ecological cocoa farming using low-cost fertilizers in

southwestern Ivory Coast. The area concentrates the majority (40%) of the country's producers and has ferrallitic soils that are highly leached and not very fertile. Juvenile growth and flowering precocity were evaluated on cocoa trees replanted on relatively poor soil treated with organic, mineral and organo-mineral fertilizers.

2 MATERIAL AND METHODS

2.1 STUDY AREA

The experiment was conducted on the plots of the National Center for Agronomic Research (NCAR) in Soubré, southwestern Ivory Coast. The station is located between 85 and 278 m of altitude with coordinates of 050 62.222' in north latitude and 0060 63.987' in west longitude **(Figure 1).** The area is drained by the Sassandra River and its tributaries. The average temperature is in the range of 21-33°C and the annual rainfall is 1200 mm. The soils are highly desaturated Ferrasols derived from granite [16]. The previous crop on the study plot was a fallow of about 3 years, consisting mainly of *Pueraria phaseoloides* and *Panicum maximum* vegetation

2.2 MATERIAL

2.2.1 PLANT MATERIAL

The plant material used consisted of plants from seven cocoa tree (*Theobroma cacao*) hybrids certified by the Centre Of Agronomic Research (CNRA) [17]. The plants were produced in the nursery from seed and then transferred to the field at the age of 6 months for experimentation.

2.2.2 FERTILIZERS

The fertilizers used to make up the manures were compost made solely from pod husk residues (compost) or made with natural soft phosphates (phosphocompost), triple superphosphate (TSP) dosed at 46% and NPK 0-15-15 based on natural phosphates. For composting, cocoa and *Puerraria* sp leaves, wood ash, poultry droppings and humus soil were added to the pod husk residues.

2.3 METHODS

2.3.1 FERTILIZER TREATMENTS APPLIED

In each elementary plot, 20 cocoa trees were selected to receive one of the treatments as shown in **Table I**. Each year, the applications were made on the surface at the foot of the cocoa trees, in the crown within 0.30 m of the collar where the absorbing roots are most active. The application was done in two periods, at the beginning of the long and short rainy season, in April and September respectively. In total, three applications were made during the experiment.

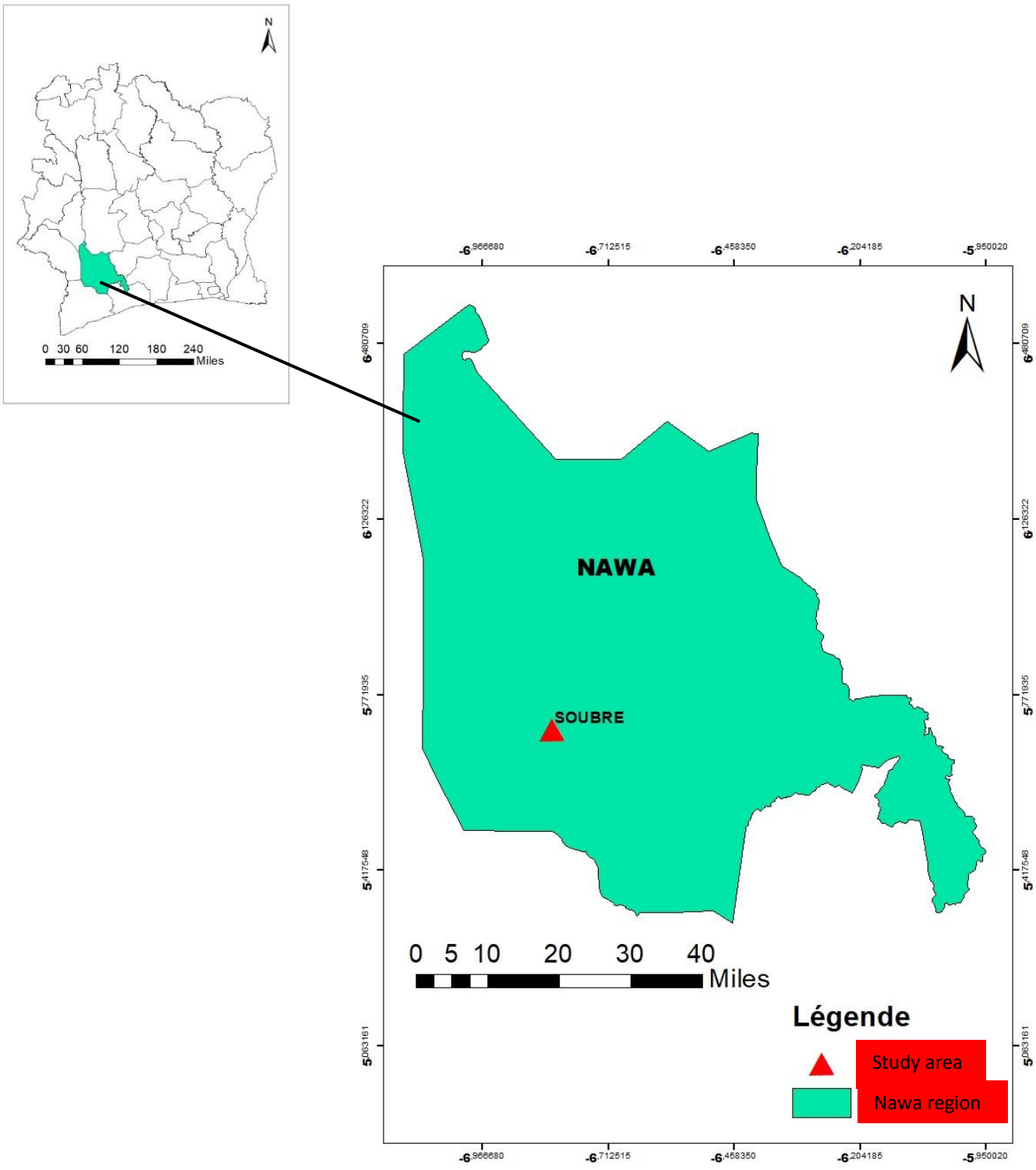


Fig. 1. Location of the study area in Ivory Coast

Table 1. Composition of fertilizer treatments and doses applied per cocoa plant

Treatments	Composition et doses
T0	Control without fertilizer
T1	Compost 2 kg
T2	Phospho-compost 1 kg
T3	TSP 75 g + compost 2 kg
T4	TSP 100 g + compost 2 kg
T5	NPK 0-15-15 225 g + compost 2 kg
T6	NPK 0-15-15 300 g + compost 2 kg
T7	NPK 0-15-15 225 g
T8	NPK 0-15-15 150 g
T9	NPK 0-15-15 300 g
T10	NPK 0-15-15 225 g + phospho-compost 1 kg
T11	NPK 0-15-15 300 g + phospho-compost 1 kg

2.3.2 EXPERIMENTAL DESIGN

The trial was conducted in a partially balanced incomplete block design with 12 treatments and three replicates on an area of 0.56 ha (80 m x 70 m). Treatments were randomized in each 80 m x 7.5 m block. These blocks were arranged parallel and spaced 5 m apart. The individual plots each consisted of 20 cocoa trees with a spacing of 3 by 2.5 m (density of 1333 plants/ha), separated from each other by 4 m. Banana trees planted 8 months before the cocoa trees, in row spacing and at the same density, served as temporary shading.

2.3.3 PARAMETERS ASSESSED

2.3.3.1 CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE SOIL

Prior to the implementation of the tests, an auger sampling of 30 elementary soil samples in the 0-20 cm horizon was done along the diagonals. After mixing them into a composite unit, the resulting batch was air-dried, sieved and stored in polyethylene bags.

The chemical data analyzed were organic carbon (C) determined by the [18] method, total nitrogen (N) by the [19] method and assimilable phosphorus (P.assimilable) evaluated by the Olsen-Dabin method [20]. Exchangeable bases (K, Mg and Ca) and cation exchange capacity (CEC) were determined by the method of [21]. Exchangeable aluminum (Al) was determined by the method of [22]. The pH (water) was determined using the pH meter, after addition of 50 ml of ionized water to 20 g of soil [23]. Soil trace elements (B, Zn, Cu and Fe) were obtained by standard methods [24]. The saturation rate (V) was evaluated by the quotient of the sum of exchangeable bases on the CEC reported to 100. Equilibria were calculated with the values obtained from the analyses.

2.3.3.2 GROWTH IN THICKNESS AND HEIGHT OF THE COCOA TREE STEM

Growth in thickness and height, as well as other cocoa parameters, were assessed per unit plot and per treatment at 6, 12 and 18 months after planting, with the exception of flowering.

Height (cm) was measured from the collar to the apical bud of the main stem, using a tape measure. Diameter at the collar (cm) was measured at 10 cm above the ground using a "Stainless Hardened" electronic caliper. Measurements were taken according to the fertilization regimes. Growth rates in thickness and height were calculated according to the following equation: (Cti-Cti-1) / (ti- ti-1) with C = growth; t = time; i = month.

2.3.3.3 MORTALITY AND CROWNING OF COCOA TREES

The number of dead or crowned cocoa trees was counted and the rates were evaluated by relating the values obtained to the total number of plants and then multiplied by 100. In addition, the rate of crowning was determined as before according to the following formula: (TCou i - TCou i-1) / (ti- ti-1) with T = rate; Cou = crowning; i = month, t= time.

2.3.3.4 FLOWERING OF COCOA TREES

Cocoa trees bearing flowers were counted 18 months after planting. The flowering rate, which reflects its intensity, was evaluated by multiplying the quotient of the value recorded by 100 over the total number of cocoa trees.

2.3.4 STATISTICAL ANALYSIS OF DATA

The collected data were subjected to analysis of variance (ANOVA) using GenStat version 9.1 software. The averages were separated using the Student-Newman-Keuls test at the 5% threshold. The transformations of the values into percentages were done according to the formula $Y=\arcsin\sqrt{X}$ and the others according to this one: $Y=\sqrt{X+0,5}$.

Comparison of independent means of cocoa tree growth in two periods (6-12 and 12-18 months) was performed using Student's unpaired t-test. A Pearson correlation between the variables studied and a hierarchical ascending classification of treatments were the multivariate analyses applied.

3 RESULTS

3.1 INITIAL SOIL FERTILITY

Soil chemistry data collected at the experimental site **(Table II)** were compared to recommended optimal values for cocoa farming [25].

For all of the following parameters C (1.4%), N (0.1%), assimilable P (4.8 ppm), CEC (3.7 cmol/Kg), Ca (2.1 cmol/Kg) and Mg (0.8 cmol/Kg) and then the equilibria SBE+6.15N (3.6), PMg (16.6%), and Ca+Mg/K (15.9), values below the thresholds were observed. However, pH (6.2), M.O (2.5%), V (82.0%), K (0.2 cmol/Kg,), C/N (14.3), Ca/Mg (2.6), Ca/K (11.5) and Mg/K (4.4) were within the recommended range. The N/available ratio (210.1), PCa (71.3%), PK (12.1%) were high compared to the optimum. For trace elements, Zn (8.1 ppm), B (0.2 ppm) and Cu (1.4 ppm) were within the acceptable range for cocoa.

However, for Al (395 ppm), the initial level was well above the toxicity threshold defined for cocoa, which is 156 ppm.

Table 2. Initial soil chemical characteristics of the experimental site and recommended values for cocoa production

Soil properties	Values	Threshold or optimal values[1]
pH water	6.2	5.0 to 7.0
N (%)	0.1	0,2
C (%)	1.4	1.7 to 3.2
M.O (%)	2.5	2.5 to 5.0
P. assimilable (ppm)	4.8	12.0 to 25.0
Absorbent complex		
CEC (cmol/Kg)	3.7	≥ 12.0
V (p.c.)	83.8	≥ 60.0
K (cmol/Kg)	0.2	0.2 to 1.2
Ca (cmol/Kg)	2.1	4.0 to 18.0
Mg (cmol/Kg)	0.8	0.9 to 4.0
Chemical Equilibrium		
C/N	14.3	9.5 to 15.0
SBE+6,15N	3.6	8.9
N/P. assimilable	210.1	10.0<N/P. assimilable<20.0
PCa (%)	71.3	68.0
PMg (%)	16.6	24.0
PK (%)	12.1	8.0
Ca+Mg/K	15.9	25.0
Ca/Mg	2.6	1.0 to 4.0
Ca/K	11.5	6.0 to 12.0
Mg/K	4.4	3.5 to 4.0
Trace elements		
Al (ppm)	395.0	<156.0
B (ppm)	0.2	≥ 0.2
Zn (ppm)	8.1	8.0 à 10.0
Cu (ppm)	1.4	>0.6
Fe (ppm)	98.5	27.0

(1): Source Snoeck et al., 2016

3.2 GROWTH IN THICKNESS AND HEIGHT OF THE STEMS OF YOUNG COCOA TREES

For all periods, the diameter at the collar and the monthly increase or growth rate of the stem thickness of the cocoa trees were influenced by the different fertilizer treatments applied **(Table III).** At 6, 12 and 18 months after planting, the treatments that consistently induced the highest diameters were T2, T3 and T11. The lowest values were observed in the unfertilized T0 control. On the other hand, the highest growth rates in thickness simultaneously over the two measurement periods, 6-12 and 12-18 months, were due to treatments T4 and T11.

Considering the monthly increases in thickness per treatment over the two time intervals, the values evolved upwards for T2, T6, T7, T10 and T11 in contrast to the other inputs where they remained stable.

Table 3. Growth in thickness of cocoa stems under different fertilizer treatments as a function of time after planting

Treatments	Diameters (cm)			Increases in thickness (mm/month)	
	6 months	12 months	18 months	Period 6-12 months	Period 12-18 months
T0	0.9 ± 0.5 b	1.4 ± 0.6 c	2.1 ± 1.1 d	0.7 ± 0.1 c A	0.8 ± 0.1 c A
T1	1.0 ± 0.4 ab	1.7 ± 0.6 ab	2.7 ± 1.0 bc	1.0 ± 0.0 bc A	1.2 ± 0.1 b A
T2	1.1 ± 0.4 a	1.7 ± 0.7 ab	2.9 ± 1.2 ab	1.0 ± 0.1 bc B	1.5 ± 0.1 a A
T3	1.0 ± 0.5 ab	1.8 ± 0.7 a	2.9 ± 1.1 ab	1.4 ± 0.1 a A	1.4 ± 0.1 b A
T4	0.9 ± 0.4 b	1.7 ± 0.6 ab	2.9 ± 1.3 ab	1.4 ± 0.1 a A	1.4 ± 0.1 ab A
T5	1.0 ± 0.5 ab	1.6 ± 0.5 bc	2.6 ± 0.9 c	1.0 ± 0.0 bc B	1.2 ± 0.1 b A
T6	1.0 ± 0.4 ab	1.6 ± 0.6 bc	2.8 ± 1.0 b	1.0 ± 0.1 bc B	1.4 ± 0.1 ab A
T7	0.9 ± 0.4 b	1.5 ± 0.5 bc	2.4 ± 0.9 cd	1.0 ± 0.1 bc A	1.2 ± 0.1 b A
T8	1.1 ± 0.4 a	1.7 ± 0.6 ab	2.8 ± 1.0 b	1.1 ± 0.1 b A	1.3 ± 0.1 ab A
T9	0.9 ± 0.5 b	1.6 ± 0.6 bc	2.7 ± 1.0 bc	1.1 ± 0.1 bc A	1.2 ± 0.1 b A
T10	1.0 ± 0.5 ab	1.6 ± 0.6 bc	2.7 ± 1.1 bc	1.0 ± 0.10 bc B	1.4 ± 0.1 ab A
T11	1.2 ± 0.5 a	1.9 ± 0.6 a	3.1 ± 1.1 a	1.2 ± 0.1 ab B	1.6 ± 0.1 a A
Mean	1.0	1.7	2.7	1.1	1.3
C.V. (%)	16.9	14.9	18.2	4.5	6.2
Probability	0.01	< 0.001	< 0.001	<0.001	<0.001

In a column (lower case) or row (upper case), the means followed by the same letter are statistically identical at the 5 p.c. threshold. (Student-Newman-Keuls); C.V = coefficient of variation; T0 (Controls without fertilizer); T1 (Compost 2 kg); T2 (Phospho-compost 1 kg); T3 (TSP 75 g + compost 2 kg); T4 (TSP 100 g + compost 2 kg); T5 (NPK 0-15-15 225 g + compost 2 kg); T6 (NPK 0-15-15 300 g + compost 2 kg); T7 (NPK 0-15-15 225 g); T8 (NPK 0-15-15 150 g); T9 (NPK 0-15-15 300 g); T10 (NPK 0-15-15 225 g + phosphocompost 1 kg); T11 (NPK 0-15-15 300 g + phospho-compost 1 kg)

With respect to the height of the cocoa trees (**Table IV),** the values were not affected by the fertilizer treatments during the first 12 months of planting. On average, the heights were equal to 62.6 cm (6 months) and 99.8 cm (12 months). However, at 18 months, T2 and T11 were the treatments that induced the highest values. The lowest height was observed in the untreated control. In addition, the height increment assessed for each period did not vary significantly according to the treatments performed. The averages recorded were equal to 63.1 mm/month and 42.2 mm/month, respectively in the periods from 6 to 12 months and from 12 to 18 months after planting the cocoa trees. In contrast, for each treatment, the monthly increase in main stem height decreased significantly from the 6-12 month period to the 12-18 month interval, with the exception of those observed following the application of T2 and T7, which remained stable.

Table 4. Stem height growth of cocoa under different fertilizer treatments as a function of time after planting

Treatments	Heights (cm)			Height increases (mm/month)	
	6 months	12 months	18 months	Period 6-12 months	Period 12-18 months
T0	58.1 ± 33.7 a	93.7 ± 39.6 a	116.4 ± 62.4 b	59.9 ± 5.6 a B	39.8 ± 4.1 a B
T1	63.2 ± 25.0 a	100.0 ± 36.3 a	128.4 ± 47.4 ab	60.0 ± 5.0 a A	39.1 ± 3.5 a B
T2	66.0 ± 26.9 a	105.1 ± 44.8 a	147.1 ± 57.0 a	65.1 ± 5.9 a A	52.94 ± 3.7 a A
T3	60.7 ± 27.8 a	104.1 ± 39.6 a	134.0 ± 50.5 ab	72.2 ± 5.0 a A	39.1 ± 3.7 a B
T4	58.2 ± 29.8 a	101.6 ± 38.2 a	136.0 ± 47.4 ab	72.1 ± 4.1 a A	43.8 ± 3.5 a B
T5	64.6 ± 29.3 a	99.6 ± 35.7 a	129.4 ± 43.4 ab	58.4 ± 4.6 a A	41.2 ± 3.3 a B
T6	64.0 ± 20.0 a	100.6 ± 38.8 a	131.8 ± 45.1 ab	59.1 ± 5.3 a A	41.4 ± 4.0 a B
T7	52.8 ± 25.8 a	88.9 ± 31.4 a	123.3 ± 41.6 ab	53.5 ± 4.5 a A	45.7 ± 4.2 a A
T8	64.0 ± 25.7 a	103.0 ± 30.2 a	129.8 ± 42.1 ab	65.0 ± 4.6 a A	37.0 ± 3.2 a B
T9	58.7 ± 32.6 a	102.3 ± 39.6 a	131.7 ± 50.7 ab	73.6 ± 5.3 a A	40.3 ± 3.9 a B
T10	57.7 ± 27.34 a	92.7 ± 34.5 a	123.6 ± 46.9 ab	56.5 ± 5.3 a A	41.4 ± 3.5 a B
T11	68.0 ± 29.4 a	106.5 ± 44.0 a	144.3 ± 47.5 a	62.5 ± 5.1 a A	48.0 ± 4.4 a B
Mean	62.6	99.8	131.3	63.1	42.2
C.V. (%)	32.0	21.0	23.3	33.9	35.6
Probability	0.12	0.40	0.04	0.06	0.16

In a column (lower case) or row (upper case), the means followed by the same letter are statistically identical at the 5 p.c. threshold. (Student-Newman-Keuls); C.V = coefficient of variation; T0 (Controls without fertilizer); T1 (Compost 2 kg); T2 (Phospho-compost 1 kg); T3 (TSP 75 g + compost 2 kg); T4 (TSP 100 g + compost 2 kg); T5 (NPK 0-15-15 225 g + compost 2 kg); T6 (NPK 0-15-15 300 g + compost 2 kg); T7 (NPK 0-15-15 225 g); T8 (NPK 0-15-15 150 g); T9 (NPK 0-15-15 300 g); T10 (NPK 0-15-15 225 g + phosphocompost 1 kg); T11 (NPK 0-15-15 300 g + phospho-compost 1 kg)

3.3 CROWNING OF COCOA TREES

The effects of fertilizers on the crown of cocoa trees are shown in the **table V**. Six months after planting, the fertilizers applied had no significant effect on the crowning rate of cocoa trees. The average rate obtained was equal to 4.9%. At 12 and 18 months after planting, the values recorded fluctuated significantly according to the treatments. Thus, T8 and T11 are the fertilizer treatments that were the basis of the highest crowning rates after 12 months, then T2, T3, T6 and T11 after 18 months of planting. In both cases, the control without fertilizer caused the lowest values.

With respect to the monthly crowning velocity, the values obtained in the interval 6-12 months after planting varied significantly according to the treatments applied. T2, T8 and T11 induced the highest velocity and T0 the lowest. In the 12-18 months post-planting period, the effects of treatments on the data collected were no longer significant. Considering separately the effects of the treatments during the periods 6-12 and 12-18 months, the values increased significantly with T0 and T7. They decreased significantly at T1, T8, T10 and T11. For all other treatments, the crowning velocity did not vary significantly between the two periods.

Table 5. Crowning of cocoa trees under different fertilizer treatments according to the time after planting

Treatments	Crowning rate (%)			Crowning velocity (%/month)	
	6 months	12 months	18 months	Period 6-12 months	Period 12-18 months
T0	5.0 ± 2.0 a	20.0 ± 4.0 c	60.0 ± 49.4 c	2.5 ± 1.0 b B	5.0 ± 1.0 a A
T1	5.0 ± 0.0 a	43.3 ± 5.0 ab	75.0 ± 40.0 ab	6.4 ± 1.0 ab A	4.0 ± 1.0 a B
T2	3.3 ± 1.8 a	43.3 ± 5.0 ab	90.0 ± 30.0 a	6.7 ± 1.0 a A	5.8 ± 1.0 a A
T3	8.3 ± 3.0 a	41.7 ± 5.0 ab	86.0 ± 40.0 a	5.8 ± 1.0 ab A	5.4 ± 1.0 a A
T4	5.0 ± 2.0 a	40.0 ± 5.0 ab	75.0 ± 4.0 ab	5.8 ± 1.0 ab A	4.4 ± 1.0 a A
T5	5.0 ± 0.0 a	36.7 ± 5.0 b	78.3 ± 4.0 ab	6.1 ± 1.0 ab A	5.2 ± 1.0 a A
T6	10.0 ± 3.0 a	36.7 ± 5.0 b	85.0 ± 40.0 a	5.0 ± 1.0 ab A	6.0 ± 1.0 a A
T7	5.0 ± 2.0 a	26.7 ± 4.0 bc	81.7 ± 40.0 ab	3.9 ± 1.0 ab B	6.9 ± 1.0 a A
T8	5.0 ± 2.0 a	51.7 ± 5.0 a	78.3 ± 40.0 ab	7.8 ± 1.0 a A	3.5 ± 1.0 a B
T9	5.0 ± 2.0 a	38.3 ± 5.0 b	70.0 ± 50.0 b	5.5 ± 1.0 ab A	4.2 ± 1.0 a A
T10	5.0 ± 2.0 a	41.7 ± 5.0 ab	71.7 ± 40.0 b	6.1 ± 1.0 ab A	3.7 ± 1.0 a B
T11	6.6 ± 3.0 a	50.0 ± 5.0 a	87.0 ± 30.0 a	7.2 ± 1.0 a A	4.6 ± 1.0 a B
Mean	4.9	39.2	78.1	5.8	4.9
C.V. (%)	15.2	27.6	19.1	27.6	27.6
Probability	0.37	0.03	0.00	0.01	0.07

In a column (lower case) or row (upper case), the means followed by the same letter are statistically identical at the 5 p.c. threshold. (Student-Newman-Keuls); C.V = coefficient of variation; T0 (Controls without fertilizer); T1 (Compost 2 kg); T2 (Phospho-compost 1 kg); T3 (TSP 75 g + compost 2 kg); T4 (TSP 100 g + compost 2 kg); T5 (NPK 0-15-15 225 g + compost 2 kg); T6 (NPK 0-15-15 300 g + compost 2 kg); T7 (NPK 0-15-15 225 g); T8 (NPK 0-15-15 150 g); T9 (NPK 0-15-15 300 g); T10 (NPK 0-15-15 225 g + phosphocompost 1 kg); T11 (NPK 0-15-15 300 g + phospho-compost 1 kg)

3.4 Flowering And Mortality Of Cocoa Trees

Table VI groups together the data on flowering and mortality of plants under the effect of applied fertilizers. For the first parameter mentioned, the first flowers that appeared in the 18th months after planting the cocoa trees were counted. The values recorded varied significantly according to the treatments. The largest flowers were obtained following the application of T3 (20%) and T11 (18.3%), while the smallest were induced by T0 (1.6 %) and T7 (1.7%). The other treatments caused flowering with intermediate rates.

With respect to the mortality of young cocoa trees, the treatments carried out had no significant effect at 6, 12 and 18 months after planting. The rates evaluated were respectively equal on average to 7.4%, 9.6% and 10.4%.

Table 6. Mortality rate as a function of time after planting and flowering of cocoa trees under different fertilizer treatments

Treatments	Mortality rate (%)			Flowering rate (%)
	6 months	12 months	18 months	18 months
T0	10.0 ± 3.0 a	12.3 ± 3.8 a	21.3 ± 4.0 a	1.6 ± 1.2 c
T1	11.3 ± 2.0 a	11.3 ± 2.3 a	13.6 ± 2.4 a	5.0 ± 2.0 b
T2	6.3 ± 2.0 a	8.0 ± 2.4 a	11.3 ± 3.0 a	13.3 ± 3.0 ab
T3	6.6 ± 2.0 a	6.6 ± 2.0 a	8.3 ± 2.2 a	20.0 ± 4.0 a
T4	7.6 ± 3.0 a	7.6 ± 3.0 a	7.6 ± 3.0 a	11.7 ± 3.2 ab
T5	10.0 ± 3.0 a	10.0 ± 3.0 a	11.6 ± 3.5 a	5.0 ± 2.0 b
T6	10.6 ± 1.0 a	13.9 ± 1.8 a	15.6 ± 3.0 a	6.7 ± 2.0 b
T7	8.3 ± 3.0 a	10.0 ± 2.0 a	11.6 ± 3.0 a	1.7 ± 1.0 c
T8	5.0 ± 2.0 a	5.0 ± 2.0 a	6.6 ± 3.0 a	6.7 ± 2.0 b
T9	13.3 ± 3.0 a	15.0 ± 4.2 a	16.6 ± 4.0 a	10.0 ± 3.0 ab
T10	10.0 ± 3.0 a	10.0 ± 3.0 a	10.0 ± 3.0 a	11.7 ± 3.0 ab
T11	5.0 ± 2.0 a	5.0 ± 2.0 a	5.0 ± 2.0 a	18.3 ± 4.0 a
Mean	7.4	9.6	10.4	9.3
C.V. (%)	45.1	18.7	20.5	19.7
Probability	0.27	0.18	0.22	0.00

In a column, the means followed by the same letter are statistically identical at the 5 p.c. threshold. (Student-Newman-Keuls); C.V = coefficient of variation; T0 (Controls without fertilizer); T1 (Compost 2 kg); T2 (Phospho-compost 1 kg); T3 (TSP 75 g + compost 2 kg); T4 (TSP 100 g + compost 2 kg); T5 (NPK 0-15-15 225 g + compost 2 kg); T6 (NPK 0-15-15 300 g + compost 2 kg); T7 (NPK 0-15-15 225 g); T8 (NPK 0-15-15 150 g); T9 (NPK 0-15-15 300 g); T10 (NPK 0-15-15 225 g + phospho-compost 1 kg); T11 (NPK 0-15-15 300 g + phospho-compost 1 kg)

3.5 Correlations Between The Variables Studied And Prioritization Of Fertilizer Treatments

Strong relationships between the studied parameters in young cocoa trees are observed through the Pearson correlation coefficient matrix **(Table VII).**

Thus, significant positive correlations between the diameter at the collar and stem height (0.9), flowering (0.8) and then crowning (0.7) were found. Positive correlations were also observed between height and crowning (0.8) and then flowering (0.7). However, negative correlations were also noted between mortality and growth or flowering parameters. The most significant one was the one observed with crown diameter (-0.8).

Furthermore, the hierarchical ascending classification (HAC) represented in **Figure 2** shows three main groups of fertilizer treatments. The first group, composed only of the control without fertilizer T0, is characterized by weak and late growth, as well as low flowering. The second group is made up of treatments T2, T3 and T11, with strong growth and flowering. The third group, intermediate between the first and the second, is composed of treatments T1, T4, T5, T6; T7, T8, T9 and T10.

Table 7. Correlation between growth, flowering and mortality variables of cocoa trees after fertilization

Variables	Diameter at the collar	Height	Coronation	Flowering	Mortality
Diameter at the collar	**1**				
Height	**0.9**	**1**			
Coronation	**0.7**	**0.8**	**1**		
Flowering	**0.8**	**0.7**	0.5	**1**	
Mortality	**-0.8**	-0.5	-0.5	-0.6	**1**

Values in bold are different from 0 at significance level alpha=0.05

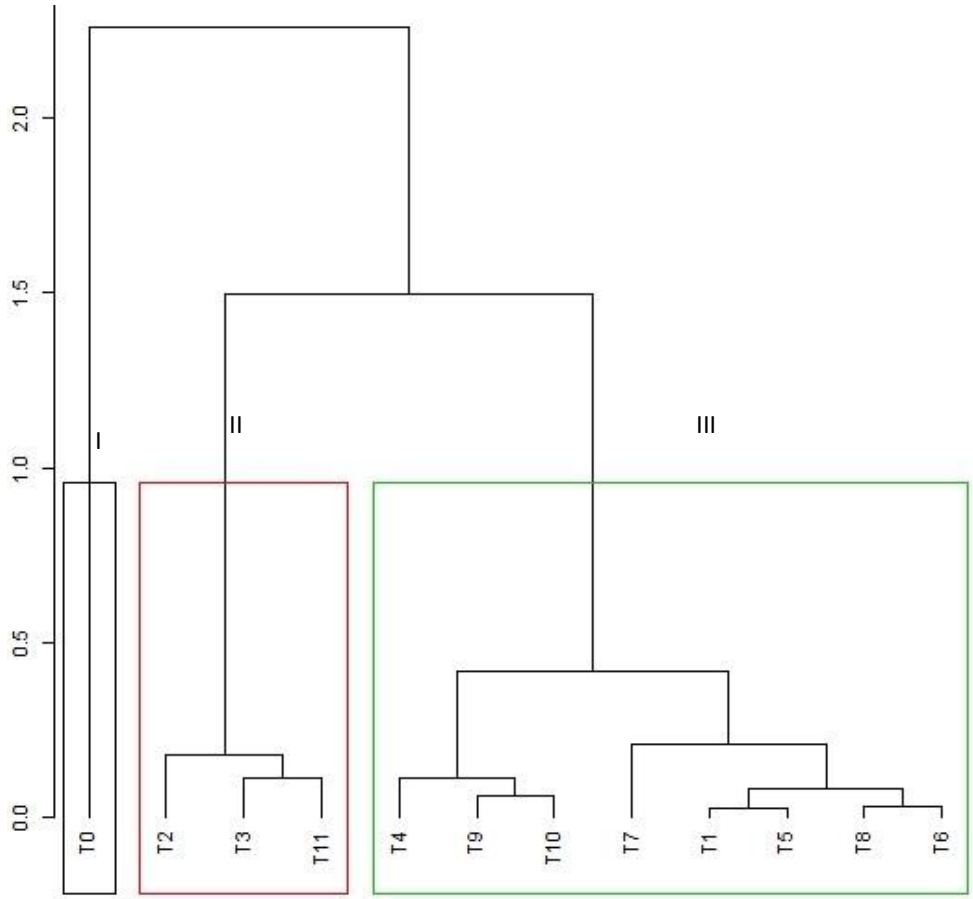


Fig. 2. Classification of fertilizer treatments into homogeneous groups according to the parameters studied

4 DISCUSSION

4.1 INITIAL SOIL FERTILITY

Initially in the soil of the experimental site, the levels of macro-nutrients important for cocoa cultivation (assimilable P, Ca, Mg, N and C) were low and the fertility indicators were generally below the recommended thresholds. The poor soil condition of the plot, which is slightly sloped, could be attributed to nutrient leaching, among other reasons. However, the abundant presence of trace elements (B, Cu and Zn) appears to be due to the leaf fall of *Pueraria phaseoloides* and *Panicum maximum,* species that have colonized the site [26].

4.2 EFFECTS OF FERTILIZER TREATMENTS ON AGROMORPHOLOGICAL PARAMETERS OF THE COCOA TREE AND POTENTIALLY ON SOIL FERTILITY

The study conducted to improve the establishment of cocoa plants in the field by fertilizing the relatively poor soil of young fallows, identified treatments T2, T3 and T11 as the most likely to contribute to this. The T2 treatment, made of phospho-compost only, the T11

treatment, which was derived from T2 with the addition of NPK based on natural phosphates, and the T3 treatment, which was made of simple compost supplemented with triple superphosphate, produced the best results overall. They caused a strong stem growth in height and thickness, a good crowning and an abundant first flowering. The results showed that during the first months after planting the cocoa trees, there was no significant effect of fertilizers on height growth. This period could correspond to the delay in the active formation of root absorbing hairs under the effect of auxins, for an efficient absorption of water and nutrients from the soil [27], [28], [29]. Phosphorus and nitrogen are known to stimulate the synthesis of phytohormone necessary for rhizogenesis; this is thought to have resulted in rapid recovery of cocoa trees after planting [30], [31].

With crowning, the monthly increase in height of the main stem slowed down following the decline of the stem meristem in favor of its thickening favored by T2 and T3 in particular.

Comparing these two treatments, the rapidity of the effect observed with T3 would be due to the solubility, and thus the availability of TSP [32]. However, for T2, a prior mineralization of the phospho-compost would be necessary. Furthermore, the abundance of the first flowering, which characterized treatments T3, T11 and incidentally T2, would depend on the bioavailability of phosphorus, as pointed out by [33]. Treatments consisting solely of compost (T1) and NPK based on rock phosphates alone or with added compost or phospho-compost (T5 to T10)

did not produce the expected results. This suggests, in the latter cases, the inefficiency of natural phosphates in organo-mineral fertilization. The increase in soil pH towards neutrality or alkalinity due to the added organic matter and the liming effect of their calcium richness, would make rock phosphates ineffective [34], [35]. Conversely, composted, natural phosphates would acquire along with the organic matter, their effectiveness by the bioavailability of minerals such as phosphorus and calcium as suggested by [36], [37], [38]. Moreover, the good performance of treatments T2 and T3 could be linked to the favorable effect of mineral fertilizer on microorganisms. This would accelerate the mineralization of organic matter by making nutrients available, according to [39], [40].

Mortality of transplanted seedlings in the field after their transfer from the nursery appears to be independent of soil fertility status. Indeed, fertilizer treatments had no significant effect on the mortality rate of cocoa trees in the field. Too strong a variation in temperature, light or water deficit could have caused stress in the plants to which they would have had difficulty adapting.

5 CONCLUSION

In a nutshell, this study conducted to contribute to the sustainability and productivity of cocoa production, three types of fertilizers were identified that allow for better plant establishment on soils that are relatively low in fertility, especially in phosphorus. These are treatments T2, T3 and T11. They caused a good juvenile growth and an abundant first flowering compared to the other treatments. Of these, the application of T11 would be unnecessarily more expensive, as the NPK added to the phospho-compost does not induce a very significant improvement in results.

REFERENCES

[1] FAOSTAT, Cocoa Bean Production Statistics in Ivory Coast. 2019.
[Online] Available: http://www.fao.org/faostat/fr/data/QC. (june 05 2019).

[2] J. Gockowski and D.J. Sonwa, «Cocoa Intensification Scenarios and Their Predicted Impact on CO2 emissions, Biodiversity Conservation, and Rural Livelihoods in the Guinea Rain Forest of West Africa,» *Environmental Management,* vol. 8, no. 2, pp. 307-321, 2010.

[3] A.A. Assiri, A. Konan, K.F. N'Guessan, B.I. Kébé, K.E.Kassin, J.Y. Couloud, AR.Yapo, G.R Yoro. and A.Yao-Kouamé, «Comparison of two cocoa replanting techniques on non-forestry crop history in Côte d'Ivoire,» *African Crop Science Journal,* vol. 23, no. 4, pp 365 – 378, 2015.

[4] Z. Konaté, A.A. Assiri, F.G. Messoum, A. Sekou, M. Camara and A. Yao-Kouamé.

[5] «Cultural history and identification of some farmer practices in cocoa replanting in Côte d'Ivoire,» *African Agronomy,* vol. 27 no. 3 pp 301-3014, 2015.

[6] K.J-C. N'Guessan, O.F. Akotto, D. Snoeck, M. Camara and A. Yao - Kouamé., «Chemical fertility potential of cocoa orchards *Theobroma cacao* L. (Malvaceae) in Côte d'Ivoire,» *International Journal of Innovation and Applied Studies,* vol. 18, no. 3, pp 868-879, 2016.

[7] E.C.G. Eponon,. «Contribution to the formulation of mineral manure rates adapted to coffee (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) in Côte d'Ivoire,» PhD thesis from the University of Félix Houphouët-Boigny, Cocody, Ivory Coast, 161 p., 2020.

[8] V.T. Ouattara, Z. Konate, D.F. Messoum, K.E. Kassin, M.G. Tahi, L.A. Koko, B. Kone, E.A. Dick, and M. Camara, «Effects of organophosphate fertilization on organic matter and adsorbent complex fertility of a ferralsol under cocoa trees in the Divo region (Ivory Coast),» *International Journal of Biological and Chemical Sciences,* vol. 12, no. 6, pp 2901- 2921, 2018.

[9] C. Nobile, «Phyto-availability of phosphorus in agricultural soils of Reunion Island fertilized with organic residues over the long term: is the application rate the only determinant to be taken into account?,» PhD thesis from the University of La Réunion, Réunion, France, 181p, 2017.

[10] T.V. Ouattara, K.E. Kassin, L.J. Koko, G.M. Tahi, M.E. Assi, G. Amari, E. Dick and M. Camara, «Effects of organophosphate fertilization on phosphorus bioavailability, aluminum content and pH of soils under cocoa trees in the Divo region of Côte d'Ivoire,».

[11] Journal of Applied Biosciences, vol. 118, pp 11754-11767, 2017.

[12] K. Ofori-Frimpong, A.A. Afrifa, and M.R. Appiah, «Effect of Nitrogen rates and Frequency of application on cocoa yield, soil, mineral composition of cocoa leaves,» *In:* 14Th International Conference on Cocoa Research, Yamoussoukro, Côte d'Ivoire, pp 239–245, 2003.

[13] L.K. Koko, K.E. Kassin, A.A. Assiri, G. Yoro, K. NGoran and D. Snoeck. «Mineral fertilization of cocoa (*Theobroma cacao* L.) in Côte d'Ivoire: popularizable achievements and research perspectives,» *Agronomie Africaine,* vo. 23, no. 3, pp 217-225, 2011.

[14] Yara, Crop nutrition: cocoa, 2021. [Online] Available:.https://www.yara.ci/fertilization/fertilization/cocoa/ (August 05 2021).

[15] L.K. Koko, «Teractiv Cacao as a new fertilizer based Reactive Phosphate Rock for cocoa productivity in Côte d'Ivoire: A participatory approach to update fertilization recommendation,» *Procedia Engineering,* vol. 83, no. 2014, pp 348-353, 2014.

[16] F. Zapata and R.N. Roy, Use of rock phosphates for sustainable agriculture, FAO.

[17] Bulletin, Fertilizer and Plant Nutrition, 151 p, 2004.

[18] K.A. Ablede, K. Koudjega and K.K. Ganyo, «Improved solubilization of low reactivity rock phosphates by manure-based phospho-composting,» *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB),* Special issue, pp 175-181, 2019.

[19] K.E. Kassin, K. Doffangui, B. Kouamé, G. Yoro and A. Assa, «Rainfall variability and prospects for cocoa replanting in west-central Côte d'Ivoire,» *Journal of Applied Biosciences,* vol 12, pp 633-641, 2008.

[20] B.I. Kébé, K.F. N'Guessan, G.M. Tahi, A.A. Assiri, L.K. Koko, N.J. Kohi, Z. Irié Bi and N. Koffi, «Growing cocoa well in Côte d'Ivoire,» CTA, Direction des programmes de recherche et de l'appui au développement, Direction des Innovations et systèmes d'information, CNRA, Abidjan, Côte d'Ivoire, 4 p 2009.

[21] A Walkley and C.A. Black, «An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposal modification of chromic acid situation method,» Journal of Soil Science, vol 37, no 1, pp 29-38, 1934.

[22] J. Kjeldahl, «Neue Methode zur Bestimmung des Stickstoffs in organischen Körpern,».

[23] Zeitschrift für Analytische Chemie, Vol 22, pp 66-382, 1883.

[24] B. Dabin, «On a method of analysis of phosphorus in tropical soils,» Colloque sur la fertilité des sols tropicaux, 19-25 November, Tananarive, Madagascar, vol 1, pp 99-115, 1967.

[25] H. Ciesielski and T. Sterckeman, «A comparison between three methods for the determination of cation exchange capacity and exchangeable soils,» *Agronomy,* vol 17, no 1 pp 9-16, 1997.

[26] B.W. Bache and G.S. Sharp, «Caracterisation of aluminium in acid soils,» *Geoderma* vol 15, no 2, pp 91-101, 1976.

[27] AFNOR. (Association Française de Normalisation), «Determination of pH,» iso 103.

[28] *In:* Afnor Qualité des Sols, Paris, France, p 339-348, 1981.

[29] CEAEQ (Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec), «Determination of metals, trace elements, phosphorus and sulphur by Mehlich-III extraction, hot water boron extraction and argon plasma emission spectrometry,» Ministère de l'Environnement du Québec, 19 p, 2003.

[30] D. Snoeck, L. Koko, J. Joffre, P. Bastide and P. Jagoret, «Cacao Nutrition and Fertilisation,» *Sustainable Agriculture,* vol 19, pp 155-202, 2016.

[31] A. Comeau, D. Pageau, H. Voldeng, and A. Brunelle, «Trace elements: Essential for canopy establishment in cereals,» *Field Crops,* vol 16 no 4, pp 34-36, 2006.

[32] A Bruce, S.E. Smith and M. Tester, «The development of mycorrhizal infection in *Cuncumber*: effects of P supply on root growth, formation of entry points and growth of infection units,». *New Phytologist,* vol 127, no 3, pp 507-514, 1994.

[33] M.A. Hajabbasi and T.E. Schumacher, «Phosphorus effects on root growth and development in two maize genotypes,» *Plant and Soil,* vol 158, no 1, pp 39-46, 1994.

[34] C.A. Rosolem, J.S. Assis and A.D. Santiago, «Root growth and mineral nutrition of corn hybrids as affected by phosphorus and lime,» Communications *in: Soil Science and Plant Analysis,* vol 25 no 13-14, pp 2491-2499, 1994.

[35] M. Laskowski, «Lateral root initiation is a probabilistic event whose frequency is set by fluctuating levels of auxin response,» *Journal of Experimental Botany,* vol 64, no 9, pp 2609-2617, 2013.

[36] V. Herrbach, C. Rembliere, C. Gough and S. Bensmihen, «Lateral root formation and patterning in Medicago truncatula,» *Journal of Plant Physiology,* vol 171, no 3-4, pp 301-10, 2014.

[37] B.A. Kouyate and I. Serme, «Evaluation of the effectiveness of Tilemsi phosphate rock (TNP) under different tillage practices in the Sahelian zone of Mali,» *International Journal of Innovation and Applied Studies,* vol 34 no 4, pp 845-857, 2021.

[38] L.K. Koko, T.V. Ouattara, C. Morel and D. Snoeck, «Fruiting and production precocity in cocoa: nutritional factors related to bioavailability and net P ion transfer dynamics in Côte d'Ivoire soils,» 17th International Conference on Cocoa Research, Yaoundé, Cameroon, October 15-20, 2012.

[39] A.J. Messiga, N. Ziadi, A. Mollier, L.E. Parent, A. Schneider and C. Morel, «Process based mass balance modeling of soil phosphorus availability: Testing different scenarios in a long-term maize monoculture,». *Geoderma,* vol 243-244, pp 41-49, 2015.

[40] H. Li, A. Mollier, N. Ziadi, A.J. Messiga, Y. Shi, S. Pellerin, L-E. Parent and C. Morel, «Long-term modeling of phosphorus spatial distribution in the no-tilled soil profile,». *Soil & Tillage Research,* vol 187, no 2019, pp 119-134, 2019.

[41] A.K. Kpomblekou and M.A. Tabatabaï, «Effect of organic acids on release of phosphorus from phosphate rocks,» *Journal of Soil Science,* vol 158, pp 442-453, 1994.

[42] L. Yang, S. Zhang, Z. Chen, Q. Wen and Y. Wang, «Maturity and security assessment of pilot-scale aerobic co-composting of penicillin fermentation dregs (PFDs) with sewage sludge,». *Bioresource Technology,* 204: 185-191, 2016.

[43] A Ndiaye, O. Ndiaye, B. Bamba, M. Guèye and O. Sawané, «Effects of organo-mineral fertilization on growth and yield of sanio millet (*Pennisetum glaucum* L.R.Br) in Upper Casamance, Senegal,». *European Scientific Journal,* vol 15, no 33 pp 155-170, 2019.

[44] K.H. Kouadio, A.J.A. Kotaix, Z. Konaté, K.E. Kassin, K.S. Kouakou, J.N. Ehounou, E.M. Assi, K.N. N'dri, L. Koko and S. Bakayoko, «Mineral Fertilizers from Soil Diagnosis Reduce the Decomposition Time of Cocoa Leaf Litter in the South-Western of Cote d'ivoire,». *Journal of Experimental Agriculuture International,* 43 (5): 84-95, 2021.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1340-1346
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

L'utilité de la troponine chez les patients atteints de la COVID19: Preuves d'une méta-analyse

[The usefulness of troponin in patients with COVID19: Evidence from a meta-analysis]

Hilmi Chorouk[1-3], Kadouri Souhaila[1-3], Morjan Asmaa[1-2-3], and Kamal Nbiha[1-2-3]

[1]Laboratoire de biochimie, CHU Ibn Rochd de Casablanca, Morocco

[2]Laboratoire d'immunologie Clinique et d'Immuno-Allergie (LICIA), Faculté de Médecine et de Pharmacie, Université Hassan II, Casablanca, Morocco

[3]Faculté de Médecine et de Pharmacie, Université Hassan II, Casablanca, Morocco

Copyright © 2023 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 December 2019 an infection with a new virus called SARS-COV2 emerged the Wuhan area in China and took the name of COVID-19 (Corona Virus Disease 2019). This disease has spread globally to the point of being called a pandemic by the WHO. Although mainly respiratory in nature, COVID-19 seems to trigger an intense inflammatory response, with a multi-systemic impact including the cardiovascular system. In this work, we propose to synthesize and analyze data from the literature to determine the usefulness of troponin measurement in patients with COVID-19. Cardiac troponin is a laboratory parameter and its measurement is relevant in the management of Covid-19 given the frequency of associated cardiovascular lesions. Several observational studies have shown that patients with Covid-19 have significant elevation of troponin levels up to 59%; however, increased troponin levels are considered predictive of mortality.

KEYWORDS: COVID-19, SARS-COV-2, Heart disease, Troponin.

RESUME: En décembre 2019 une infection par un nouveau virus appelé SARS-COV2 a émergé la région de Wuhan en chine et a pris le nom de la COVID-19 (Corona Virus Disease 2019). Cette maladie s'est propagée à l'échelle mondiale au point d'être qualifiée par l'OMS de pandémie. Bien qu'ayant un tropisme principalement respiratoire, la COVID-19 semble déclencher une intense réaction inflammatoire, avec un impact multi systémique incluant notamment le système cardiovasculaire. Dans ce travail nous proposons de faire une synthèse par analyse des données de la littérature pour déterminer l'utilité du dosage de la troponine chez les patients atteints de la COVID-19. La troponine cardiaque est un paramètre de laboratoire son dosage s'avère pertinent dans la prise en charge de la Covid-19 vu la fréquence des lésions cardiovasculaires associées. Plusieurs études observationnelles ont montré que les patients atteints de la Covid-19 présentent une élévation importante des taux de la troponine pouvant atteindre 59%; cependant l'augmentation des taux de la troponine est considérée comme un facteur prédictif de mortalité.

MOTS-CLEFS: COVID-19, SARS-COV-2, Atteintes cardiaques, Troponine.

1 INTRODUCTION

En décembre 2019, le monde entier a connu l'émergence d'un nouveau coronavirus dans la région de Wuhan en chine appelé SRAS-Cov-2 [1].

Ce coronavirus, s'est avéré à l'origine d'une maladie baptisé la COVID-19 (Corona-Virus-Disease de 2019), par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) le 11-03-2020.

C'est un virus à ARN enveloppé, appartenant à la famille des Coronaviridae, de forme sphérique, son nom émane de son aspect en couronne par la présence à sa surface de plusieurs types de structures protéiques dont les glycoprotéines de membrane (M), des protéines d'enveloppe (E) et des protéines de surface en forme de pique (Spike).

Ce virus est assigné d'un grand pouvoir infectieux même au cours de la phase asymptomatique et s'est propagé de façon vaste et exponentielle, dans plus de 200 pays et territoires à travers le monde.

Le syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA) et l'atteinte multi viscérale restent les manifestations les plus virulentes de cette maladie.

Plusieurs articles, d'Europe, d'Amérique et de Chine ont démontré que l'infection à la COVID-19 est responsable souvent d'une souffrance ou lésion myocardique aiguë reflété par des concentrations élevées de troponine chez les patients infectés [2-3-4].

L'expression de l'enzyme de conversion de l'angiotensine 2 (l'ACE2), du système rénine-angiotensine au niveau des poumons et du cœur, explique en partie ce tropisme cardiaque [5].

Un risque accru de mortalité est lié à la présence de dommages cardiaques dans la présente pandémie et ceci est confirmé par les données préliminaires indéniables [6].

D'où on a mené une revue systématique de littérature à travers des moteurs de recherche MEDLINE, PubMed, ELSEVIER, Google Scholar pour mettre le point sur l'intérêt du dosage de la troponine chez les patients COVID-19 positifs.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

Après interrogation des différentes bases de recherche, une étude approfondie a été effectuée dans les différents moteurs de recherche et bases de données multidisciplinaires: PubMed, MEDLINE, ELSEVIER, Google Scholar.

L'exploration des données de la littérature a été faite par une recherche sur des sites de sociétés savantes ayant trait au sujet, sur les sites d'agences de santé internationales; Haute Autorité de Santé (HAS), l'organisation mondiale de la santé (OMS), qui regroupe les revues de sciences humaines et sociales.

Nous avons déterminé les différents mots-clés pertinents:

- « COVID-19 »
- « SARS-COV-2 »
- « Atteintes Cardiaques »
- « Troponine »

Dans un premier temps, les articles ont été retenus en se basant sur leurs titres, les doublons ont été dénombrés puis supprimés. Seuls les titres des publications qui répondaient à notre thème, accompagnés des abstracts en langues française ou anglaise, ont été sélectionnés et analysés.

Dans un deuxième temps, les données collectées devaient apporter une réelle profondeur à notre travail afin de pouvoir exposer tous les éléments clés du sujet traité.

3 RÉSULTATS

Au total 20 articles probants ont été retenus dans cette revue exploratoire de littérature, portant sur des cohortes (n=4), des études rétrospectives (n=9) mais aussi des méta-analyses (n=4), des travaux transversaux (n=2) et des mini-revues (n=1).

Les résultats de cette revue exploratoire ont été listés au niveau du tableau I.

Tableau 1. Récapitulatif des principaux résultats des articles inclus dans notre travail

Auteurs	Type de l'étude	Population de l'étude	Résultats
G.G Stefanini et al. [7]	Cohorte	397 patients atteints de COVID-19	- Le taux de mortalité était plus élevé chez les patients ayant une troponine élevée (22,5 %, OR 4,35, IC à 95 % 1,72 à 11,04), BNP (33,9 %, OR 7,37, IC à 95 % 3,53 à 16,75) par rapport à ceux ayant une troponine et un BNP normal. - L'élévation de la troponine et du BNP comme marqueurs puissants prédictifs indépendant de la mortalité (OR 3,24, IC à 95 % 1,06 à 9,93).
Demir OM et al [8].	Cohorte rétrospective	277 patients atteints de COVID-19 confirmés	- L'élévation des taux de la troponine (56%) n'est pas forcement lié à une lésion myocardique majeure mais agit comme un biomarqueur intégré sensible du stress hypoxique.
Tanboğa IH et al [9].	Cohorte rétrospective	14.855 patients COVID-19 positifs	- La prévalence de la positivité de la troponine était de 6,9 % (n = 1027) chez les patients hospitalisés. - La mesure initiale de la troponine à l'admission chez les patients COVID-19 positifs peut avoir un rôle pronostique important pour optimiser la stratification du risque de mortalité.
Larcher R et al [10].	Cohorte rétrospective multicentrique	111 patients COVID-19 confirmés en laboratoire	- Des concentrations plasmatiques élevées de la troponine 16,0ng/ml (10,1-31,9) sont fréquemment observées chez les patients COVID-19 gravement malades et peuvent permettre une stratification précoce du risque. - La présence de lésions myocardiques et le rapport faible PaO2/FiO2 à l'admission sont des facteurs associés à la mortalité de la COVID-19 à 29 % (32/111).
Li X et al. [11]	Rétrospective	25 patients COVID-19 positifs décédés	- Le cœur et le deuxième organe atteint de la COVID-19 après le poumon. -Les taux de la troponine élevés étaient un indicateur d'aggravation de l'infection.
Rutledge AC et al [12].	Rétrospective	67 patients COVID-19 confirmés	-Les marqueurs biochimiques utiles pour le suivi des patients COVID-19 positifs, semble être la CRP, la LDH et la troponine. -La mesure de la troponine à l'admission avait plus de valeur pronostique.
Chenze li et al [13].	Rétrospective	2068 patients COVID-19 confirmés	- Parmi les patients survivants (N = 293) présentaient une diminution du taux de la troponine entre le 4ème et le 7ème jour après l'admission. - les non-survivants (N=183) présentaient une augmentation continue du taux de la troponine pendant l'hospitalisation.
L. De Michieli et al [14].	Rétrospective	426 patients COVID-19 positifs	- La troponine mesurée chez (73,5%) avec une valeur initiale < 5 ng/L a été identifiée chez 33 % des patients à faible risque avec une sensibilité de 97,8 % (IC à 95 % 88,7, 99,6) et une valeur prédictive négative de 99,2 %. - Les patients admis avec des lésions myocardiques, avaient une mortalité plus élevée pendant l'admission [(IC) à 95 % 4,55–17,79], p < 0,0001).
He X W et al [15].	Rétrospective	54 patients atteints de formes sévères ou graves du COVID-19	- 44,4% des patients COVID-19 avaient développé une lésion cardiaque et 48,1% étaient décédés. - La prévalence de lésions cardiaques était plus importante chez les patients ayant des formes sévères à critiques de la COVID-19

			- Le taux de mortalité (60,9% vs 25,8%) ainsi que les taux sériques de la CRP et du NT-pro BNP, étaient plus élevés chez les patients ayant présenté une lésion cardiaque.
De Marzo V et al [16].	Rétrospective	343 patients atteints de COVID-19	- La prévalence des comorbidités (73,9% P < 0,001) augmente avec des taux élevés de la troponine. - Les patients avec des concentrations augmentées de la troponine à l'admission présentaient une altération de la fonction respiratoire.
Huan.h et al [17].	Rétrospective mono centrique	273 patients confirmés positifs au COVID-19	- L'augmentation du taux de la troponine dans les cas graves critiques par rapport aux cas légers, (P < 0,05). - Les concentrations plus élevées de la CKMB, la troponine et du NT-pro BNP étaient associées à la gravité liée à l'infection COVID-19.
Guo et al. [18]	Rétrospective mono centrique	187 patients COVID-19 positifs confirmés	- Il existe une linéarité positive entre les taux de la troponine de la CRP et du NT pro-BNP. -L'élévation de la troponine et le taux de mortalité était élevé chez les patients COVID-19 confirmés à (69,44%). -L'élévation du taux de la troponine est observée chez les patients présentant des arythmies cardiaques.
Juan-Juan Qin et al. [19]	Rétrospective multicentrique	347 patients COVID-19 positifs	- L'élévation de la troponine était de 7,12 ([IC à 95 %: 4,60-11,03] P < 0,001), cette élévation est associée à la mort à 28 jours chez les patients atteints de la COVID-19.
Lin Li et al. [20]	Méta-analyse		- Le taux de la troponine était retrouvé augmenté chez les patients COVID-19 positifs, hospitalisés aux soins intensifs. - L'élévation de la troponine, la CKMB, le NT pro BNP étaient des indicateurs biologiques des atteintes cardiaques chez les patients COVID-19 positifs.
Wungu CDK et al [21].	Méta-analyse		- La troponine retrouvée positive chez les patients décédés par rapports aux survivants COVID-19 (IC 95%=0,83-2,45). - Le taux élevé de la troponine est considéré comme un marqueur prédictif de la survie des patients COVID.
Lippi et al. [22]	Méta-analyse	341 patients COVID-19 positifs confirmés	- Le taux de la troponine était significativement élevé chez les patients COVID-19 positifs ayant des formes sévères, comparés à ceux avec des formes non sévères.
Sheth A et al [23].	Méta-analyse		- La troponine est retrouvé élevé chez les patients COVID-19 positifs décédés ou gravement malades (DMP 0,57, IC à 95 % 0,43-0,70, p < 0,001). - Les biomarqueurs cardiaques ont une valeur pronostique et permettent de prédire la gravité et la mortalité lié à la COVID-19.
Falco R et al. [24]	Transversale	174 patients atteints de COVID-19	- L'élévation de la troponine et du NT-pro BNP étaient des facteurs prédictifs associés à la mortalité de la COVID-19.
Chen C et al [25].	Transversale	150 patients confirmés positifs au COVID-19	- Le taux du NT-pro BNP et de la troponine étaient retrouvés augmentés chez les patients en soins critiques que dans les cas bénins (tous P < 0,05). - Des troponines élevés étaient corrélées avec l'état critique de la maladie (tous P < 0,05).
Regard DC et al. [26]	Mini-revue		- Les biomarqueurs cardiaques, précisément la troponine et le BNP, sont généralement augmentés chez les malades COVID-19 positifs. -Les concentrations accrues de la troponine sont associées au mauvais pronostic et à la gravité de la maladie.

4 DISCUSSION

L'austérité de l'enjeu sanitaire provoqué par cette pandémie prospérante de la COVID-19 et sa répercussion pronostique majeure observée chez les patients positifs, laisse suggérer une meilleure appréhension de l'interaction entre la COVID-19 et le système cardio-vasculaire (CV); ceci pour adapter et optimiser la prise en charge des patients COVID-19 positifs.

Cette synthèse nous a permis donc de conclure qu'il existe une corrélation étroite entre l'élévation de la troponine au cours de l'hospitalisation et le risque de décès. En effet les biomarqueurs cardiaques ont une valeur pronostique et permettent de prédire la gravité et la mortalité liée à la COVID-19, les concentrations accrues de la troponine sont donc associées au mauvais pronostic et à la gravité de la maladie en dehors de la présence de pathologies cardiaques sous-jacente.

Plusieurs études ont décrit la présence d'atteinte myocardique avec principalement la survenue d'un tableau de syndrome coronarien aigue et de myocardite [6, 27]. La prévalence des atteintes myocardiques aigues varie de 7 à 44% en fonction de la gravité du tableau clinique initiale [28].

Ces atteintes myocardiques associées à la COVID-19, sont attestées dans la plupart des articles analysées par une élévation significative des taux sériques de la troponine [8, 26, 29].

L'atteinte myocardique serait expliquée en majeure par deux principales hypothèses:

→ Présence d'une interaction directe entre la COVID-19 et le système CV, se manifestant par une myocardite d'origine virale lié à la pénétration du virus dans les cardiomyocytes, via le récepteur de l'enzyme de conversion de l'angiotensine 2 ACE2 [6, 28, 30]. Le virus utilise le récepteur ACE2 pour l'internalisation, aidé par la protéase TMPRSS2 (figure1)

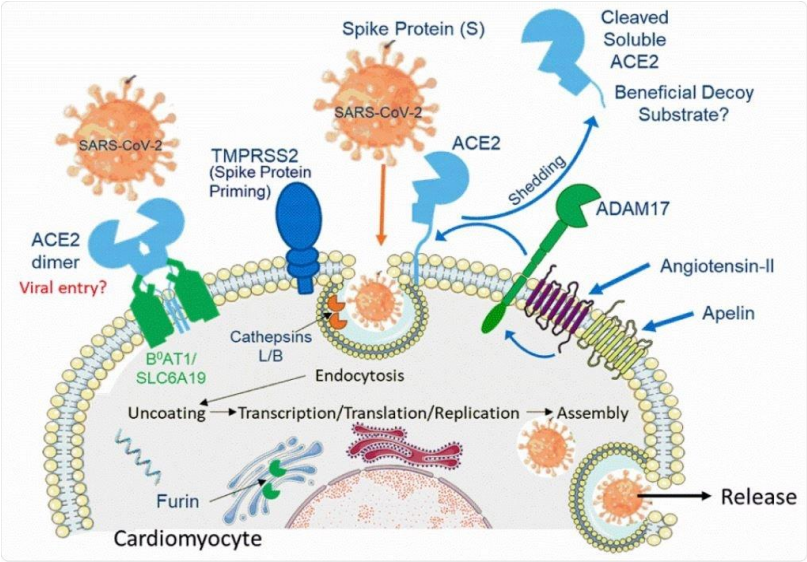


Fig. 1. Interaction du SARS-COV-2 et de l'ACE2

→ Le deuxième type d'interaction est indirect et poly factoriel: l'atteinte myocardique serait, dans ce cas, secondaire à une réponse inflammatoire systémique intense avec une tempête cytokinique [31] contribuant à la souffrance myocardique et à la défaillance multi-organes [32], à l'hypoxie, à l'atteinte micro vasculaire et aux décharges répétées de catécholamines [33]

5 CONCLUSION

En conclusion la survenue de lésions cardiaques est une complication redoutable de la COVID-19 dont le pronostic reste réservé. Néanmoins par défaut de recule l'explication physiopathologique de ces atteintes myocardiques reste équivoque et peut être liée aux myocardites virales directes, aux réponses inflammatoires systémiques, ou encore à des mécanismes indirects comme l'hypoxie, l'ischémie myocardique ou les cardiomyopathies de stress.

Ces mécanismes délétères peuvent agir de manière synergique entrainant ainsi une défaillance de la contractilité cardiaque.

La troponine reste le gold standard dans l'infection à la COVID-19, sont élévation est un facteur de mauvais pronostic. L'interprétation du résultat devrait se faire en tenant compte du contexte clinique.

REFERENCES

[1] Ren LL, Wang YM, Wu ZQ et al. Identification of a novel coronavirus causing severe pneumonia in human: a descriptive study chin Med J2020.

[2] Shi S, Qin M, Shen B et al. Association of Cardiac Injury with Mortality in Hospitalized Patients with COVID-19 in Wuhan, China. JAMA Cardiology 2020.

[3] Hu H, Ma F, Wei X, Fang Y. Coronavirus fulminant myocarditis saved with glucocorticoid and human immunoglobulin. Eur Heart J 2020.

[4] Lala A, et al «Prevalence and impact of myocardial injury in patients hospitalized with COVID-19 infection» medRxiv 2020; DOI: 10.1101/2020.04.20.20072702.

[5] Vaduganathan M, Vardeny O, Michel T, et al. Renin–Angiotensin–Aldosterone System Inhibitors in Patients with Covid-19. N Engl J Med. 2020.

[6] Madjid M, Safavi-Naeini P, Solomon SD, Vardeny O. Potential Effects of Coronaviruses on the Cardiovascular System: A Review. JAMA Cardiol, March 27, 2020.

[7] Stefanini GG, Chiarito M, Ferrante G et al. Détection précoce de biomarqueurs cardiaques élevés pour optimiser la stratification du risque chez les patients atteints de COVID-19. Cœur. Octobre 2020; 106 (19): 1512-1518.

[8] Demir OM, Ryan M, Cirillo C, Desai N et al. Impact and Determinants of High-Sensitivity Cardiac Troponin-T Concentration in Patients With COVID-19 Admitted to Critical Care. Suis J Cardiol. 15mai 2021; 147: 129-136.

[9] Tanboğa IH, Canpolat U, Özcan Çetin EH et al.The prognostic role of cardiac troponin in hospitalized COVID-19 patients. Atherosclerosis. 2021 May; 325: 83-88.

[10] Larcher R, Besnard N, Akouz A et al. Admission High-Sensitive Cardiac Troponin T Level Increase Is Independently Associated with Higher Mortality in Critically Ill Patients with COVID-19: A Multicenter Study. J Clin Med. 2021 Apr 13; 10 (8): 1656.

[11] Li X, Wang L, Yan S, Yang F, Xiang L, Zhu J, et al. Clinical characteristics of 25 death cases with COVID-19: a retrospective review of medical records in a single medical center, Wuhan, China. Int J Infect Dis. 2020.

[12] Rutledge AC, Choi YH, Karp I, Bhayana V, Stevic I. Biochemistry tests in hospitalized COVID-19 patients: Experience from a Canadian tertiary care centre. Clin Biochem. 19mai 2021: S0009-9120 (21) 00149-1.

[13] Chenze Li, Jiangang Jiang, Feng Wang, Ning Zhou, Giacomo Véronèse, Javid J Moslehi, Enrico Ammirati, Dao Wen Wang. Corrélation longitudinale des biomarqueurs des lésions cardiaques, de l'inflammation et de la coagulation aux résultats chez les patients COVID-19 hospitalisés. J Mol Cell Cardiol. Octobre 2020; 147: 74-87.

[14] L. De Michieli et al. Using high sensitivity cardiac troponin values in patients with SARS-CoV-2 infection (COVID-19): The Padova experience. Clin biochimie. 2021.

[15] He XW Lai JS, Cheng J, Wang MW, Liu YJ, Xiao ZC, et al. [Impact of complicated myocardial injury on the clinical outcome of severe or critically ill COVID-19 patients]. Zhonghua Xin Xue Guan Bing Za Zhi. 2020; 48 (0): E011.

[16] De Marzo V, Di Biagio A, Della Bona R et al. Prevalence and prognostic value of cardiac troponin in elderly patients hospitalized for COVID-19. J Geriatr Cardiol. 2021 May 28; 18 (5): 338-345.

[17] Han H, Xie L, Liu R, Yang J, Liu F, Wu K, Chen L, Hou W, Feng Y, Zhu C. Analyse des paramètres de laboratoire des lésions cardiaques chez 273 patients COVID-19 dans un hôpital de Wuhan, en Chine. J Med Virol. Juil 2020; 92 (7): 819-823.

[18] Guo T, Fan Y, Chen M, Wu X, Zhang L, He T, et al. Cardiovascular Implications of Fatal Outcomes of Patients with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). JAMA Cardiol. 2020.

[19] Qin JJ, Cheng X, Zhou F, Lei F et al. Redéfinir les biomarqueurs cardiaques pour prédire la mortalité des patients hospitalisés atteints de COVID-19. Hypertension. 2020 oct; 76 (4): 1104-1112.

[20] Li L, Zhou Q, Xu J. Modifications des marqueurs cardiaques de laboratoire et des mécanismes de lésion cardiaque dans la maladie à coronavirus 2019. Biomed Res Int. 26 mai 2020; 2020: 7413673.

[21] Wungu CDK, Khaerunnisa S, Putri EAC et al. Méta-analyse des marqueurs cardiaques pour les facteurs prédictifs de la gravité et de la mortalité du COVID-19.Int J Infect Dis. Avr 2021; 105: 551-559.

[22] Lippi G, Lavie CJ, Sanchis-Gomar F. Cardiac troponin I in patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): Evidence from a meta-analysis. Progress in cardiovascular diseases. 2020: S0033-620 (20) 30055-4.

[23] Sheth A, Modi M, Dawson D, Dominic P.Valeur pronostique des biomarqueurs cardiaques dans l'infection COVID-19. Sci Rep. 2021 2 mars; 11 (1): 4930.

[24] Falco R, Vargas M, Palma D, Savoia M. Peptides natriurétiques de type B et troponine I hautement sensible comme facteurs de survie au COVID-19: lequel est le plus performant? J Clin Med. 21 juin 2021; 10 (12): 2726.

[25] Chen C, Chen C, Yan JT, Zhou N, Zhao JP, Wang DW. Analysis of myocardial injury in patients with COVID-19 and association between concomitant cardiovascular diseases and severity of COVID-19. Zhonghua Xin Xue Guan Bing Za Zhi. 2020; 48 (0): E008.
[26] Regard DC et al. Clinical utility of cardiac troponin measurement in COVID-19 infection.Ann Clin Biochem. 2020 mai; 57 (3): 202-205.
[27] Bonow RO, Fonarow GC, O'Gara PT et al. Association of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) with Myocardial Injury and Mortality. JAMA Cardiol 2020; 5: 751.
[28] Clerkin KJ, Fried JA, Raikhelkar J et al. COVID-19 and Cardiovascular Disease. Circulation 2020; 141: 1648-55.
[29] Zheng YY, Ma YT, Zhang JY, Xie X. COVID-19 and the cardiovascular system. Nat Rev Cardiol. 2020.
[30] De Wit E, van Doremalen N, Falzarano D, Munster VJ. SARS and MERS: recent insights into emerging coronaviruses. Nature Reviews Microbiology. 2016; 14 (8): 523.
[31] Chan JF-W, Yuan S, Kok K-H, To KK-W, Chu H, Yang J, et al. A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster. The Lancet. 2020; 395 (10223): 51423.
[32] Wong C, Lam C, Wu A, Ip W, Lee N, Chan I, et al. Plasma inflammatory cytokines and chemokines in severe acute respiratory syndrome. Clinical & Experimental Immunology. 2004; 136 (1): 95-10.
[33] Li B, Yang J, Zhao F, Zhi L, Wang X, Liu L, et al. Prevalence and impact of cardiovascular metabolic diseases on COVID-19 in China. Clin Res Cardiol. 2020.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1347-1353
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Corrélation du profil Western Blot avec les stades cliniques et immunologiques chez les patients infectés par le VIH au Maroc

[Correlation of Western Blot profile with clinical and immunological stages in HIV-infected patients in Morocco]

Fatima Ezzahra Hsai[1], Rachid El Faiz[1], Loubna Mahir[1], Asmaa Drissi Bourhanbour[1-2], Jalila El Bakkouri[1-2], Hanane Badi[3], Latifa Marih[3], Mustapha Sodqi[3], and Kamal Marhoum Elfilali[3]

[1]Laboratoire d'Immunologie, Centre Hospitalier Universitaire Ibn Rochd de Casablanca, Morocco

[2]Laboratoire d'Immunologie Clinique et d'Immuno-Allergie (LICIA), Faculté de Médecine et de Pharmacie de Casablanca, Morocco

[3]Service des maladies infectieuses, Centre Hospitalier Universitaire Ibn Rochd de Casablanca, Morocco

Copyright © 2023 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: *Introduction:* Western-blot was the first technique used to confirm the presence of anti-HIV antibodies. We aim to analyze the different profiles of the HIV western-blot (WB) test and assess their association with the different clinical and immunological stages of infection.
Methods: Retrospective study included 688 cases of HIV infection confirmed by WB (HIV BLOT 2.2, MP Diagnostics), at the immunology medical analysis laboratory in collaboration with the infectious diseases department at the CHU Ibn Rochd, between January 2019 and December 2020. For the analysis of the results of the WB profiles, we adopted the interpretation criteria of the WHO (World Health Organization).
Results: HIV-1 complete profile (PC: GP160, GP120, P66, P55, P51, GP41, P39, P31, P24, P17) was noted in 41.52% of cases. While 58.04% presented an incomplete HIV-1 profile. P39 was missing in 42.98% of cases, compared to 25.73% for P17, and 28.07%, 15.78%, 7.6%, 6.43%, 1.46%, %0.73% for P55, GP 51, P66, P31, GP24, GP41 respectively. A statistically significant relationship between the clinically advanced stages of HIV infection and the absence of P17, P55 and P39 antibodies in the WB test has been determined.
Conclusion: WB profile during HIV infection may be useful in predicting the stages of HIV-positive patients in situations where the assay of CD4 count and viral load are not available.

KEYWORDS: Western blot, HIV, CDC93 classification, clinical stage, CD4.

RESUME: *Introduction:* Le diagnostic précoce de l'infection à VIH permet d'améliorer le pronostic de cette maladie grâce aux progrès thérapeutiques. Le Western-blot a été la première technique employée pour confirmer la présence d'anticorps anti-VIH après des résultats de tests Elisa positifs ou contradictoire répétables. L'Objectif de notre étude était d'analyser les différents profils du test western-blot (WB) VIH et apprécier leur association aux différents stades cliniques de l'infection.
Matériel et méthodes: Étude rétrospective menée à partir de 688 cas d'infection à VIH confirmés par WB (HIV BLOT 2.2, MP Diagnostics), au laboratoire d'analyses médicales d'immunologie en collaboration avec le service des maladies infectieuses au CHU Ibn Rochd, entre janvier 2019 et décembre 2020. Pour l'analyse des résultats du test WB, nous avons adopté les critères d'interprétation de l'OMS.
Résultats: Une réactivité avec l'ensemble des protéines du test WB VIH-1 ou profil complet (PC: GP160, GP120, P66, P55, P51, GP41, P39, P31, P24, P17) était noté dans 41.52% des cas. Tandis que 58.04% présentaient un profil HIV1 incomplet. P39

Corresponding Author: Fatima Ezzahra Hsai

manquait dans 42.98% des cas, contre 25.73% pour P17, et 28.07%, 15.78%, 7.6%, 6.43%, 1.46%, %0.73% pour P55, GP51, P66, P31, GP24, GP41 respectivement. Une relation statistiquement significative entre les stades cliniquement avancés de l'infection par le VIH et l'absence d'anticorps P17, P55 et P39 dans le test WB a été déterminé.
Conclusion: L'étude du profil western blot par rapport aux stades cliniques de l'infection au VIH peut être utile pour prédire les stades des malades séropositives au VIH dans les situations où le dosage du taux de CD4 et la charge virale ne sont pas disponible.

MOTS-CLEFS: Western blot, VIH, classification CDC93, stade clinique, CD4.

1 INTRODUCTION

L'infection au VIH (virus de l'immunodéficience humaine) reste un problème majeur de santé publique de portée mondiale. On estimait à 37,7 millions [30,2 à 45,1 millions] le nombre de personnes vivant avec le VIH à la fin de 2020, dont plus des deux tiers (25,4 millions) dans la Région africaine. En 2020; 1,5 million [1,0 à 2,0 millions] de personnes ont été infectées par le VIH (1).

Au Maroc, en 2019, le nombre des nouveaux cas d'infection par le VIH notifiés a été de 1.385 sur l'ensemble du territoire, portant ainsi le nombre des cas cumulés à environ 20.000 depuis le début de l'épidémie en 1986 (2,3). Jusqu' en 2021 le dépistage du VIH au Maroc reposait essentiellement sur la réalisation d'une sérologie (test ELISA de quatrième génération) en laboratoire d'analyse, avec également la disponibilité de tests rapides à orientation diagnostique (TROD) sanguins réalisés par des personnels formés au sein des centres de dépistage ou des associations de lutte contre le VIH puis dans un deuxième temps la confirmation de la séropositivité par le western blot.

Le test Western Blot, le diagnostic de confirmation du VIH, permet d'identifier des anticorps spécifiques des protéines dénaturées du VIH-1 et/ou VIH-2. Incluant des protéines de l'enveloppe (gp41, gp120 et gp160), du core, (P17, P24 et P55), et enzymatiques (p66, p51, p39 et p31) (4).

Les critères d'interprétation du test western blot différent selon les divers organismes, particulièrement l'OMS (Organisation mondiale de la Santé), le CDC (Center for disease control), l'ARC (American red cross), le SFTS (Société française de transfusion sanguine), le FDA (Food and drug administration) et d'autres (5). Ces organismes définissent trois types de profils à partir de l'interprétation du test western blot; profil positive, négative et indéterminé (6,7). Selon l'OMS, dont les critères sont adoptés au Maroc, la positivité est définie par la présence de deux bandes env (gp160 et gp120), associées ou non à au moins une bande gag ou à une bande pol (8).

L'objectif de notre étude est d'analyser les différents profils du test WB-VIH chez des patients marocains séropositifs au VIH et évaluer leur association avec les stades cliniques et le taux de CD4 de l'infection.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

Il s'agit d'une étude rétrospective menée à partir de 684 cas d'infection à VIH confirmés par test Western blot (HIV BLOT 2.2, MP Diagnostics), au laboratoire d'analyses médicales d'Immunologie du centre hospitalier universitaire Ibn Rochd Casablanca, entre janvier 2019 et Décembre 2020.

Les patients, positifs à l'ELISA ou au test rapide, ont bénéficié d'une confirmation par le test western-blot VIH1/VIH2. Les protéines recombinantes et les peptides synthétiques du VIH-1 et du VIH-2 sont attachés sous forme de fines bandes à des bandelettes de nylon. Le dosage est effectué sur des échantillons de sérum ou de plasma humain. La bandelette présente les antigènes du VIH-1 et du

VIH-2. Les anticorps qui peuvent être présents dans l'échantillon se lient ainsi à différentes bandes d'antigène attachées à la bandelette de test. L'intensité de la réaction colorée est directement proportionnelle à la quantité d'anticorps anti-VIH liée à la bande antigénique (9). Pour interpréter les résultats du test WB, nous avons utilisé les critères de l'OMS adoptés par le Centre marocain de référence pour le diagnostic et le suivi de l'infection à VIH, l'Institut national d'hygiène de Rabat.

L'âge, le stade clinique et le taux de CD4 ont été exportés du service des maladies infectieuses du CHU Ibn Rochd à partir du logiciel NADIS de la gestion du dossier médical informatisé, après la confirmation du diagnostic.

3 RÉSULTATS

L'âge des patients variait entre 16 et 79 ans avec une moyenne d'âge de 38.04 ans + /-10.9. Les hommes représentaient 62.13% de notre population (425/684) contre 37.86 % des femmes (259/684) avec un Sexe ratio H/F = 1,64.

Parmi les patients inclus dans notre étude, 41.52% (284/684) avaient un profil WB HIV 1 complet (PC) correspondant à une immunoréactivité pour toutes les protéines du VIH-1: GP160, GP120, P66, P55, P51, GP41, P39, P31, P24 et P17. Parmi ces patients, 4.92% (14/284) avaient un profil complet HIV1 avec présence d'une bande HIV2.

58.04% des patients (397/685) présentaient un profil HIV1 incomplet dont 2.77% (5/397) avaient un profil incomplet avec bande HIV2.Chez les patients qui ont un profil incomplet, la bande P39 manquait dans 42.98% (294 /684) des cas, contre 25.73% (176/684) pour P17, et 28.07%, 15.78%, 7.6%, 6.43%, 1.46%, %0.73% pour P55, GP 51, P66, P31, GP24, GP 41 respectivement (figure 2).

En corrélant les différents profils de test WB avec les stades cliniques CDC (Figure 3), nous avons constaté que le PC constituait 48.3% (157/324) des patients ayant un stade B, dont 5.09% avaient aussi une bande VIH2. Et 35.37% (127 /359) des patients ayant un stade C avaient un profil complet dont 1.67% (6/359) avaient aussi une bande VIH2. On a trouvé trois cas de profil indéterminé; deux au stade B et un au stade C.

Parmi les différentes catégories cliniques ayant des profils incomplets (PI), P39 et P55 faisait défaut dans la majorité des cas (Figure 3). Dans les cas de stade B, nous avons noté l'absence respective des bandes P39 dans 34.76% des cas, P55 dans 24 %, P17 dans 21.84 %, P51 dans 12.61 %, P31 dans 6.76 %, P66 dans 5.84%, P41 dans 1.23% et P24 dans 0.92 %. Parmi les cas de stade C, nous avons noté l'absence respective des bandes P39 dans 49.8% des cas, P55 dans 31.75 %, P17 dans 29.24 %, P51 dans 18.66 %, P66 dans 9.19 %, P31 dans 6.12 %, de P24 dans 1,94 % et P41 dans 0.27%. On note une différence significative pour les bandes P55 ($p=0.022$), P39 ($p<0.05$) et P17 ($p=0.012$) qui étaient plus absentes au stade avancé. Et une différence non significative pour les bandes P66 ($p=0.287$), P51 ($p=0.67$), P41 ($p=0.506$), P31 ($p=0.628$) et P24 ($p=0.129$).

D'un autre côté, 49.26% des patients avaient un taux de CD4 < 200/mm3, 30.26% avaient un taux de CD4 entre 200/mm3 et 500 /mm3, 13.74 % avaient un taux de CD4 supérieur à 500 /mm3. (Tableau 1: montrant la répartition des bandes des protéines manquantes en fonction du taux de CD4).

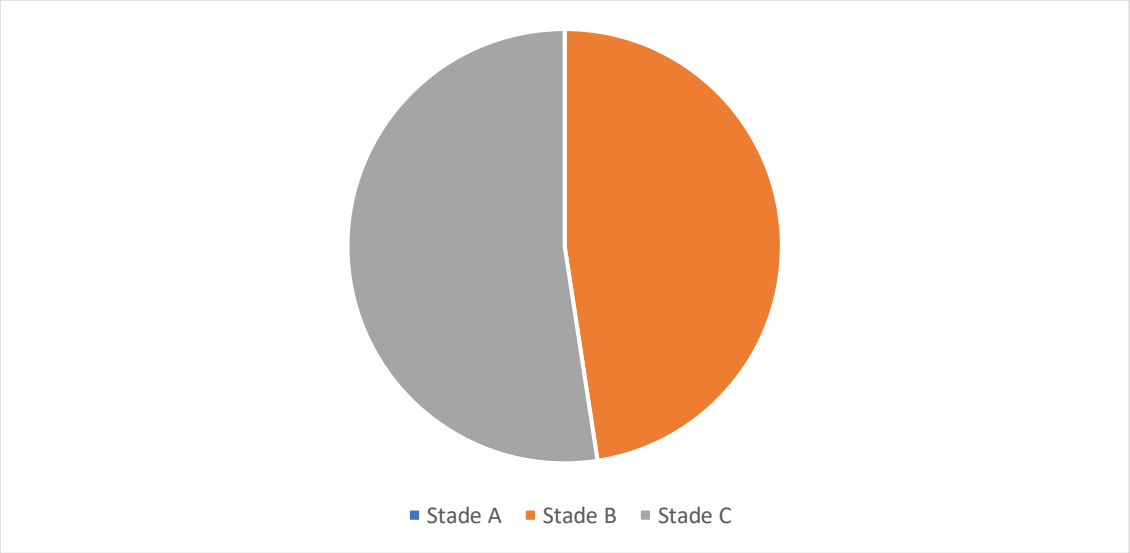


Fig. 1. Répartition des patients de notre population selon le stade clinique (Classification CD93)

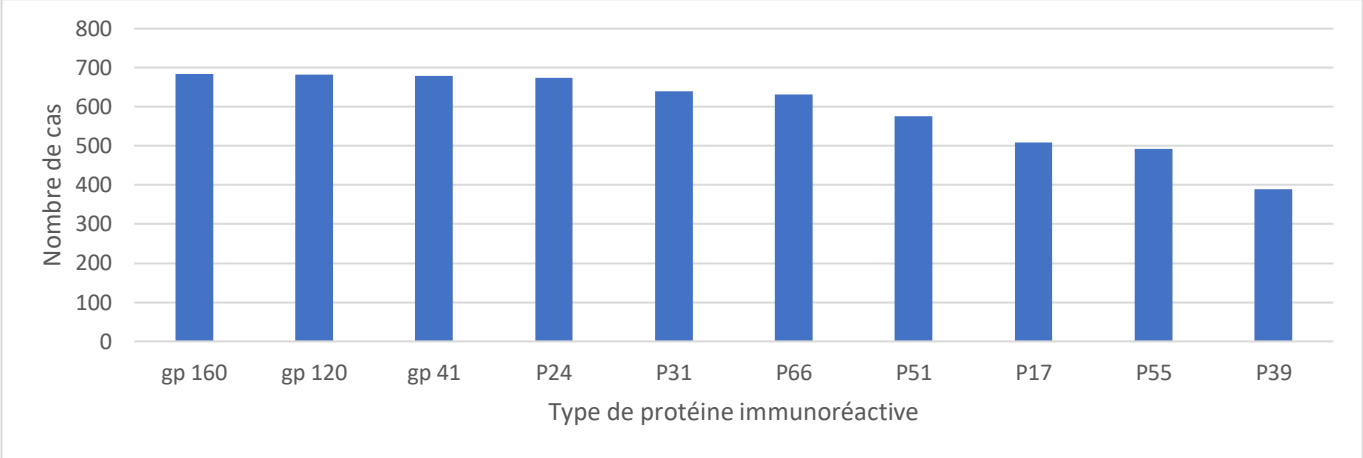


Fig. 2. Fréquence des protéines immunoréactives au test western-blot

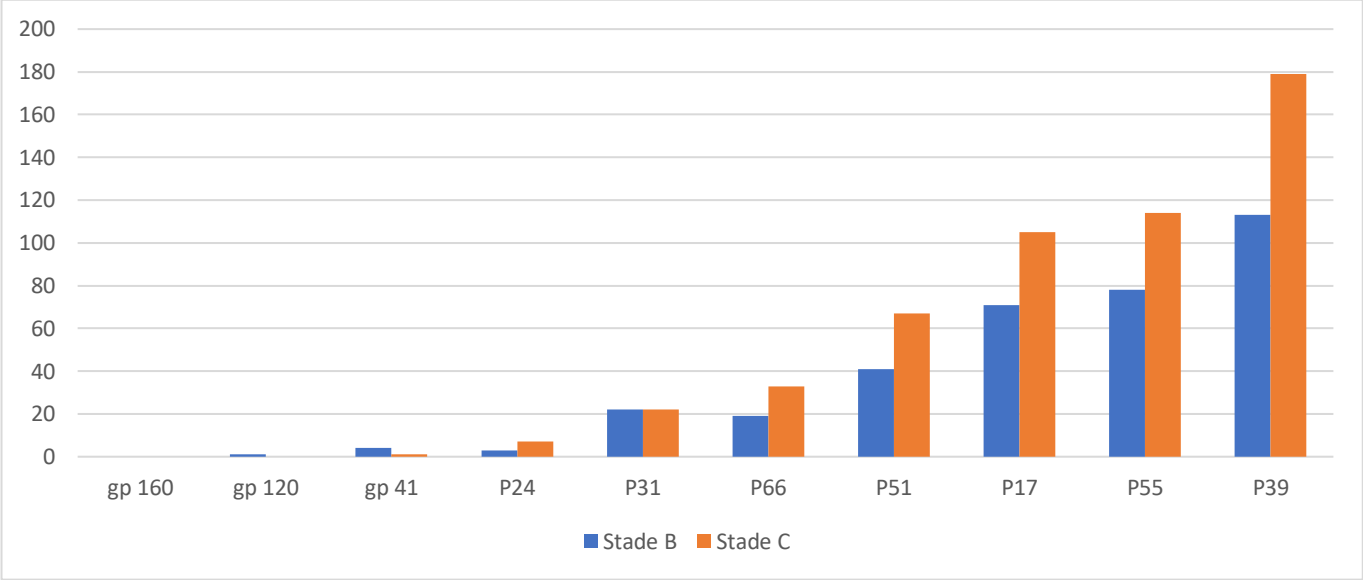


Fig. 3. Répartition des bandes des protéines manquantes au western blot par stade clinique

Tableau 1. Répartition des bandes des protéines manquantes selon le taux de CD4

Type de bande de protéine manquante	CD4 < 200/mm3 %	CD4 ≥ 200/mm3 %	*P- value*
GP 41	0,19	1,26	0.498
P24	1,58	0,63	0.133
P31	4,15	6,98	0.482
P66	5,92	6,03	0.5
P51	12,25	12,38	0.103
P17	20,35	19,68	0.012
P55	21,34	22,22	0.012
P39	34,18	30,79	0.000

Khi-deux de Pearson

4 DISCUSSION

Le VIH provoque une infection virale chronique conduisant au syndrome d'immunodéficience acquise (SIDA), aux infections opportunistes et/ou pathologies néoplasiques qui l'accompagnent. Les virus de cette famille sont caractérisés par une enzyme, la transcriptase inverse. On distingue le VIH-1 qui est responsable de la pandémie mondiale avec plus de 33 millions de sujets contaminés, et le VIH-2 découvert en 1986 chez des patients originaires d'Afrique de l'Ouest.

Notre étude donne des informations sur le profil sérologique obtenu par la technique de western blot de 684 patients séropositifs au VIH-1 selon leurs stades cliniques, établis sur la base de la classification CDC 93. L'âge de nos patients variait entre 16 et 79 ans avec une moyenne d'âge de 38.04 ans + /-10.9 avec une prédominance masculine (62.13%). Sexe ratio H/F = 1,64. Les résultats publiés par le ministère de la santé marocain affirment que la majorité des cas notifiés relèvent de la tranche d'âge des 15-44 ans. Avec presque une égalité entre les deux sexes dans cette tranche d'âge, alors que les hommes sont moins nombreux dans les tranches supérieures à 45 ans (2).

Parmi les patients inclus dans notre étude, 41.52% avaient un PC du WB HIV-1 correspondant à une immunoréactivité pour toutes les protéines du VIH-1, dont 4.92% avaient un profil complet HIV1 avec présence d'une bande HIV2. Alors qu'une étude faite au CHU Marrakech (7) incluant 124 patients a trouvé que la majorité des patients avaient un profil complet (79,8 % de l'ensemble des profils retrouvés). Le reste de nos patients, 58.04 % présentaient un profil HIV-1 incomplet et dont 2.77% avaient un profil incomplet avec bande HIV-2.

La variabilité du spectre des bandes de réponse immunitaire détectées par les tests WB dépend de plusieurs facteurs, dont le stade de l'infection par le VIH (10), (11). En effet, l'ordre chronologique d'apparition des bandes d'anticorps et leurs intensités diffèrent selon le stade clinique de l'infection (9), (12).

Dans notre étude, on a trouvé que les anticorps dirigés contre l'enveloppe; glycoprotéine gp160 et ses produits de clivage gp120 et gp41 ont été détectés dans les échantillons de pratiquement toutes les personnes infectées par le VIH indépendamment du stade clinique, ce qui concorde avec les résultats de la littérature (12) (13) (14). Concernant les profils incomplets (PI) de notre population, P39 et P55 faisaient défaut dans la majorité des cas. Dans la littérature les résultats étaient variables, des études ont trouvé que les gp41 et p55 étaient les plus fréquemment manquants (6), (15). D'autres études ont trouvé que la bande de la protéine p17 qui était la plus manquante (7).

Les anticorps anti-p24 sont des marqueurs pronostiques importants car ils apparaissent rapidement après la primo-infection et disparaissent généralement avec la progression de l'immunodéficience associée à l'infection par le VIH (7) dans notre étude, la bande p24 manquait dans 3 cas de patients au stade B, alors qu'il manquait chez 7 patients de stade C, ce qui concorde avec les résultats publiés par les études européennes et nord-américaine, qui montrent que la perte de cet anticorps est un marquer de stade avancé du VIH (14), (16), (17).

La bande p55 émerge dans WB lorsqu'il y a des niveaux très élevés d'anticorps p24 ou p17 dans les échantillons (14). Selon plusieurs études elle ne peut pas être détecté à des stades avancés (11), ce qui concorde avec les résultats de la présente étude où on a trouvé que la bande P55 manquait dans 24% des cas de stade B alors qu'elle manquait dans 31.75% des cas de stade C avec une différence significative ($p \leq 0.05$).

Dans une étude de Sivakumar et al. (18), les anticorps anti-p17 ont été déterminés chez 64 % des patients de grade I selon la classification de l'OMS et chez seulement 33 % des patients de grade IV. Ce qui concorde avec les résultats de notre étude où ces anticorps étaient plus caractéristiques des stades précoces avec une différence significative ($p \leq 0.05$). Des études antérieures ont trouvé une relation entre les anticorps contre p17 et une évolution lente de la maladie du VIH (19).

Dans des études menées aux états unis (20), la bande p31 a été déterminée comme étant le dernier anticorps des protéines de la bande WB formé (2 à 4 mois) après l'infection par le VIH. Sudha et al. (12) en Inde ont rapporté qu'elle est le plus souvent absente aux stades initiaux et avancés. R Korkusuz et ses collaborateurs (14) en turkey ont trouvé que la bande p31 était présente chez 88.1% des patients au stade I de la classification OMS et chez 100% des cas au stade IV. Dans notre étude La bande p31 était détecté chez presque le même nombre de cas aux stades B et C de la maladie.

Dans les profils incomplets la bande P39, qui est un fragment de p55, était absente dans 34.76% des cas dans le stade B et dans 49.8% du stade C ($p<0.05$), ce qui signifie qu'elle est plus présente au stade précoce de la maladie d'une façon significative. Ces résultats concordent avec ceux trouvés par R. Korkusuz et ses collaborateurs (14).

La protéine p66, qui joue un rôle dans la transcription inverse, a été repéré par Sivakumar et al. (18) et Sudha et al. (12) aux taux de 81 % et 97,8 %, respectivement, au stade précoce, et de 100 % et 88,9 %, respectivement, aux stades avancés. Alors que dans notre étude elle était présente dans 94.52% au stade B et dans 90.89% au stade C ($p \geq 0.05$).

La répartition des bandes des protéines manquantes selon le taux de CD4 montre des résultats similaires à la répartition aux stades cliniques, avec disparition statistiquement significative des bandes de P55 ($p<0.05$), P39 ($p<0.05$) et P17 ($p<0.05$) chez les patients avec taux de CD4 <200 /mm3.ces résultats sont similaires à l'étude faite en turkey (14), qui a trouvé que les bandes P51, P55, P39 et P17 étaient plus absentes chez les patients avec un taux de CD4 faibles mais avec une différence non significative ($p>0.05$).

A travers les résultats de la littérature et les résultats de notre étude, une relation statistiquement significative entre les stades cliniquement avancés de l'infection par le VIH et l'absence d'anticorps P17, P55 et P39 dans le test WB a été déterminé. Ainsi le test WB est un paramètre important non seulement dans le diagnostic de l'infection par le VIH mais aussi dans le suivi de l'évolution clinique.

5 CONCLUSION

L'étude du profil western blot par rapport aux stades cliniques de l'infection au VIH peut être utile pour prédire les stades des malades séropositives au VIH dans les situations où le dosage du taux de CD4 et la charge virale ne sont pas disponibles.

REFERENCES

[1] Principaux repères sur le VIH/sida [Internet]. Disponible sur: https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/hiv-aids.

[2] PSNL SIDA_EXE Edité.pdf [Internet]. Disponible sur: https://www.sante.gov.ma/Publications/Guides Manuels/Documents/2021/PSNL%20SIDA_EXE%20Edit%C3%A9.pdf

[3] Stratégie Nationale sur les Droits Humains et le VIH_sida 2018-2021 (4) final (1).pdf Disponible sur: https://www.sante.gov.ma/Publications/Guides-Manuels/Documents/2020/Strat%C3%A9gie%20Nationale%20sur%20les%20Droits%20 Humains%20et%20le%20VIH_sida%202018-2021%20 (4) %20final%20 (1).pdf

[4] Guan M. Frequency, causes, and new challenges of indeterminate results in Western blot confirmatory testing for antibodies to human immunodeficiency virus. Clin Vaccine Immunol CVI. juin 2007; 14 (6): 649-59.

[5] Tebourski F, Slim A, Elgaaied A. The significance of combining World Health Organization and Center for Disease Control criteria to resolve indeterminate human immunodeficiency virus type-1 Western blot results. Diagn Microbiol Infect Dis. janv 2004; 48 (1): 59-61.

[6] Chattopadhya D, Aggarwal RK, Kumari S. Profile of antigen-specific antibody response detectable by western blot in relation to diagnostic criteria for human immunodeficiency virus type-1 (HIV-1) infection. Clin Diagn Virol. oct 1996; 7 (1): 35-42.

[7] Admou B, Zougaghi L, Soraa N, Amine M, Tassi N, Kachach M, et al. Profils western-blot et stades cliniques chez les patients séropositifs au VIH au Maroc. Rev Francoph Lab. 1 nov 2009; 2009 (416, Supplement 1): 19-22.

[8] Chadli S, Said HA, Fadil FZ, Benlmeliani F, Sardi J, Kharbouch S, et al. Evaluation of the interpretation criteria of Western Blot profiles for the HIV-1 infection diagnosis in a South Moroccan group: Sensitivity, specificity and predictive values of HIV-1 Western Blot method in a South Moroccan group. Integr J Med Sci [Internet]. 19 févr 2020 [cité 6 août 2022]; 7. Disponible sur: https://mbmj.org/index.php/ijms/article/view/125.

[9] Liu P, Tang L, Kong WH, Zhu ZR, Xiao P, Wang X, et al. Anti-HIV-1 antibodies based confirmatory results in Wuhan, China, 2012-2018. PLoS ONE. 11 sept 2020; 15 (9): e0238282.

[10] Tuaillon E, Sanosyan A, Pisoni A, Liscouët J, Makinson A, Perre PV de. Staging of recent HIV-1 infection using Geenius rapid confirmatory assay compared to INNO-LIA, New Lav and Blot 2.2 assays. J Clin Virol Off Publ Pan Am Soc Clin Virol. oct 2017; 95: 47-51.

[11] Huang J, Wang M, Huang C, Liang B, Jiang J, Ning C, et al. Western Blot-Based Logistic Regression Model for the Identification of Recent HIV-1 Infection: A Promising HIV-1 Surveillance Approach for Resource-Limited Regions. BioMed Res Int. 14 janv 2018; 2018: 4390318.

[12] Sudha T, Lakshmi V, Teja VD. Western blot profile in HIV infection. Indian J Dermatol Venereol Leprol. oct 2006; 72 (5): 357-60.

[13] Centers for Disease Control (CDC). Interpretation and use of the western blot assay for serodiagnosis of human immunodeficiency virus type 1 infections. MMWR Suppl. 21 juill 1989; 38 (7): 1-7.

[14] Korkusuz R, Şenoğlu S, Işik ME, Işiksaçan N, Karaosmanoglu H, Altuntaş Aydin Ö. The relationship of antibodies detected in the Western Blot test with clinical and immunological stages in HIV-infected patients. J Surg Med. 1 janv 2022; 6 (2): 173-6.

[15] Garland FC, Garland CF, Gorham ED, Brodine SK. Western blot banding patterns of HIV rapid progressors in the U.S. Navy Seropositive Cohort: implications for vaccine development. Navy Retroviral Working Group. Ann Epidemiol. juill 1996; 6 (4): 341-7.

[16] Distinct IgG recognition patterns during progression of subclinical and clinical infection with lymphadenopathy associated virus/human T lymphotropic virus. - PMC
[Internet]. [cité 14 sept 2022]. Disponible sur: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1339204/.

[17] Biggar RJ, Melbye M, Ebbesen P, Alexander S, Nielsen JO, Sarin P, et al. Variation in human T lymphotropic virus III (HTLV-III) antibodies in homosexual men: decline before onset of illness related to acquired immune deficiency syndrome (AIDS). Br Med J Clin Res Ed. 12 oct 1985; 291 (6501): 997-8.

[18] R SM, J SK, R V, G T, Jacob M, Nm S. Western blot pattern in HIV positive individuals in Namakkal, South India. Internet J Infect Dis [Internet]. 31 déc 2007 (2). Disponible sur: https://ispub.com/IJID/6/2/8784.

[19] Fiorentini S, Giagulli C, Caccuri F, Magiera AK, Caruso A. HIV-1 matrix protein p17: a candidate antigen for therapeutic vaccines against AIDS. Pharmacol Ther. déc 2010; 128 (3): 433-44.

[20] Fiebig EW, Wright DJ, Rawal BD, Garrett PE, Schumacher RT, Peddada L, et al. Dynamics of HIV viremia and antibody seroconversion in plasma donors: implications for diagnosis and staging of primary HIV infection. AIDS. 5 sept 2003; 17 (13): 1871-9.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1354-1368
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

L'évaluation de lien de causalité entre la masse monétaire et la stabilité des prix: Approche par le model VECM (Cas du Maroc)

[The evaluation of the causal linkbetween the money supply and ricestability: Approach by the VECM model (Case of Morocco)]

Abdenbi Belghiti[1] and Hicham Mizab[2]

[1]Professeur de l'enseignement secondaire qualifiant, Docteur en économie et gestion, Université Mohammed Premier, Oujda, Morocco

[2]Docteur en économie et gestion, Université Mohammed Premier, Oujda, Morocco

Copyright © 2023 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 proposes to highlight the evaluation of the effect of the quantity of money offered in the economy on price stability in Morocco, during the period 1984 to 2020, i.e. 37 observations, which will be analyzed via the EVIEWS software. The econometric approach based on dynamic panel data is mainly used for our estimations. For ouranalysis, we will use a standard VECM (Vector Error Correction Model) model instead of a VAR. relationship that exists between the variables.
We conclude that the link between inflation and monetary policy transmission indicators on price stability has a limited and insignificant effect as long as the money supply has a positive and significant impact. This contradiction led us to recommend for our part the promotion of a monetary policy oriented towards the improvement of economic growth and the exchange rate.

KEYWORDS: Monetary Policy, economic growth, price stability, exchange rate, money supply.

RESUME: Cette étude propose de faire ressortir l'évaluation de l'effet de la quantité de la monnaie offerte dans l'économie sur la stabilité des prix au Maroc, au cours de la période 1984 à 2020, soit 37 observations, qui seront analysées via le Logiciel EVIEWS. L'approche économétrique basée sur des données de panel dynamique est principalement utilisée pour nos estimations. Pour notre analyse, on va utiliser un modèle VECM (Vector Error Correction Model) standard au lieu d'un VAR Cela dans le but de mettre en évidence le type de relation qui existe entre les variables.
On en conclut que le lien inflation et indicateurs de transmission de la politique monétaire sur la stabilité des prix a un effet limité et non significatif des tant que pour la masse monétaire a un impact positif et significatif. Cette contradiction nous a conduit à recommander pour notre part la promotion d'une politique monétaire orientée vers l'amélioration de la croissance économique et le taux de change.

MOTS-CLEFS: Politique Monétaire, croissance économique, stabilité des prix, taux de change, masse monétaire.

1 INTRODUCTION

Le rôle de la politique monétaire dans le maintien de la stabilité des prix n'est pas nouveau, mais il a pris une dimension de plus en plus importante à mesure que les économies se globalisent et les flux financiers se libéralisent, Jusqu'à la fin des années

1970, la plupart des banques centrales utilisait généralement la politique monétaire comme un instrument de régulation conjoncturelle (acques Landry & Séverin Yves, 2011)

La majorité des économistes avancent qu'une politique monétaire est d'autant «bonne» qu'elle permet 'd'arbitrer de façon efficace entre l'objectif de la croissance économiques et le maintien de la stabilité des prix qui sont des objectifs souhaitables du point de vue du bien-être social.

Au Maroc, depuis sa création L'un des rôles essentiels de la banque centrale (Bank al Maghreb) consiste à mener une politique monétaire de nature à assurer la stabilité des prix qui est une préoccupation centrale dans toutes les économies par l'élaboration d' une panoplie de techniques et des instruments, en générale la banque centrale, agir sur l'offre de monnaie dans le but de remplir son objectif de stabilité des prix. Elle tâche également d'atteindre les autres objectifs de toute politique macroéconomique tel que l'emploi, la croissance et l'équilibre de la balance des paiements.

Notre étude a pour objectif d'apporter des éléments de réponse a la question suivante:

Quel est le degré d'efficience de la masse monétaire sue la stabilité des prix au Maroc?

La mesure du degré d'efficience choisie est la mesure l'agrégat M3 plus d'autres variables tel que le taux de change, la croissance économique et le solde commercial pour éviter des conclusions trompeuses sur un tel lien.

Pour répondre à cette question problématique cet article se développe sur 3 sections. La première section se réserve à la revue de littérature de quelques travaux théoriques et empiriques. La seconde section s'appesantit, quant à elle, sur la méthodologie d'analyse, présentation des variables la troisième section discute les résultats et leur interprétation. La conclusion de ce travail fait l'objet de la cinquième section.

2 REVUE LITTÉRATURE EMPIRIQUE

Les premiers économistes ont toujours fait recours à l'approche monétaire pour expliquer la dynamique de l'inflation. L'analyse monétariste développé principalement dans les années 70 par (friedman, 1976) explique que la cause directe de l'inflation est toujours une augmentation anormalement rapide de la masse monétaire par rapport à la production. Pour contenir l'inflation, Frideman indique que l'expansion monétaire doit être maintenue à un niveau constant et modéré pour maîtriser l'inflation. La croissance de la monnaie devrait correspondre à la croissance de la production économique réelle.

Au niveau empirique, les études sur les facteurs affectant les changements dans l'indice des prix à la consommation constituent une vaste littérature dont on peut relever quelques conclusions que l'offre excédentaire de la masse monétaire influence positivement le taux d'inflation tel que (hoon & laura, 1997), (kuijs, 1998), (Furrukh, 2011) ainsi d'autres études ayant traité le rôle de canal de transmission du taux de change et la croissance soulignent que ces derniers ne jouent pas un rôle implorant dans les petites économies ouvertes la détermination de la dynamique de l'inflation certains auteurs dont (FETENE, 2015), (Sliman, 2008), (Samia, Tahar, & Mohamed, 2008), (sarel, 1996), (ATISH & STEVEN, 1998), (2014) ont renouvelé la réflexion sur cette relation et eux aussi ont mis en évidence de la non linéarité de l'impact entres ces variables.

(kuijs, 1998) a analysé les déterminants de l'inflation en NIJIRIA en utilisant le modèle vectoriel autorégressif. Les résultats montrent que l'indice des prix est lié à ses propres valeurs dans le passé, à l'offre de monnaie et à l'écart de production de même (Furrukh, 2011). On a utilisé un modèle basé sur les facteurs d'offre et de la demande pour analyser les déterminants de l'inflation à l'aide des techniques de coïntégration. Les résultats montrent que l'offre de monnaie, le PIB, les dépenses gouvernementales et les importations influencent positivement l'indice des prix à la consommation à long terme.

(hoon & laura, 1997) ont examiné les déterminants de l'inflation en Turquie. En focalisant l'étude sur l'analyse des séries temporelles et en adoptant les techniques basées sur le modèle à correction d'erreur et concluent que l'offre de monnaie, les salaires, les prix des exportations et ceux des importations ont une influence positive sur les prix intérieurs alors que le taux de change exerce un effet contraire.

Selon (Sliman, 2008) a traité la relation entre le taux de change nominal et les prix dans le cadre de la conduite de la politique monétaire au sein des pays membres de l'Accord d'Agadir. L'auteur a utilisé trois méthodes empiriques de (Stefan & Petra, 2006) Et (Sebastian, 2006). Et, La troisième méthode repose sur l'estimation des modèles SVAR (auto-régressifs vectoriels structurels) contraints. Les résultats ont montré une relation négative entre le taux de change effectif réel et l'inflation dans tous les pays, avec un coefficient du taux de change effectif réel qui est statistiquement significatif pour l'Egypte et la Jordanie tandis qu'il est statistiquement non significatif pour le Maroc et la Tunisie.

D'autres auteurs tel que (FETENE, 2015), (Samia, Tahar, & Mohamed, 2008) ont évalué la transmission des variations du taux de change à l'inflation. Leurs résultats montrent l'absence de réactivité des prix aux variations du taux de change c'est-à-

dire le taux de change nominal n'est pas un outil d'ajustement des effets inflationnistes des chocs. En deuxième lieu, les variations du taux de change nominal ne constituent pas une source de perturbation de l'objectif final de maîtrise de l'inflation Ceci est expliqué par la poursuite d'une politique monétaire indépendante, notamment le ciblage d'inflation.

De la part de la relation entre la croissance et l'nflation, (sarel, 1996), (ATISH & STEVEN, 1998)) fait remarquer qu'en dessous du seuil de 8%, l'inflation a un impact positif sur la croissance économique et négatif au-delà de ce seuil.

Ghosh et Phillips (1998), (David, Pere, & Paula, 2005) ont renouvelé la réflexion sur cette relation et eux aussi ont mis en évidence la non linéarité de l'impact de l'inflation sur la croissance économique. Mais, la particularité de leur démarche, dans leur réflexion, a été de partir d'une supposition selon laquelle il peut exister un niveau d'inflation au-dessus duquel cette relation est négative, et en dessous duquel la relation inflation-croissance est positive.

À la lumière de la revue de littérature sur ce sujet, nous avons retenu quatre hypothèses que nous allons tester à l'aide de la modélisation stochastique et en suivant la démarche d'autorégression par différentiation linéaire en utilisant le logiciel EViews, comme suit:

H1: L'offre de la monnaie impacts positivement le taux d'inflation

H2: Le taux de change impacts négativement le taux d'inflation

H3: L'existence d'un non linéarité entre le PIB le taux d'inflation

H4: Entre le solde commercial affecte négativement le taux d'inflation

3 MÉTHODOLOGIE

Dans ce cadre, notre vérification empirique va concerner des données annuelles provenant de la publication annuelle du ministre des finances et de la banque mondiale l'étude couvre la période allant d'année 1984 à 2020, soit 37 observations, qui seront analysées via le Logiciel EVIEWS; ce dernier offre un vaste éventail de fonctionnalités pour la manipulation de données, de statistiques et d'analyses économétriques, ainsi que pour la réalisation de prévisions, de simulations et de présentations analytiques de données. C'est l'outil idéal pour tout étudiant, professeur, chercheur ou analyste travaillant avec les séries temporelles, des données de panel ou des données longitudinales...

3.1 PRÉSENTATION DU MODÈLE

Cet article utilise un modèle de régression à 5 équations indépendantes, Notre analyse repose sur l'écriture d'un modèle standard de l'inflation reliant l'effet de la politique monétaire sur la stabilité des prix aux Maroc

3.1.1 VARIABLE ENDOGÈNE

Taux d'inflation (TAINF): Pour mesurer l'inflation, nous utilisons l'indice des prix à la consommation (IPC) à l'instar de (IRIS, 1997), lorsqu'il recherche la relation entre l'inflation et la croissance, Le taux de croissance de l'IPC est d'une utilité incontournable dans la mesure du coût de la vie dans un pays en plus de permettre la comparaison de donnée dans le temps

3.1.2 LES VARIABLES EXOGÈNES RETENUS POUR LE MODÈLE SONT

Le produit intérieur brut (PIB): mesure à la fois le revenu agrégé de tous les membre d'une économie et la dépense totale qu'ils affectent à l'acquisition de la production des biens et services de cette économie comme (sarel, 1996) et (ATISH & STEVEN, 1998) lorsqu'ils déterminent un seuil à partir duquel l'inflation devient nocive pour l'économie.

La masse monétaire (M3) La masse monétaire entre dans le circuit des échanges et stimule l'inflation, la croissance lorsque l'offre de monnaie coïncide avec la demande de monnaie.

Quand l'offre de monnaie ne coïncide plus avec la demande de monnaie, l'activité économique est freinée ou il y'a fuite de capitaux

Le taux de change (TXCH): Le taux de change réel d'une monnaie est défini comme le taux de change effectif nominal rapporté aux prix relatifs entre le pays considéré et ceux des principaux pays partenaires et concurrents comme (Michel, 2012), le taux de change doit baisser l'inflation et booster la croissance.

La balance commerciale (SBC): représenté par le solde de la balance commerciale à l'instar de (jarita, 2007). Selon que la balance commerciale est excédentaire ou déficitaire, elle fait augmenter ou baisser l'inflation, la croissance.

4 SPECIFICATION DU MODELE

4.1 PRESENTATION DES RESULTATS (TEST DE STATIONNARITÉ)

Du tableau du test de stationnarité ci-dessous, li ressort que toutes les séries retenues sont stationnaires à niveau car toutes les probabilités attachées à nos séries sont inférieures au seuil de signification de 1%. Nous passons ainsi aux estimations afin d'apprécier les différents effets entre nos variables.

Tableau 1. Les résultats du test de racine unitaire ADF sur les variables

Variables	Test ADF en niveau					Test ADF en différence	
	Modèle 3		Modèle 2		Modèle 1	Modèle 1 ou Modèle 2	Ordre d'intégration
	T de ADF	T trend	T de ADF	T cont	T de ADF	T de ADF	
LTAINF	-5,80	0.29	-1,57	0.20	2,04	-6.00	**I (1)**
	-3.54	3,25	-2,94	2.97	-1,95	-1.95	
LPIB	-1.84	1.42	-2.13	2.55	3.88	-10,17	**I (1)**
	-3.54	3,25	-2,94	2.97	-1.95	-1.95	
LM3	-0,95	0,62	-2.42	3.13		-4,31	**I (1)**
	-3.54	3,25	-2,94	2.97		-1,95	
LTXCH	-2,14	0.23	-2.16	2.17	0.11	-7,18	**I (1)**
	-3.54	3,25	-2,94	2.97	-1,95	-1,95	
SBC	-5,61	0,16	-5,70	-0,63	-5,72	-6,51	**I (1)**
	-3.54	3,25	-2,94	2.97	-1,95	-1,95	

Source: Elaboré par nous même à partir des résultats d'Eviews

D'après l'application du test de racine unitaire sur les cinq séries (LTAINF, LPIB, LTXCH, LM3, SBC) on remarque que les séries sont stationnaire à la première différentions.

Les séries LTAINF, LPIB, LTXCH, SBC, LM3 sont intégré d'ordre 1, car on les différencié une pour qu'elles puissant devenir stationnaire, on enregistre que toutes les autres séries sont non stationnaires en niveau et stationnaires en différences premières.

4.2 ANALYSE ET DISCUSSION DES RÉSULTATS

4.2.1 ANALYSE MULTI VARIÉE DES VARIABLES

4.2.1.1 LA MODÉLISATION VECTORIELLE VECTORIEL À CORRECTION D'ERREUR (VECM)

Le modèle VECM permet de décrire et d'analyser les effets d'une variable à une autre et les liaisons qu'il existe entre elles.

4.2.1.2 DÉTERMINATION DU RETARD OPTIMAL

La détermination du retard optimal se fait à l'aide des critères d'information. C'est le minimum pour les critères Akaike (AIC), Schwars (SC), Hannan-Quinn (HQ), et Final Predictor Error (FPE), Pour ce faire nous allons choisir le nombre MAX (p) = 5. Les estimations VAR pour P=1, 2,3,4et 5 nous permettent d'obtenir le tableau suivant:

Tableau 2. Choix de retard optimal (P) (Voir annexe 01)

Ordre de décalage	FPE	AIC	SC	HQ
P=1	4.35e-06	1.830762	2.975868*	2.210332
P=2	3.24e-06	1.441813	3.732025	2.200954
P=3	6.46e-06	1.842537	5.277856	2.981248
P=4	1.08e-05	1.671511	6.251936	3.189792
P=5	1.93e-06*	-1.642769*	4.082762	0.255083*

Source: élaboré par nos soins à partir du logiciel EVIEWS 12

Tableau 3. Test de cointégration de Johansen (test de la trace)

Date: 05/22/22 Time: 08:44
Sample (adjusted): 1986 2020
Includedobservations: 35 afteradjustments
Trend assumption:Lineardeterministic trend
Series: TAINF LPIB LM3 LTXCH SBC
Lags interval (in first differences): 1 to 1

UnrestrictedCointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.675191	89.47882	69.81889	0.0006
At most 1 *	0.466095	50.12071	47.85613	0.0301
At most 2	0.354932	28.15691	29.79707	0.0764
At most 3	0.192978	12.81292	15.49471	0.1218
At most 4 *	0.140736	5.308754	3.841466	0.0212

Trace test indicates 2 cointegratingeqn(s) at the 0.05 level
* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level
**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Source: résultat obtenu à partir du logiciel EVIEWS 12

Les résultats du test de cointégration montrent qu'elles existent deux relations entre les variables, il y a une relation de long terme entre le Taux d'inflation et les variables explicatives. En estimant le modèle VECM, nous pourrons voir qui existe entre les séries à long terme.

4.2.2 ESTIMATION DE MODÈLE VAR

Du fait que les conditions de stationnarité des séries sont remplies, une estimation d'un modèle VECM (1) est permise (Voir annexe 02).

- **Les équations fonctionnelles de l'estimation par le modèle VECM (1)**

Le taux d'inflation:

D (TAINF) = - 0.28* (TAINF (-1) - 25.25*LPIB (-1) + 12.80*LM3 (-1) - 3.78*LTXCH (-1) - 0.05*SBC (-1) + 85.46) - 0.25*D (TAINF (-1)) - 8.13*D (LPIB (-1)) + 16.63*D (LM3 (-1)) + 4.70*D (LTXCH (-1)) - 0.01*D (SBC (-1)) - 1.42

La masse monétaire (M3):

D (LM3) = - 0.001* (TAINF (-1) - 25.25*LPIB (-1) + 12.80*LM3 (-1) - 3.78402903385*LTXCH (-1) - 0.05*SBC (-1) + 85.46) - 0.002*D (TAINF (-1)) + 0.136*D (LPIB (-1)) + 0.51*D (LM3 (-1)) + 0.20*D (LTXCH (-1)) - 0.0001*D (SBC (-1)) + 0.034

Le produit intérieur brut:

D (LPIB) = 0.01* (TAINF (-1) - 25.25*LPIB (-1) + 12.80*LM3 (-1) - 3.78*LTXCH (-1) - 0.05*SBC (-1) + 85.46) - 0.002*D (TAINF (-1)) - 0.26*D (LPIB (-1)) + 0.46*D (LM3 (-1)) - 0.46*D (LTXCH (-1)) + 0.0002*D (SBC (-1)) + 0.03

Le taux de change:

D (LTXCH) = - 0.008* (TAINF (-1) - 25.25*LPIB (-1) + 12.80*LM3 (-1) - 3.78*LTXCH (-1) - 0.05*SBC (-1) + 85.46) - 0.001*D (TAINF (-1)) - 0.16*D (LPIB (-1)) - 0.04*D (LM3 (-1)) - 0.005*D (LTXCH (-1)) - 0.0004*D (SBC (-1)) + 0.01

Solde de la balance commerciale:

D (SBC) = 1.76* (TAINF (-1) - 25.25*LPIB (-1) + 12.8*LM3 (-1) - 3.78*LTXCH (-1) - 0.05*SBC (-1) + 85.4684971887) - 0.63*D (TAINF (-1)) - 76.16*D (LPIB (-1)) - 111.78*D (LM3 (-1)) - 124.42*D (LTXCH (-1)) + 0.064*D (SBC (-1)) + 13.21

Le tableau de l'estimation du modèle VECM nous montre que le signe du coefficient d'ajustement (force de rappel) est négatif et significatif cela répond à l'une des caractéristiques des modèles VECM. Il existe alors un mécanisme à correction d'erreur, à long terme : les déséquilibres entre le taux d'inflation, le masse monétaire M3, le taux de change, le PIB et le solde de la balance commerciale se compensent de sorte que les séries ont des évolutions similaires à long terme.

Les résultats de ce modèle montrent qu'il existe une relation significative : avec la masse monétaire quand augmenté la masse monétaire de 1% entraine une augmentation de taux l'inflation de 12,80%. Les coefficients des autres variables ne sont pas significatifs, car les valeurs de la statistique (t-statistique de student) sont < à 1,96 (la valeur tablée de student) donc les autres variables de l'équation n'impactent pas le taux d'inflation.

Ainsi, la relation entre le taux d'inflation (en tant qu'une variable explicative dans les autres équations du modèle) et les autre variables (an tant que des variables expliquées) n'est pas confirmée par notre modèle VECM (1), ce qui veut dire que le taux d'inflation, pendant notre période de l'étude n'avait pas un effet significatif que ce soit sur les variables monétaire ou réelles.

La qualité d'ajustement du modèle est bonne pour la variable (LTAINF) car le taux d'inflation est expliqué à ($R2$ ajusté=55,18%) de ses valeurs passées. La qualité s'ajustement pour les autres variables sont mauvaise a moyenne pour (LPIB) =22,66%; (LTXCH) =7. Grosso modo, telles conclusions nous permettent de conclure que les résultats de Ce modèle sont cohérents avec la théorie économique.

4.3 VALIDATION DU MODÈLE VECM

Après avoir estimé un modèle VECM 1, il est nécessaire de vérifier si le modèle représente de manière appropriée la dynamique des variables modélisées. Pour ce faire, nous allons appliquer un test sur les erreurs: il s'agit le test de normalité, le test d'autocorrélation des erreurs et celui d'hétéroscédasticité de white

4.3.1 TEST DE NORMALITÉ DES ERREURS: TEST DE JARQUE-BERA

Tableau 4. Test de normalité des erreurs (Voir annexe 03)

Tests	F-statistique	DF	P-value
JB	8,2587	10	0,6036
SKewness	7,2377	5	0,2035
Kurtisos	1,0210	5	0,9609

Source: élaboré par nos soins à partir du logiciel Eviews 12

- La p-value de Jarque-Berra fournie par Eviews est 0,6036 qui est supérieur au risque théorique de 5%, ce qui signifie l'acceptation de l'hypothèse H0, c'est-à-dire que les erreurs sont normalement distribué
- En ce qui concerne l'aplatissement, la statistique de kurtosis (0.9609) est inférieure à 3, ce qui signifie que la distribution est plutôt pointue (leptokurtique) suit la forme d'une distribution normale (mésokurtique)
- La valeur positive de skewness (0.2035) (coefficient d'asymétrie) indique que la distribution est étalée vers la gauche

4.3.2 TEST D'HÉTÉROSCÉDASTICITÉ DES RÉSIDUS (TEST DE WHITE)

Dans notre cas, l'hypothèse d'homoscédasticité est accepté dans la mesure où la probabilité de commettre une erreur est égale à p=0,2256 supérieure à 5%. Donc les estimations obtenues sont optimales.

Tableau 5. Test d'hétéroscédasticité de white (Voir annexe 03)

Chi-squard	DF	P-value
193,97	180	0,2256

Source: élaboré par nos soins à partir du logiciel Eviews 12.

Donc les estimations obtenues sont optimales. D'une manière générale les différents tests économétriques effectués montrent qu'il y a la normalité des erreurs, et l'absence d'autocorrélation et d'homoscédasticité des erreurs. Le VECM est bien un modèle stationnaire, donc nous pouvons dire qu'économétriquement notre modèle VECM est un modèle valide.

4.4 TEST DE CAUSALITÉ ENTRE LES VARIABLES

L'élaboration de ce test à ces variables prises deux à deux nécessite au préalable la détermination du nombre de retard du modèle VAR (P) avec toutes les séries. Les critères d'Akaike, HQ et de Schwartz obtenus montrent que le retard retenu est P=1.

TEST DE CAUSALITÉ DE GRANGER:

L'analyse de la causalité va nous permettre de savoir quelles sont les influences statistiquement significatives des cinq variables du modèle entre elles (Voir annexe 04).

Tableau 6. Test de causalité

	L'hypothèse nulle: H_0	Statistique du test	P-value
entre d (LTAINF) et d (LPIB)	- dLPIB ne cause pas dLTAINF - dLTAINF ne cause pas dLPIB	1,05 0,48	0,36 0,62
entre d (LTAINF) et d (LM3)	- dlm3 ne cause pas dLTAINF - dLTAINF ne cause pas DlM3	2,84 0,046	0,015 0,955
entre d (LTAINF) et d (TXCH)	- dLTXCH ne cause pas dLTAINF - dLTAINF ne cause pas DlTXCH	2,72 0,52	0,08 0,59
entre d (LTAINF) et d (SBC)	- dLSBC ne cause pas dLTAINF - dLTAINF ne cause pas dLSBC	0,12 0,09	0,88 0,91

Source: élaboré par nos soins à partir du logiciel Eviews 12

D'après ce tableau, on peut dire

- Il n'existe pas une relation causale entre TAINF et PIB donc on accepte l'hypothèse nulle du non causalité dans les deux sens. Puisque (0.36 et 0.62) sont supérieurs à la valeur critique de 5%
- Il y a une relation unidirectionnelle de la masse monétaire vers le taux d'inflation car la probabilité est inférieure au seuil de 5% (0.015). Autrement dit, c'est la masse monétaire qui causse l'inflation et non l'inverse
- Le taux de change ne cause pas au sens de Granger le TAINF car la probabilité est supérieure au seuil de 5% (0.08 > 0.05). Inversement le taux d'inflation ne cause pas au sens de Granger le TXCH car la probabilité est supérieure au seuil de 5%
- L'absence de causalité entre les deux variables (TAINF et SBC), car les probabilités associées sont supérieurs au seuil statistique de 5%

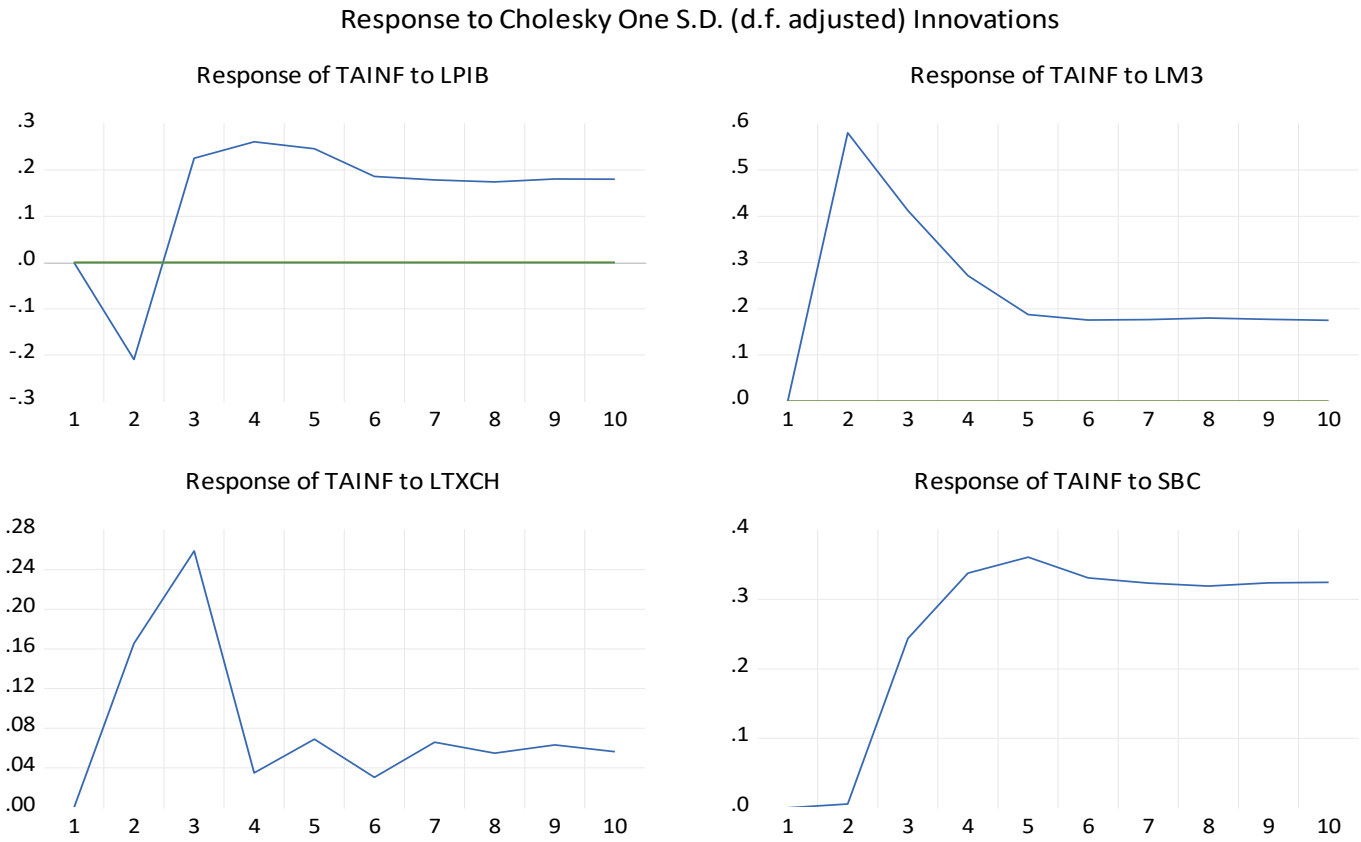
4.5 ANALYSE DES IMPULSIONS ET DÉCOMPOSITION DE LA VARIANCE

Cette analyse nous permet d'avoir une information sur la réaction de l'inflation suit à une variation ou une modification enregistrée au niveau des variables qu'on a supposé explicatifs. Pour ce faire, on fait appel aux deux techniques essentielles. La première porte sur l'analyse des impulsions (chocs) tandis que la deuxième consiste en la décomposition de la variance de prévision.

4.5.1 ANALYSE DES IMPULSIONS

Ce test nous permet d'avoir une information concernant l'évolution de l'inflation suite à un choc des autres variables explicatives. On considère que l'amplitude de choc est égale à une fois l'écart type de la variance explicative et que l'observation s'étale sur un horizon de 10 ans.

Les graphes ci-après illustres la réponse de l'inflation à un choc sur la masse monétaire, le taux de change, le produit intérieur brut et le solde de la balance commerciale.



Graphique 1. La fonction de réponse impulsionnelle (Voir annexe 05)

Source: élaboré par nos soins à partir du logiciel Eviews 12

D'après la figure N° 2, nous remarquons qu'in choc sur le produit intérieur brut a un impact faible positif sur le taux d'inflation

Un choc sur le taux de change a un impact positif sur l'inflation. L'impact est maximal au bout de la troisième année, puis décroit progressivement pour s'annuler à l'horizon de cinq ans.

La réponse de taux d'inflation à un choc sur solde de la balance commerciale est négative. En effet, un choc positif sur la masse monétaire se traduit par un effet positif sur le taux d'inflation pendant la deuxième année avant de s'amortir pour revenir à son niveau de long terme. On conclut ainsi que la réponse à un choc de la masse monétaire sur l'inflation est positive.

4.5.2 DÉCOMPOSITION DE LA VARIANCE

Le but de la décomposition de la variance de l'erreur de prévision est de calculer la contribution de chacune des innovations à la variance de l'erreur. Les résultats de ce test sont illustrés dans le tableau suivant, en concevant le même horizon de la variance de l'erreur de prévision (10 ans).

Tableau 7. Décomposition de la variance de l'erreur de prévision de d (LTAINF)

Période	*D (LTAINF)*	*D (LPIB)*	*D (M3)*	*D (LTCXH)*	*D (SBC)*
1	*100.0000*	*0.000000*	*0.000000*	*0.000000*	*0.000000*
2	*86.11245*	*1.494130*	*11.46007*	*0.932469*	*0.000884*
3	*79.70899*	*2.545991*	*13.61486*	*2.535074*	*1.595087*
4	*77.21144*	*3.664982*	*13.06863*	*2.152752*	*3.902192*
5	*76.28081*	*4.261241*	*11.75186*	*1.916331*	*5.789762*
6	*76.23820*	*4.320508*	*10.83021*	*1.697622*	*6.913465*
7	*76.26644*	*4.325260*	*10.11391*	*1.577232*	*7.717155*
8	*76.28094*	*4.319381*	*9.581642*	*1.466677*	*8.351358*
9	*76.25359*	*4.339224*	*9.120549*	*1.386064*	*8.900574*
10	*76.23646*	*4.354815*	*9.729349*	*1.309943*	*8.369436*

Source: élaboré par nos soins à partir du logiciel Eviews 12

D'après les résultats obtenus dans le tableau ci-dessus, on constate qu'à la première période l'erreur de prévision de l'TAINF est due à 100% à ses propres innovations, et les innovations des autres variables n'ont aucun effet au cours de la première période. Au cours de la deuxième période, la variance de l'erreur de taux d'inflation contribue à 86,11% à ses propres innovations. Tandis qu'aux autres innovations on remarque une faible contribution du d (LPIB), d (LTXCH), d (SBC), d (LM3), où leurs innovations qui sont dues à 1,49%, 00,93%, 0,0008%, 11,46%.

En revanche, cette source de variation diminue pour atteindre 76,23% en fin de période. De ce fait, 1,30% de ses variations provient des variations de taux de change, 8,36% sont issues de la variable solde de la balance commerciale, 4,35% des variations du PIB, la du taux d'inflation est à l'origine du 9,72% issues de la variable masse monétaire M3.

On constate que la masse monétaire M3 contribue avec une bonne partie dans la détermination de la variance d'erreur de prévision du taux d'inflation.

5 CONCLUSION

La politique monétaire, constitue actuellement un gage de la stabilité des prix, en raison de l'échec de la politique budgétaire à se défendre contre les poussées inflationnistes. La politique monétaire se base soit sur un ancrage aux taux de change, soit sur un ciblage de la croissance des agrégats monétaires. Ces deux politiques réagissent uniquement à des chocs particuliers, et qu'elles sont limitées par des contraintes gouvernementales et budgétaires dans la fixation des stratégies en vue d'assurer la stabilité des prix. Ainsi à cause de l'échec de ces deux politiques, les banques centrales ont pensé à d'autre politique qui améliore leur intervention pour assurer l'objectif ultime de la politique monétaire qui est la stabilité des prix, à savoir le ciblage de l'inflation.

Les résultats de notre analyse nous autorisent à faire les lectures suivantes:

- À long terme, il existe une relation entre l'inflation et la masse monétaire M3 qui est convient à la réalité économique des pays;
- À court terme, il n'y a aucune relation entre l'inflation et les autres variables;
- Pour le test d'autocorrélation des erreurs. Le test montre une absence d'autocorrélation des résidus, et le test d'hétérroscédacité indique que les résidus sont homoscédastiques, donc notre modèle est validé
- Le test de causalité au sens de granger indique que l'inflation n'est causée par aucune de ces variables. Mais il existe une relation de causalité unidirectionnelle de taux d'inflation vers la masse monétaire (M3);
- Après avoir testé la causalité nous avons continué notre analyse par l'étude de la décomposition de la variance qui nous donne une meilleure compréhension du modèle et une identification des facteurs qui influent sur l'inflation

Statistiquement, les différents résultats obtenus montrent le facteur majeur de l'inflation au Maroc est la masse monétaire qui engendre un excès de liquidité dans le système bancaire avec des degrés différents selon la période.

REFERENCES

[1] acques Landry, B., & Séverin Yves, K. (2011). Effets de seuils de l'inflation sur l'activité économique en CEMAC: analyse par un modèle de panel à seuil non dynamique. *Risque et économie*, 1017-1038.

[2] ATISH, G., & STEVEN, P. (1998). Warning: Inflation May Be Harmful to Your Growth. *IMF Staff Papers*, *75* (4), 672-710.

[3] David, D., Pere, G.-P., & Paula, H. (2005). Threshold Effects in the Relationship between Inflation and Growth: A New Panel Data Approach. *llth Intemational Conference on Panel Data,* (p. 18).

[4] FETENE, P. (2015). An Empirical Investigation of Exchange Rate Pass through to Consumer Price in Ethiopia (1981-2013) Journal of Economics and Sustainable Development. *Journal of Economics and Sustainable Development*, *6* (14).

[5] friedman, M. (1976). *Inflation et systèmes monétaires.* USA: Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

[6] Furrukh, B. e. (2011). Determinants of inflation in Pakistan: An econometric analysis using Johansen co-integration approach. *Australian Journal of Business and Management Research*, pp71-82.

[7] hoon, l., & laura, p. (1997). An Econometric analysis of the Determinants of Inflation in Turkey. *International Monetary Fund, WP/97/170*, 1-33.

[8] IRIS, C. (1997, Septembre). A Measure of Underlying Inflation in the United States. *Bank of Canada Working Paper 97-20*, 35.

[9] jarita, d. (2007). Determinants of Malasian Trade Balance: An ARDL Bound Testing Approach. *Journal of Economic Cooperation*, 21-40.

[10] kuijs, l. (1998, novembre). Determinants of Inflation, Exchange Rate and Output in Nigeria. *IMF Working Paper, WP/98/160*, 1-33.

[11] Michel, D. (2012). Les effets des politiques de quantitative easing sur le taux de change: les enseignements de l'expérience américaine. *Revue d'économie financière* (108), 243 à 260.

[12] Samia, J., Tahar, M., & Mohamed, S. M. (2008). Taux de change et Inflation: une analyse en modèle VAR du canal du taux de change: Cas de la Tunisie. *le Journal of Economic Literature (JEL),* 12-17.

[13] sarel, m. (1996). Nonlinear Effects ofInflation on Economie Growth. *43* (1), 199-215.

[14] Sebastian, E. (2006, april 6). THE RELATIONSHIP BETWEEN EXCHANGE RATES. *NATIONAL BUREAU OF ECONOMIC RESEARCH*, 47.

[15] Sliman, L. B. (2008). Dans Chocs de change, dynamique des prix et conduite de la politique monétaire. Le cas de la Tunisie dans le cadre de l'Accord d'Agadir. paris, Thèse de Doctorat en Sciences Economiques, Université PanthéonSorbonne-Paris I.

[16] Stefan, G., & Petra, G.-K. (2006). Monetary Policy Regimes and Macroeconomic Outcomes: Hong Kong and Singapore. *Journal of Economic Literature* (204), 34.

ANNEXE 01 : ESTIMATION DU VAR ET JUSTIFICATION DU RETARD

VAR Lag Order Selection Criteria
Endogenous variables: TAINF LPIB LM3 LTXCH SBC
Exogenous variables:
Date: 05/14/22 Time: 08:45
Sample: 1984 2020
Included observations: 32

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
1	-4.292187	NA	4.35e-06	1.830762	2.975868*	2.210332
2	26.93099	42.93187*	3.24e-06	1.441813	3.732025	2.200954
3	45.51940	19.75019	6.46e-06	1.842537	5.277856	2.981248
4	73.25583	20.80232	1.08e-05	1.671511	6.251936	3.189792
5	151.2843	34.13746	1.93e-06*	-1.642769*	4.082762	0.255083*

* indicates lag orders elected by the criterion
LR:s equential modified LR test statistic (each test at 5% level)
FPE: Final prediction error
AIC:Akaike information criterion
SC: Schwarz information criterion
HQ:Hannan-Quinn information criterion

ANNEXE 02 : ESTIMATION DU MODÈLE VECM

Vector Error Correction Estimates
Date: 05/16/22 Time: 08:46
Sample (adjusted): 1986 2020
Included observations: 35 after adjustments
Standard errors in ( )& t-statistics in [ ]

Cointegrating Eq:	Coint Eq1
TAINF(-1)	1.000000
LPIB(-1)	-25.25458 (7.90973) [-3.19285]
LM3(-1)	12.80770 (4.64981) [2.75445]
LTXCH(-1)	-3.784029 (9.57190) [-0.39533]
SBC(-1)	-0.055237 (0.01812) [-3.04799]
C	85.46850

Error Correction:	D(TAINF)	D(LPIB)	D(LM3)	D(LTXCH)	D(SBC)
CointEq1	-0.289030	0.015115	-0.001792	-0.008523	1.762157

	(0.09829)	(0.00481)	(0.00274)	(0.00389)	(1.34907)
	[-2.94056]	[3.14489]	[-0.65454]	[-2.19019]	[1.30620]
D(TAINF(-1))	-0.257064	-0.002718	-0.002807	-0.001364	-0.630497
	(0.13145)	(0.00643)	(0.00366)	(0.00520)	(1.80422)
	[-1.95557]	[-0.42284]	[-0.76654]	[-0.26206]	[-0.34946]
D(LPIB(-1))	-8.139638	-0.268696	0.136605	-0.163131	-76.16384
	(7.21505)	(0.35279)	(0.20102)	(0.28565)	(99.0288)
	[-1.12815]	[-0.76163]	[0.67955]	[-0.57109]	[-0.76911]
D(LM3(-1))	16.63880	0.460265	0.518612	-0.044044	-111.7868
	(6.53022)	(0.31930)	(0.18194)	(0.25853)	(89.6292)
	[2.54797]	[1.44146]	[2.85040]	[-0.17036]	[-1.24721]
D(LTXCH(-1))	4.708373	-0.464078	0.200226	-0.005421	-124.4297
	(9.38900)	(0.45909)	(0.26159)	(0.37172)	(128.867)
	[0.50148]	[-1.01087]	[0.76541]	[-0.01458]	[-0.96557]
D(SBC(-1))	-0.015637	0.000300	-0.000178	-0.000446	0.064998
	(0.01586)	(0.00078)	(0.00044)	(0.00063)	(0.21764)
	[-0.98614]	[0.38663]	[-0.40320]	[-0.71035]	[0.29864]
C	-1.429219	0.031702	0.034129	0.010660	13.21842
	(0.66266)	(0.03240)	(0.01846)	(0.02624)	(9.09528)
	[-2.15677]	[0.97841]	[1.84849]	[0.40634]	[1.45333]
R-squared	0.566208	0.363111	0.314036	0.234212	0.132221
Adj. R-squared	0.551824	0.226635	0.167043	0.070114	-0.053732
Sum sq. resids	60.80115	0.145368	0.047199	0.095300	11453.97
S.E. equation	1.473591	0.072053	0.041057	0.058340	20.22548
F-statistic	4.075812	2.660620	2.136408	1.427271	0.711046
Log likelihood	-59.32741	46.30429	65.99008	53.69339	-151.0009
Akaike AIC	3.790138	-2.245959	-3.370862	-2.668194	9.028620
Schwarz SC	4.101207	-1.934890	-3.059792	-2.357124	9.339690
Mean dependent	-0.202000	0.058145	0.093208	-0.001636	-2.145521
S.D. dependent	1.830334	0.081934	0.044986	0.060500	19.70307
Determinantresid covariance (dof adj.)		2.93E-06			
Determinantresid covariance		9.59E-07			
Log likelihood		-5.803393			
Akaike information criterion		2.617337			
Schwarz criterion		4.394877			
Number of coefficients		40			

ANNEXE 03 : TESTS DE VALIDATION DU MODÈLE RETENU

- *Test de normalité*

VEC Residual Normality Tests
Orthogonalization: Cholesky (Lutkepohl)
Null Hypothesis: Residuals are multivariate normal
Date: 05/18/22 Time: 09:40
Sample: 1984 2020
Included observations: 35

Component	Skewness	Chi-sq	df	Prob.*
1	-0.036749	0.007878	1	0.9293
2	-0.675509	2.661824	1	0.1028
3	0.665568	2.584058	1	0.1079
4	-0.099047	0.057227	1	0.8109
5	-0.574724	1.926797	1	0.1651
Joint		7.237783	5	0.2035

Component	Kurtosis	Chi-sq	df	Prob.
1	2.381526	0.557828	1	0.4551
2	2.962810	0.002017	1	0.9642
3	3.205824	0.061780	1	0.8037
4	3.491325	0.352041	1	0.5530
5	3.180178	0.047344	1	0.8278
Joint		1.021010	5	0.9609

Component	Jarque-Bera	df	Prob.
1	0.565706	2	0.7536
2	2.663841	2	0.2640
3	2.645838	2	0.2664
4	0.409268	2	0.8149
5	1.974140	2	0.3727
Joint	8.258792	10	0.6036

*Approximate p-values do not account for coefficient estimation

- *Test d'hétéroscédasticité des résidus (Test de white)*

VEC Residual Heterosked asticity Tests (Levels and Squares)
Date: 05/19/22 Time: 18:52
Sample: 1984 2020
Included observations: 35

Joint test:

Chi-sq	Df	Prob.
193.9775	180	0.2256

Individual components:

Dependent	R-squared	F(12,22)	Prob.	Chi-sq(12)	Prob.
res1*res1	0.396879	1.206409	0.3382	13.89075	0.3077
res2*res2	0.307177	0.812845	0.6359	10.75119	0.5504
res3*res3	0.536268	2.120096	0.0610	18.76937	0.0942
res4*res4	0.214274	0.499965	0.8926	7.499586	0.8229
res5*res5	0.209972	0.487261	0.9008	7.349037	0.8337
res2*res1	0.484082	1.720202	0.1303	16.94286	0.1518

res3*res1	0.245011	0.594959	0.8233	8.575392	0.7387
res3*res2	0.316297	0.848145	0.6052	11.07041	0.5229
res4*res1	0.582584	2.558771	0.0270	20.39045	0.0601
res4*res2	0.212401	0.494416	0.8962	7.434036	0.8276
res4*res3	0.353274	1.001458	0.4789	12.36459	0.4169
res5*res1	0.500376	1.836090	0.1045	17.51315	0.1313
res5*res2	0.120475	0.251125	0.9917	4.216619	0.9792
res5*res3	0.191272	0.433602	0.9319	6.694532	0.8771
res5*res4	0.086154	0.172840	0.9985	3.015393	0.9954

ANNEXE 04 : TEST DE CAUSALITÉ ENTRE LES VARIABLES

Pairwise Granger Causality Tests
Date: 05/28/22 Time: 11:42
Sample: 1984 2020
Lags: 2

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
DM3 does not Granger Cause DTAINF	34	2.84986	0.0151
DTAINF does not Granger Cause DM3		0.04614	0.9550
DPIB does not Granger Cause DTAINF	34	1.05591	0.3609
DTAINF does not Granger Cause DPIB		0.48297	0.6218
DSBC does not Granger Cause DTAINF	34	0.12600	0.8821
DTAINF does not Granger Cause DSBC		0.09171	0.9126
DTXCH does not Granger Cause DTAINF	34	2.72450	0.0824
DTAINF does not Granger Cause DTXCH		0.52538	0.5969
DPIB does not Granger Cause DM3	34	0.01916	0.9810
DM3 does not Granger Cause DPIB		2.46314	0.1028
DSBC does not Granger Cause DM3	34	0.86625	0.4311
DM3 does not Granger Cause DSBC		1.30452	0.2868
DTXCH does not Granger Cause DM3	34	0.52143	0.5991
DM3 does not Granger Cause DTXCH		0.39819	0.6752
DSBC does not Granger Cause DPIB	34	0.32388	0.7259
DPIB does not Granger Cause DSBC		0.05907	0.9428
DTXCH does not Granger Cause DPIB	34	0.14099	0.8691
DPIB does not Granger Cause DTXCH		0.06198	0.9400
DTXCH does not Granger Cause DSBC	34	0.06744	0.9349
DSBC does not Granger Cause DTXCH		0.26542	0.7687

ANNEXE 05 : LA FONCTION DE RÉPONSE IMPULSIONNELLE

Period	LPIB	LM3	LTXCH	SBC
1	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2	-0.209614	0.580524	0.165594	0.005098
3	0.225568	0.412362	0.258826	0.243678
4	0.260777	0.271197	0.035038	0.337576
5	0.245858	0.187474	0.069045	0.360549
6	0.186169	0.175514	0.030638	0.330708
7	0.178683	0.176727	0.065970	0.323170
8	0.174029	0.179965	0.054853	0.319092
9	0.180731	0.177168	0.063158	0.323557
10	0.180054	0.175036	0.056405	0.324261

Cholesky Ordering: TAINF LPIB LM3 LTXCH SBC

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1369-1377
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Les nouvelles technologies de l'information et de la communication vs la proximité géographique: Complémentarité ou substitution

[New information and communication technologies vs geographic proximity: Complementarity or substitution]

Ahmed Lakssissar and Adil El Ibrahimi

Université Mohammed V - Rabat, CIRPEC, Rabat, Morocco

Copyright © 2023 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: As an extension of our research work in local economics and industrial economics, initiated over 14 years ago, we continue to explore our study carried out in the French context in 2006 in order to refine it, adapt it to the current context and extract more possible results and conclusions. In this perspective, we have highlighted the perpetual dichotomy that exists between geographic proximity and new information and communication technologies. In this sense, the development of NICT never calls into question the necessity of the geographical factor but on the contrary, it proves its necessity during the process of exchange of knowledge especially when it comes to its tacit form which imposes face to face.

KEYWORDS: Geographical proximity, face to face, new information, communication, technologies.

RESUME: En prolongation de nos travaux de recherches en économie de proximité et économie industrielle, initiés depuis plus de 14 ans, nous continuons à explorer notre étude réalisée dans le contexte français en 2006 afin de l'affiner, l'adapter avec le contexte actuel et en extraire plus de résultats et conclusions possibles. Dans cette perspective, nous avons mis en exergue la dichotomie perpétuelle qui existe entre la proximité géographique et les nouvelles technologies d'information et communication. Dans ce sens, le développement des NTIC ne remet jamais en cause l'indispensabilité du facteur géographique mais au contraire, il prouve sa nécessité au cours du processus d'échange de la connaissance surtout lorsqu'il s'agit de sa forme tacite qui impose le face à face.

MOTS-CLEFS: Proximité géographique, relations de face-à- face, NTIC.

1 INTRODUCTION

De nos jours, il est largement accepté que le développement des nouvelles technologies de l'information et de communication (TIC) entraîne une baisse de l'utilité de la proximité géographique, mais il s'avère qu'elles peuvent renforcer la diffusion des externalités de la connaissance aux seins des entreprises.

Penard et Poussing (2006), insiste sur le rôle TIC dans la création d'un « capital social virtuel » qui complète le rôle des réseaux réels et par conséquent permettent une meilleure diffusion des connaissances au sein d'un territoire donné, ce qui est confirmé par Basant (2002): « One can argue that on average the capacity to absorb and implement external knowledge is higher for a cluster than for a firm, as some firms in the cluster will always have this ability. Once few firms in a cluster assimilate external knowledge, its diffusion within the cluster becomes easier » p.36.

La minimisation des coûts de transfert des connaissances libère les activités des TIC de la contrainte de la distance, par conséquent, elles doivent logiquement être réparties sur l'ensemble du territoire. Cependant, plusieurs études ont constaté que cette répartition est géographiquement inégale et que la capacité d'attraction change d'un espace à l'autre. Pouvons-nous dire que ces territoires ne se dotent pas de la même capacité pour capter ces nouvelles technologies comme le souligne Cairn cross (2001) « the equality of access will be one of the great prizes of the death of distance » p.16. ? Ou bien les activités du secteur TIC se concentrent essentiellement dans des agglomérations ?

Selon Suire (2003) « la productivité et la croissance du secteur TIC ne reposent pas tant sur les outils de production que sur la qualité des hommes qui y travaillent et des innovations qui en découlent » p.3, et D'après d'autres sources de littérature, il nous semble que l'explication traditionnelle qui se réfère aux externalités marchandes et technologiques ou au besoin de la coopération avec d'autres activités complémentaires est insuffisante. En effet, les TIC sont des activités qui se basent sur l'innovation et plus sur le capital humain que le capital physique.

Nous essayerons dans cet article de répondre à l'interrogation suivante: quelles sont les conditions de diffusion des TIC et les facteurs responsables de l'inégalité de leur adoption ?

2 LES DÉTERMINANTS ORGANISATIONNELS ET SPATIAUX DE L'ADOPTION DES TIC

A ce niveau, nous tentons de savoir si l'environnement spatial de la firme influence sa capacité innovatrice et par conséquent son pouvoir d'adoption des TIC.

L'idée que la localisation de la firme puisse influencer positivement ou négativement son pouvoir innovateur est largement abordée dans la littérature. Toutefois, la prise en compte de l'organisation spatiale de la firme comme élément clé boostant sa capacité d'adoption des TIC est rarement soulignée. Dans cette perspective, nous allons éclaircir le rôle de ces deux déterminants -qui paraissent difficilement séparables- sur l'adoption des TIC.

2.1 ENVIRONNEMENT SPATIAL ET ADOPTION DES TIC

La thèse selon laquelle les externalités liées aux économies externes d'agglomération favorisent la diffusion des savoirs et des technologies est largement acceptée depuis l'article Marshall (1890). Les économies de localisation sont liées à l'existence, dans une ville, d'entreprises appartenant à la même filière. C'est le résultat d'une baisse des coûts qui pourrait bénéficier à une entreprise dans une ville où se concentrent d'autres entreprises de la même industrie. Cette concentration permet d'avoir: Un réservoir de main d'œuvre bien expérimentée, un bassin de sous-traitants et de fournisseurs, des économies d'échelle résultat d'un grand degré de spécialisation des sous-traitants qui auront plus de marchés, des infrastructures spécialisées grâce au partage des frais d'installation de ces infrastructures entre les entreprises d'une industrie donnée et une grande clientèle résultat de la grande concentration et de la diversité des magasins

Ce constat a été largement contesté par Bradbury et al. (1997) qui ont conclu, dans leurs études, à la faible influence de la spécialisation industrielle et que les conséquences sont difficiles à prévoir. Pour leur part, Glaeser et al. (1992), Harrison (1996) et Gale (1998) confirment ce faible effet de la spécialisation sur l'usage des technologies dans leurs études basées sur un échantillon de 8000 établissements à forte intensité technologique.

Les économies d'agglomération peuvent également être le résultat des économies d'urbanisation. Ce sont des économies liées à la concentration, sur un territoire donné, d'un grand nombre d'activités différentes; les économies d'urbanisation ont tendance à croître avec la taille urbaine. Il s'agit des économies externes à la firme et à l'industrie à laquelle elle appartient. La diversité de la main d'œuvre possédant des capacités transversales, la création d'infrastructures générales (les aéroports, les autoroutes, les réseaux informatiques, les réseaux électriques, etc.), l'accès au marché grâce à des nœuds dans les réseaux de communication qui facilitent l'accès aux clients, aux fournisseurs, aux services spécialisés etc. sont des facteurs très importants de la diffusion des TIC.

Ainsi, au Royaume-Uni, Gale (1997), Cornford, Gillespie et Richardson (2000) ont constaté qu'après la libéralisation des télécommunications, les fournisseurs de ces services ont quitté les zones rurales à cause de leur faible densité qui rend la rentabilité des infrastructures des TIC insuffisante. Pour sa part, Gale (1998) explique ce problème par le niveau d'éducation faible dans les zones rurales ce qui baisse leur propension à l'utilisation de ces technologies.

De leur part, dans le cas des entreprises françaises, Rallet et Brousseau (1997), ont souligné que les entreprises localisées dans les zones rurales se caractérisent par un faible besoin de transmission des connaissances qui se limite sur le téléphone ou

le fax. De ce fait, ces firmes n'ont pas de problèmes de codification, et par conséquent elles ne vont pas faire appel aux technologies sophistiquées de communication.

2.2 Organisation Spatiale Des Firmes: Quel Mode Pour Assurer Une Bonne Alchimie Avec L'adoption Des TIC

Nous pouvons nous interroger, à ce niveau, sur la structure d'organisation de la firme qui favorise plus l'adoption des TIC. Pour répondre à cette question, il faut distinguer deux niveaux d'analyse: l'entreprise et l'établissement. Dans la littérature, ces deux aspects ne sont pas souvent pris en compte. En effet, la plupart des auteurs associent l'entreprise à une localisation unique sans évoquer l'aspect multi établissement qui est porteur de rendement. Les entreprises multi-établissements se caractérisent par une diversité de localisation, elles ont des établissements dans les zones urbaines pour pouvoir bénéficier des externalités dues aux économies d'agglomération et en même temps d'autres établissements dans les zones rurales pour éviter les externalités négatives liées à la grande concentration dans ces zones et pour être à proximité des matières premières. Cette diversité de localisation qui permet de profiter des externalités est coûteuse en raison de l'importance des communications entre établissements de différentes implantations. Pour faciliter cette coordination, les firmes en question vont adopter les TIC et ce besoin dépendra bien entendu de la structure organisationnelle de chaque entrepriseHwang (1998).

2.3 Rôle Des Agglomérations Urbaines Dans La Diffusion Et L'exploitation Des Externalités De Connaissances

Selon Lucas (1988), le rôle de la proximité géographique dans l'acquisition, l'utilisation et la diffusion de la connaissance est primordial, la concentration urbaine est négativement liée à la mobilité des individus « What can be people paying Manhattan or downtown Chicago rents for, if not for being near people » Lucas (1988, p.39). Ainsi, le capital humain associé à la connaissance constitue un facteur très important dans la croissance des agglomérations. Dans ce contexte, le développement des moyens de communication favorise la transmission des connaissances et augmente la croissance.

A ce niveau, il paraît évident de s'interroger sur la capacité des TIC à réduire le rôle de la proximité géographique dans la concentration des agglomérations. Une partie de la littérature dans ce domaine s'intéresse à la relation TIC-agglomérations urbaines et montre le rôle significatif des TIC dans les zones fortement peuplées, et une deuxième partie cherche plutôt à démontrer la complémentarité ou la substituabilité des TIC et la proximité géographique.

3 TIC Et Externalités De La Connaissance, Complémentarité Ou Substitution ?

3.1 Agglomérations Urbaines Et Nouvelles Technologies D'information Et Communication

Une large littérature avait largement souligné l'importance des villes comme lieu de flux des connaissances. Imagawa (2002) met l'accent sur le rôle des technologies à double sens qui permettent la transmission à distance des informations et des externalités positives de communications.

Dans son étude, Imagawa (2002) conclut qu'il existe une relation positive entre la concentration et le besoin des TIC. Toutefois, ces informations échangées par le biais des technologies à double sens ne sont pas exploitables dans tous les cas, elles nécessitent des rapports préalables et même des relations de face-à-face afin de décrypter le coté tacite des connaissances.

3.2 TIC Face Aux Contraintes Du Face-À-Face

Dans la littérature, la plupart des auteurs mettent en évidence la complémentarité entre les deux voies de transmission de la connaissance. Dans ce sens, un grand nombre de contacts face-à-face entre acteurs peut être complété par des communications *via* les TIC et vice-versa (Gaspar et Glaeser, 1998).

Selon Thrift (1996), dans le processus d'interprétation de l'information au sein des centres financiers et plus exactement lors de la sélection des informations pertinentes, le recours aux contacts face-à-face paraît indispensable pour augmenter la capacité d'absorption des entreprises. Ces interactions de face-à-face couplées des TIC ont été mises en valeur également dans l'étude de Jovanovic et Rob (1989) qui soulignent le caractère intrinsèque des rencontres directes entre qualifiés et non qualifiés au cours d'un processus d'apprentissage par imitation.

Nous pouvons conclure à un double rôle des TIC dans la production des connaissances. Tout d'abord, elles modifient relativement la nécessité des contacts face-à-face et déterminent également le niveau à partir duquel les interactions directes entre acteurs sont indispensables. Nous assistons ici à un effet de substitution entre les deux moyens de transfert des connaissances qui peut réduire dans certains cas le rôle des agglomérations urbaines.

Ensuite, à partir d'un certain niveau de développement, les TIC créent de nouvelles possibilités d'échanges de connaissances, et par conséquent, elles augmentent la quantité des contacts face-à-face dont les acteurs ont besoin dans chaque interaction.

Les approches basées sur l'apprentissage insistent plutôt sur le rôle de « la communauté épistémique » dans le transfert de la connaissance.

Les études qui ont été réalisées aux Etats-Unis (Gaspar, 1996; Glaeser et Gaspar, 1998) et au Japon (Imagawa, 2002) confirment la complémentarité entre les TIC et la concentration spatiale des activités et nous permettent de tirer les conclusions suivantes:

Imagawa (2000) remarque que lorsque le taux des appels téléphoniques atteint 80% pour les téléphones fixes et 79% pour les téléphones cellulaires au sein d'une agglomération, les contacts face-à-face atteignent 91% dans la même agglomération, ce qui explique l'importance de la complémentarité du facteur géographique et des TIC. Les résultats empiriques de cette étude confirment la corrélation entre les TIC et les contacts face-à-face qui est toujours positive et sa significativité diminue avec l'éloignement mais elle reste positive ce qui remet en cause l'hypothèse d'un remplacement des contacts face-à-face (mesurés par le transport des personnes) par les communications téléphoniques;

Ces études confirment l'existence d'une complémentarité entre les TIC et les contacts face-à-face mais elles restent incomplètes dans la mesure où la question de la dimension spatiale des externalités de connaissances scientifiques n'est pas abordée.

3.3 TIC ET EXTERNALITÉS DE CONNAISSANCES, QUEL RAPPORT ?

Nous exploitons les résultats de l'étude de Stevens Rayburn S. et Bouton N. dans le domaine de l'astronomie en 1998, pour conclure que la préférence des individus pour les informations électroniques facilement accessibles diminue considérablement le recours aux formats de publications traditionnelles en l'occurrence le format papier.

Dans le secteur informatique, Lawrence (2001a), montre qu'en moyenne, les auteurs citent les articles électroniques 2,6 fois plus que les articles format papier et il a confirmé que ce n'est pas en raison de leur importance scientifique ou de leur volume d'information mais grâce à leur accessibilité. Cependant, que cela soit les articles électroniques ou les articles en version papier, il s'agit du même mode de transmission de la connaissance et cela n'affecte en aucun cas le rôle des contacts face-à-face dans la diffusion des externalités de connaissances.

Ainsi, les conférences sont des occasions d'échanges informels et de partage de connaissances tacites entre collègues. Elles permettent, également, de nouer des contacts avec des spécialistes, des responsables de revues scientifiques, des personnes qui veulent travailler en collaboration, etc. Bien entendu, ce rôle ne peut jamais être remplacé par la vidéo conférence qui se caractérise par des difficultés liées à la communication interpersonnelle et au contexte de la gestuelle qui déforme l'intention initiale des participants selon Duarte et Snyder (2001).

Pour prouver le contraire, Crawford (1996) avait demandé aux participants d'une vidéo conférence en chimie leurs avis sur l'intérêt de la vidéo conférence. Les réponses ont révélé une grande appréciation de ce mode d'interaction en raison de:

- L'absence des coûts de transport liés aux déplacements;
- La bonne qualité des discussions et le temps donné pour faire des commentaires;
- Un accès égal pour tous, contrairement aux conférences dont la participation exige un certain nombre de conditions.

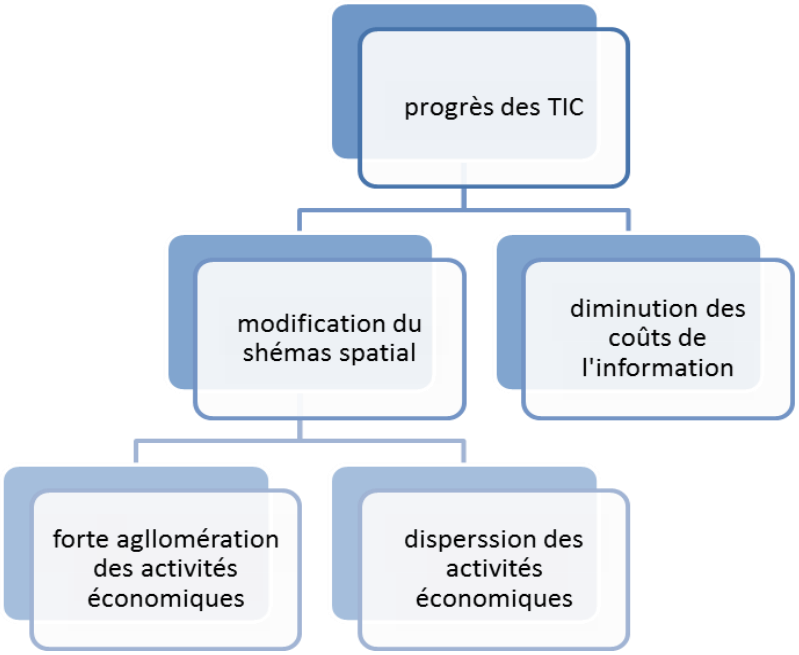
En définitive, le développement des moyens de communication participe nettement au renforcement des contacts face-à-face et du rôle de la proximité géographique, la grande concentration des TIC dans les districts industriels comme la Route 128 en est la preuve.

4 DYNAMIQUE D'AGGLOMÉRATION DES ACTIVITÉS DE R&D VS TIC

Deux visions différentes de l'influence de la révolution des TIC sur l'agglomération des activités de R&D seront exposées. La première est statique se basant sur l'économie géographique, tandis que la seconde est dynamique se référant à la croissance endogène avec déterminant géographique.

4.1 LA VISION STATIQUE

A ce niveau, Henderson et Mitra (1996) soulignant une corrélation négative entre le niveau des échanges entre deux villes, les moyens de communication et la distance kilométrique qui les sépare. Dans ce sens, mettent en valeur le rôle des coûts de transport, le prix des loyers et les possibilités de communication dans le processus d'agglomération, et précisent qu'une baisse des coûts de l'information[1] ne laisse pas les entreprises indifférentes et font Leur choix selon le mécanisme suivant:



4.2 LA VISION DYNAMIQUE

SelonCairncross, (2001, p.16), « To allow communications to work their magic, poor countries will need sound regulations, open markets, and above all, widely available education. Where these are available, countries with good communications will be indistinguishable. They will all have access to services of world class quality. They will be able to join a world club of traders, electronically linked, and to operate as though geography has no meaning. This equality of access will be one of great prizes of the death of distance ». Les TIC permettant la communication à distance de manière continue à faible coût etpourraient favoriser le décloisonnement des interactions technologiques et par conséquent un possible redéploiement de certaines activités dans les zones peu denses annonçant ainsi le déclin des villes. Cependant, le développement des TIC n'influe pas de la même façon sur toutes les activités et toutes les régions. Venables, 2001 souligne que Certaines activités restent peu sensibles à ce changement technologique qui peut affecter les coûts de recherche, les coûts de transport, les coûts de contrôle et de management et les coûts liés aux délais de communication entre les agents

5 LA CONCENTRATION INÉGALE DES NOUVELLES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE COMMUNICATION

5.1 ETAT DES LIEUX

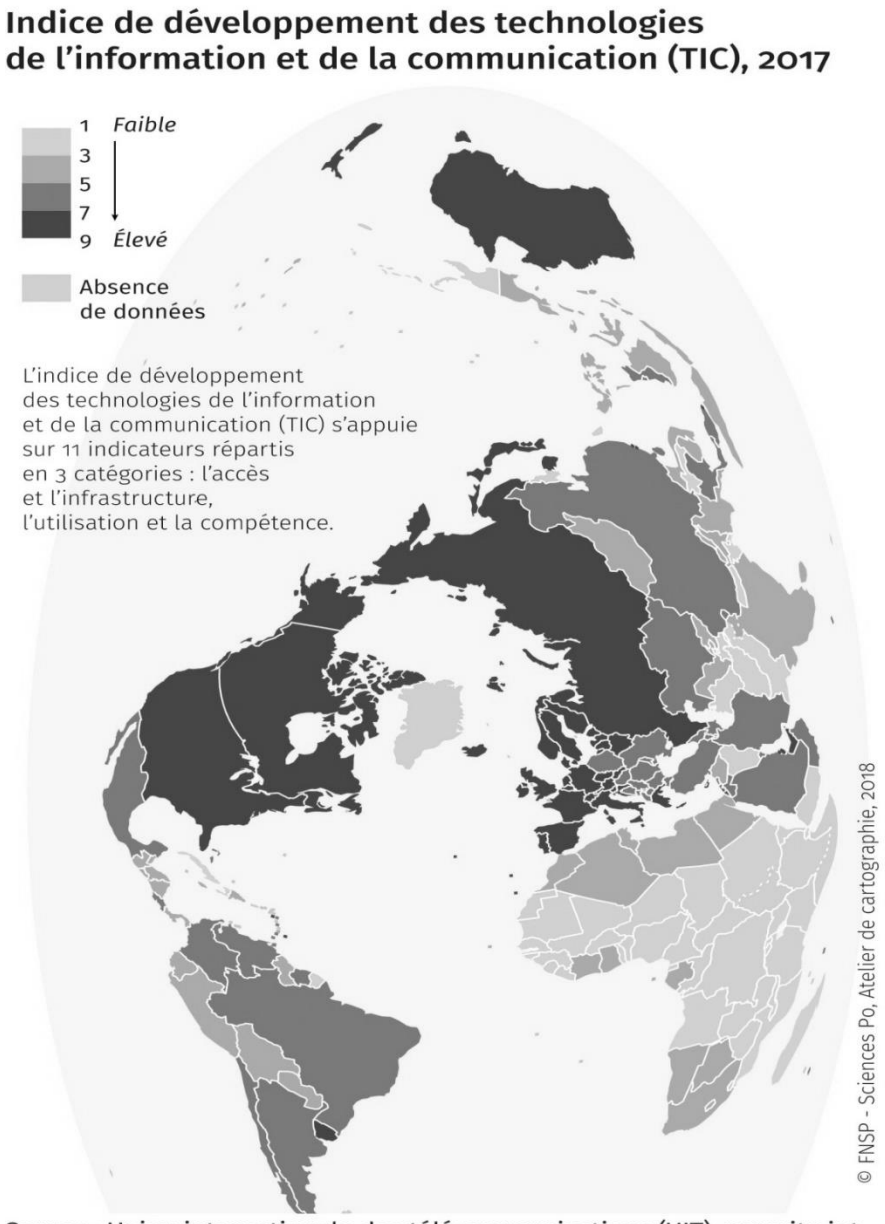
Au niveau de Europe, la zone nommée « great central banana » qui s'étend de Londres aux Pays-Bas en passant par l'Allemagne, la Suisse et le nord de l'Italie est caractérisée par la production des technologies d'information à l'image des Etats-

[1] Quand les coûts de l'information baissent, les forces d'agglomération augmentent, mais lorsque cette baisse dépasse un certain seuil, une dispersion de l'activité économique pourrait être attendue.

Unis d'Amérique, alors que la zone small Nordique potato[2] est essentiellement caractérisée par les technologies de communication.

S'agissant de la France, les travaux confirment une forte concentration de la production des TIC à l'Ile-de-France et au Midi-Pyrénées qui occupent la première place, viennent ensuite les régions du Nord et de l'Est excepté l'Alsace dont la production des TIC est non significative. Au niveau de l'utilisation des TIC, la région parisienne est la première par excellence et en second rang les régions Paca et Languedoc Roussillon et enfin la région du Centre est et le Sud-ouest.

Aux Etats-Unis, la SiliconValley occupe la première place, vient ensuite la banlieue de Boston nommée « la Route 128 » et en dernier rang viennent la ville de Seattle et la banlieue urbaine de Northern de Virginia.



Source : Union internationale des télécommunications (UIT), www.itu.int

[2] Il s'agit de la zone d'Helsinki et Stockholm.

5.2 LES RAISONS DE CES INÉGALITÉS

Afin d'interpréter ces inégalités, selon Florida (2001b), il faudrait comprendre les stratégies de localisation des TIC qui consiste à l'interaction entre plusieurs facteurs[3]:

- Les talents (Florida, 2001b);
- Le capital humain qualifié (Glaeser et al. 2001 et Lucas, 1988);
- Les investisseurs (Horvath, 2001);
- Les réseaux d'infrastructures métropolitains

Les entreprises opérant dans les TIC cherchent toujours à s'implanter dans les territoires à forte demande pour amortir leurs coûts fixes liés aux infrastructures numériques. Suire (2003) insiste sur l'intervention de l'Etat pour diminuer l'exclusion de ces zones qui sont, dans la plupart des cas, rurales. il met en évidence la géographie bohème de Florida (2001b) en raison de l'aspect créatif des TIC qui repose sur une combinaison d'idées et de routines dans le cadre d'un réseau social, ce qui permet d'augmenter les capacités individuelles à innover.

A ce niveau, Suire, 2003insiste sur l'effet d'agglomération et l'effet pingouin. Le premier correspond aux externalités résultant de la localisation au sein d'un espace donné et favorisé par la proximité géographique. Le second est lié aux externalités. Dans cette perspective, l'arrivée des premières firmes permet aux autres d'économiser les coûts d'adaptation au nouvel environnement, aux coûts de la recherche et à la réduction de l'asymétrie de l'information ce qui enclenche le processus de rétroaction positive selon Manski (2000).

La complémentarité entre l'effet de réseau et l'effet pingouin permet une certaine stabilité au sein de l'agglomération Suire (2003), c'est ainsi le cas de la sixième avenue à New York présenté par Caplin et Leahy (1998). En effet, « Bed Bath &Beyond » est la première arrivée sur la sixième avenue. Elle possédait un signal plus fort que les autres firmes, ce qui lui avait permis de prendre l'initiative (effet pingouin). Cette initiative prise par « l'adoptant leader » encourage par la suite les autres firmes qui étaient en attente de s'implanter pour bénéficier des externalités de réseau qui augmentent au fur et à mesure avec l'augmentation des nouvelles firmes arrivées sur le site, et là il s'agit d'un effet de réseau.

En résumé, c'est l'effet pingouin qui entraine le processus d'agglomération des firmes du secteur TIC et par la suite c'est l'effet réseau qui permet la consolidation de ce processus.

6 LA CLASSIFICATION DES CANAUX DE COMMUNICATION

Face aux problèmes de la nature tacite de certains savoirs, les agents peuvent opter pour la codification afin d'éviter ces obstacles. Les TIC peuvent baisser les coûts de la codification des connaissances, faciliter la codification des connaissances qui sont difficilement formalisables et par conséquent, augmenter les possibilités de communications virtuelles. Ces communications peuvent se heurter, parfois, aux problèmes de passagers clandestins souligné par Steinmueller (2000), qui insiste sur l'instauration des mécanismes d'incitation afin d'éviter ces phénomènes qui baissent la valeur économique de la codification.

Deux types de travaux peuvent être représentatifs de la littérature dans ce domaine. Il s'agit des béhavioristes qui se réfèrent à la confiance et des économistes de proximité à l'image d'Alain Rallet (1997) et d'André Torre (1998) qui classifient les TIC selon la nature de la coopération. L'approche fondée sur l'économie de proximité insiste sur le rôle indispensable des TIC dans le processus de coopération et établit une classification des TIC en fonction de la nature des interactions (ces dernières peuvent être directes ou indirectes, codifiées ou tacites).

Au début de cette classification, nous trouvons les outils d'automatisation de la coopération dans lesquels sont définis les programmes et le contenu à l'avance et après sont exprimés en algorithmes selon Rallet (1997). Puis les outils de consultation et de partage de l'information selon un langage commun qui permet des interactions indirectes à travers une centralisation de l'information et une décentralisation des centres de recherche[4]. Enfin les outils de communication qui ont le même principe de face à face à savoir l'aspect direct de la coordination et la non codification des connaissances.

[3]Suire (2003) « Stratégies de localisation des firmes du secteur des technologies de l'information et de la communication : du cyber- district au district lisière ».

[4] Emilie-Pauline Gallié, Journée des doctorants, GDRTIC, 3-4 octobre (2002).

Quant aux béhavioristes, Bos, Gergle et Olson (2001) mettent en évidence le rôle de la vidéo-conférence pour créer la confiance dans les relations de coordination. Pour ces auteurs, la vidéo-conférence est en tête de la classification des TIC, après nous trouvons le chat, et en dernière position, le téléphone.

Gallié et Guichard (2002), dans leur étude, ils exploitent le dilemme de prisonnier afin d'analyser l'émergence de la confiance via quatre canaux de communication: le chat, la vidéo-conférence, le téléphone, et le face-à-face.

Tableau 1. Canaux de communication et leur échelle de qualité

Type de communication	Echelle de qualité
Texte	1
Son	2
Image	3
Face à face	Max

Source: Gallié et Guichard (2002)

Afin de cerner l'influence des TIC sur le besoin de la proximité géographique, nous avons démontré que:

- LesTIC peuvent remplacerle rôle du facteur géographiquelorsqu'il s'agit de l'échange d'une simple information facilement formalisable. Dans le cas des connaissances tacites, complexes et irrégulières, le face-à-face s'impose.
- La multiplication des possibilités de transmission d'informations augmente simultanément le besoin de rencontres entre agents, les entreprises ont besoin d'une capacité d'interprétation de ces informations pour pouvoir les utiliser et les transformer en connaissances. Pour y arriver, des rencontres de face-à-face sont indispensables.
- L'appartenance aux réseaux augmente les externalités générées par l'utilisation des TIC et diminue les coûts dus à la complémentarité et au besoin de coordination. Mais cela crée, en même temps, des inégalités spatiales dans l'accès aux TIC et défavorise la capacité d'absorption et de diffusion des connaissances des entreprises qui ne bénéficient pas d'externalités de réseaux.
- L'augmentationd'utilisation des TIC n'a pas stoppé le processus de polarisation des activités comme le prouvent les études réalisées par N. Nassiri, (2002); Rochaix, (1997) ainsi que Suire et Vicente (2003) dans le domaine de la santé[5].
- Enfin, nous pensons, comme Suire, 2003, que l'Etat doit promouvoir ses territoires à l'attractivité des TIC afin de remédier aux inégalités de l'accès à ces technologies et favoriser un processus d'innovation nationale.

7 CONCLUSION

Dans cet article, nous avons insisté sur la complémentarité entre les TIC et la proximité géographique comme un grand nombre d'études théoriques et empiriques dans le domaine. En effet, nous pensons que les TIC, même dans leurs formes les plus sophistiquées, ne peuvent remplacer complètement le rôle de la proximité géographique. Cette dernière est moins indispensable dans des stades ou l'information est facilement formalisable mais lorsque le besoin de transformation de l'information en connaissance est à l'ordre du jour, le face-à-face devient une nécessité.

REFERENCES

[1] Basant, R. (2002). Knowledge Flows and Industrial Clusters: An analytical review of literature, *Working Papers,* N°40, East West Center.
http://www.eastwestcenter.org/stored/pdfs/ECONwp040.pdf.

[2] Bos, N.D., Gergle, D., Olson, J.S., et Olson, G.M. (2001). Being there versus seeing there: Trust via video.In Proceedings of CHI 2001, *Short papers*. New York: ACM Press.

[5] Dans un rapport scientifique de R. Suire et J. Viccute (2003) sous le thème : « TIC et réorganisation spatiale des activités économiques :Développements théoriques et application aux services de santé ».

[3] Bradbury, K., Kodrzycki, Y., et Tannenwald, R. (1997). The Effects of State and Local PublicPolicies on Economic Development: An Overview', *New England Economic Review,* March/April 1997, pp. 1-12.

[4] Cairncross, F. (2001). *The death of distance,* Harvard Business School Press, Cambridge.

[5] Caplin, A. et Leahy, J. (1998). Miracle of Sixth Avenue: information externalities and search, *The Economic Journal,* N° 108, pp. 60-74.

[6] Cornford, J., Gillespie, A. et Richardson, R. (2000). Regional development in the information society, in Ducatel, K, Webster J and Herrmann W (Eds.), The Information Society in Europe: Work and Life in *an Age of Globalization, Rowan & Littlefield,* pp. 21-44.

[7] Duarte, D. et Snyder, N. (2001). *Mastering Virtual Teams,* Jossey Bass, SanFrancisco.

[8] Florida, R. (2001b). *The geography of bohemians,* Carnegie Mellon University, 24 p.

[9] Gale, F.H. (1998).Labor Productivity and Wages in Rural and Urban Manufacturing Plants, *The Review ofRegional Studies,* Vol. 28, N° 1, pp. 13-26.

[10] Gale, F.H. (1997). Is There A Rural-Urban Technology Gap? Results of the ERS Rural Manufacturing Survey.*Agriculture Information Bulletin Number 736-01,* United Stats Department of Agriculture.

[11] Gallié, E.P. et Guichard, R. (2002). The impact of ICT sophistication on geographically distant networks: the case of plasma physics as seen from France, *NPRNet Conference,* March 21-23, 2002, Brighton, 29p.

[12] Gaspar, J. et Glaeser, E.L. (1998). Information technology and the spatial structure of cities, *Journal of Urban Economics,* vol. 43, N° 1, pp. 136-156.

[13] Glaeser, E.L., Kallal, H.D., Scheinkman, J.A. etShleifer, A. (1992). Growth in cities, *Journal of Political Economy,* vol. 100, N° 6, pp. 1126-1152.

[14] Henderson, V. et Mitra, A. (1996). The new urban landscape: Developers and edge cities *Regional Science and Urban Economics,* vol. 26, p. 613-643.

[15] Horvath, M. (2001). Imitating SiliconValley: regional comparisons of innovative activity based on venture capital flows, *Working paper,* Stanford Institute for Economic Policy Research, Stanford University, Stanford, CA.

[16] Hwang, J.H. (1998). Computer networks and the reorganization of corporate space: the case of the Koreanelectronics industry, *Papers in Regional Science: The journal of the RSAI,* Vol. 77, N° 2, pp. 131-154.

[17] Imagawa, T. (2002). Economic analysis of telecommunication, technology and cities in Japan, TagaShuppan.

[18] Jovanovic, B. et Rafael, R. (1989). The growth and diffusion of knowledge, *Review of Economic Studies,* Vol. 56, N°4, pp. 569-582.

[19] Lawrence, S. (2001a). On line or invisible, *Nature,* Vol. 411, N° 6837, p. 521.

[20] Lawrence, S. (2001b). *Access to scientific Literature,* The *Nature* Yearbook of Science andTechnology, D. Butler, ed., Macmillan, Londres, pp. 86-88.

[21] Lucas, R. (1988). On the mechanics of economic developement, *Journal of Monetary Economics,* Vol. 22, pp. 3-42.

[22] Manski, C.F. (2000). Economic analysis of social interactions, *Journal of EconomicPerspectives,* Vol. 14, pp. 115-136.

[23] Marshall, A. (1890). *Principes d'économie politique,* Gordon &Breach, Paris, Londres, New York, réédition 1971, tome 2, p. 576.

[24] Rallet, A. et Brousseau, E. (1997). Le rôle des technologies de l'information et de la communication dans les changements organisationnels, in *Economie de la connaissance et des organisations,* Guilhon B, Huard P., Orillard M, Zimmernann JB (Eds.), L'Harmattan, Paris, pp. 286-309.

[25] Rochaix, L. (1997). Asymétrie d'information et incertitude en santé: les apports de la théorie des contrats, Nouvelles approches microéconomiques de la santé, *Economie et Prévision,* N°129-130, Juillet-Septembre, 1997, pp. 11-25.

[26] Steinmueller, W.E. (2000). Will new information and communication technologies improve the «codification» of knowledge? *Industrial and corporate change,* Vol. 9, N° 2, pp. 361-376.

[27] Stevens-Rayburn, S. etBouton, E. (1998). If it's not on the web, it does not exist at all. Electronicinformation resources: myth and reality, Library and Information Services in Astronomy III, *ASP Conference Series,* vol. 153.

[28] Suire, R. (2003). Stratégies de localisation des firmes du secteur des Technologies de l'Information et de la Communication: Du cyber-district au district lisière, *Géographie, Economie, Société,* pp. 379-397.

[29] Thrift, N. (1996). New urban eras and old technology fears, *Urban Studies,* vol. 33, N° 8.

[30] Venables, A.J. (2001). Geography and International Inequalities: the impact of new technologies, *World Bank Conference on Development Economics,* Washington May.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1378-1395
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Evaluation de la performance multidimensionnelle des Organisations de Producteurs (OP) dans les régions Camerounaise et Tchadienne du Bassin du Lac Tchad

[Assessment of Farmer Organizations (FOs) multidimensional performance in the Cameroonian and Chadian regions of the Lake Chad Basin]

Julie Fabiola Njambe[1], Placide Zoungrana[2], and Coffie Francis José N'Guessan[2]

[1]Université Félix-Houphouët BOIGNY, Centre d'Excellence Africain en Changement Climatique, Biodiversité et Agriculture Durable (CEA-CCBAD), Abidjan, Côte d'Ivoire

[2]Université Félix-Houphouët BOIGNY, Centre Ivoirien de Recherches Economiques et Sociales, Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2023 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: Modern Farmer Organizations (FOs) since the 90s have been advocated as solutions to the problems of small producers, particularly in the Cameroonian and Chadian regions of the Lake Chad Basin which have been affected by several security and environmental crises. Despite the proliferation of this organisations in the area, till date, the trend in the region reveals that FOs are underperforming and unsustainable. Adopting a multidimensional approach to assess the performance of 51 FOs in the study area and profile successful FOs, we built a composite performance indicator of FOs using multiple correspondent analysis. The Ascending hierarchical cluster method was used to classify producers by performance. The results show that 8.94% of producers are in good-performance FOs, 51.4% in medium-performance FOs and 39.66% in poor-performance FOs. The success profile of FOs shows that the factors that contribute most to their performance are having: experienced office members, a manager with good level of education, resources coming from diversified activities, a well-structured leadership and a motivation oriented towards diversification, storage or processing. FOs in rural areas, FOs led by women and Groups in Chad are the most affected by the performance problem. The heaviest constraints as perceived by low-performing FOs are related to the lack of capital and flood problems, while successful FOs complaint about low prices in the market and climate change.

KEYWORDS: Farmer organisation, cooperative, multidimensional performance, composite indicator, multiple correspondence analysis, success profile.

RESUME: Les Organisations de producteurs (OP) modernes depuis les années 90s ont été prônés comme solutions aux problèmes des petits producteurs en particulier dans les régions camerounaises et tchadiennes de bassin du Lac Tchad qui ont été affectées par plusieurs crises sécuritaires et environnementales. Malgré le pullulement de ses organisations dans la zone depuis lors, les tendances révèlent que les OP sont peu performantes et peu viables. Adoptant une approche multidimensionnelle pour évaluer la performance de 51 OP et faire un profilage des OP à succès, nous avons construit un indicateur composite de performance des OP au moyen de l'analyse des correspondances multiples. La méthode de classification ascendante hiérarchique a été utilisé pour ranger les producteurs par classe de performance. Les résultats montrent que 8.94% des producteurs sont dans des OP à bonne performance, 51.4% dans des OP à performance moyenne et 39.66% dans des OP à faible performance. Le profilage montre que les facteurs qui contribuent le plus à la performance sont avoir: des membres de bureau expérimentés, un dirigeant qui a un bon niveau d'instruction, des ressources qui proviennent de plusieurs activités, un leadership bien structuré et une motivation orientée vers la diversification, le stockage ou la transformation. Les OP dans la zone rurale, les OP dirigés par des femmes et les Groupements au Tchad sont les plus touchés par le problème de performance. Les contraintes les plus pesantes tels que perçu par les OP à faible performances sont liés à l'insuffisance du capital et la survenance d'inondation par contre les OP performantes se plaignent des bas prix sur le marché et le changement climatiques.

MOTS-CLEFS: Organisation de producteurs, coopératives, performance multidimensionnelle, indicateur composite, analyse des correspondances multiples, profil de succès.

Corresponding Author: Julie Fabiola Njambe

1 INTRODUCTION

La notion de performance d'une entreprise ou d'une firme est une notion complexe et revêt un caractère multidimensionnel. En effet, les approches monétaires et financières conventionnelles qui servaient à évaluer l'efficience de la firme sont limitées et non englobantes. Selon [1], une mesure globale de la performance est l'agrégation des performances économiques, financières mais également sociales et environnementales. [2] fait le constat que dans la pratique la performance est un mot-valise, un concept flou et multidimensionnel qui en définitive ne prend de sens que dans le contexte dans lequel il est employé. [3] s'intéressant à la signification même du mot performance, dans le champ de la gestion, a montré que ce mot peut être pris dans trois sens primaires: la performance-succès (ce sens contient un jugement de valeur, au regard d'un référentiel, qui représente la réussite du point de vue de l'observateur), la performance-résultat (il s'agit d'un résultat ex post d'une action obtenue sans jugement de valeur) et enfin la performance-action (c'est-à-dire la mise en acte d'une compétence qui n'est qu'une potentialité). C'est dans ce sens que la performance d'une entreprise peut se mesurer sous différents angles et une évaluation holistique consisterait à prendre en compte toutes les dimensions de ladite performance.

Dans le contexte des coopératives[1] et des organisations de producteurs (OP) [2] en général, la mesure de la performance est davantage complexe et polysémique en raison de la dualité de la nature de ces organisations. Avant les années 70, il existait deux grandes pensées distinctes, ceux qui soutenaient [4] qui ont modélisée la coopérative comme une firme, et ceux qui la considèrent plutôt comme une forme d'intégration verticale axée sur les relations entre les membres (les mandants) et leur organisation (l'agent) suivant [5]. En tant qu'organisation commerciale ou firme, l'objectif principal de l'OP serait de générer un avantage comparatif lui permettant de rivaliser sur le marché avec d'autres organisations professionnelles. En tant que groupes sociaux qui organisent des actions collectives pour résoudre des problèmes communs, les OP ont pour but d'améliorer le bien-être et les moyens de subsistance de ses membres ([6]). Pour réussir en tant qu'organisation d'entraide, une OP devrait mettre ainsi l'accent sur ses valeurs, ses règles, les droits des membres, leurs participations actives et sa structure organisationnelle afin de créer des solutions plausibles, durables et efficaces par le biais d'une action collective [7], présentant un aperçu de cette dichotomie, affirme que le modèle de [4] jouissait d'un plus grand soutien parmi les économistes bien qu'il soit fondé sur la théorie néoclassique de la firme, théorie pourtant controversée et limitée (voir [8], [9]). Les études plus récentes ont reconnu que ce débat n'était pas nécessaire car, les coopératives et les OP ont en réalité une nature duale, et doivent être traitées simultanément comme une firme et comme un groupe social (organisation). De ce fait, l'évaluation de la performance des OP doivent pouvoir englober les différentes casquettes qui leurs sont allouées. Pourtant, malgré ces consensus idéologiques théoriques, [2] soulève que de nombreuses questions existent au niveau de la conceptualisation et de la modélisation. De manière pratiques qu'elles sont les facteurs à intégrer dans l'évaluation de la performance des OP et comment les modéliser ? Certes, les mesures utilisées pour rendre compte de la performance doivent intégrer la profitabilité, la comparabilité avec les entreprises mais celles-ci doivent également prendre en compte le respect des valeurs et principes[3] des OP qui concourent au succès et à la durabilité de celles-ci.

C'est dans ce contexte que [10] avait proposé une synthèse des critères de viabilité des OP et propose trois ensembles de critères à savoir: La satisfaction des besoins à la base (besoins matériels et individuels, sociaux et collectifs); l'appropriation de l'expérience collective (le degré d'initiative interne, la rentabilité économique, le contrôle de gestion, la gestion des conflits); et l'ouverture sur l'extérieur (la présence d'un leader, l'ouverture à de nouveaux membres, la recherche de nouveaux partenaires, la qualité des relations avec l'encadrement). En 2014 l'Organisation mondial du travail ([11]) adopte une approche analogue pour évaluer les coopératives agricoles en Cisjordanie. [12] quant à lui propose de regrouper ces critères ou facteurs de performance des OP en 5 dimensions: la motivation organisationnelle, objectifs et représentativité; le développement économique de la coopérative et diversification des ressources; la capacité organisationnelle ou gestion de la coopérative; l'impact socio-économique sur l'environnement local et les relations extérieures ou contexte externe. Ce dernier propose alors de construire un indice composite de performance des OP permettant d'intégrer la pluri dimensionnalité de ladite performance. C'est dans ce sillage que la présente recherche s'inscrit.

[1] L'Alliance Coopérative Internationale (ACI) définit la coopérative comme « une association autonome de personnes unies volontairement pour répondre à leurs besoins économiques, sociaux et culturels et aspirations communes par le biais d'une entreprise détenue conjointement et contrôlée démocratiquement ».

[2] Organisations de Producteurs (OP) comprennent l'un des éléments suivants : Les OP à caractère économique (groupements d'agriculteurs, pré-coopératives et coopératives agricoles), les associations d'agriculteurs et syndicats et les chambres d'agriculture.

[3] Il y'a 7 principes de bases que les coopératives doivent respecter à savoir : 1) l'adhésion volontaire et ouverte à tous ; 2) le contrôle démocratique des membres ; 3) la participation économique des membres ; 4) l'autonomie et l'indépendance ; 5) l'éducation, les formations et l'information ; 6) la coopération entre coopératives ; et 7) l'intérêt pour la communauté. Les valeurs sont : l'auto-assistance, la démocratie, la responsabilité personnelle, la solidarité, l'équité et l'égalité.

1.1 CONTEXTE ET PLACE DES OP EN AFRIQUE SUBSAHARIENNE

Historiquement, en Afrique Subsaharienne, la littérature révèle que les problèmes des OP ont souvent été liés à la non prise en compte de leurs différentes casquettes et responsabilités. En effet, la raison même de l'échec des premières formes de coopératives en Afrique Subsaharienne dans les années 1980s avait été dû au non respects des valeurs et principes de base des coopératives. Plusieurs auteurs ont révélé qu'elles étaient juste des coopératives de nom pas de nature (voir [13], [14]). Depuis les années 1990s les gouvernements ont effectuées plusieurs réformes dans le but de développer un environnement favorable aux OP modernes. L'on se serait attendu à ce que la littérature rapporte le succès fulgurant des OP en Afrique Subsaharienne suite à ces réformes, malheureusement, les résultats de celles-ci demeurent mitigés. L'enjeu de l'intervention des OP et coopératives dans le secteur agricole ne s'est pourtant pas amoindri.

En effet, ce sont les différentes contraintes auxquels les petits exploitants sont confrontés qui motive et adoube la recherche de solutions tels que la solution coopérative. Il y'a plus de deux mille ans, Paul (2 Timothée 2: 6) [15] pouvait faire dire que le cultivateur qui a travaillé est le premier à jouir de ses fruits mais dans nos sociétés c'est l'occurrence contraire qui se vit. Il ne s'agit pas d'une problématique contemporaine bien que très actuelle particulièrement en Afrique Subsaharienne ou les petits exploitants produisent 80% de la nourriture mais eux même vivent dans la précarité et l'insécurité alimentaire [16]. A nos jours, cette situation attire l'intérêt tous, les Nations Unies s'étant fixées plusieurs cibles y relatifs dans le cadre de la définition des Objectifs de développement durable (ODD). Pour atteindre ses objectifs, les états et les organismes internationaux y compris la [17] soutiennent que « *les coopératives peuvent apporter et offrent effectivement des solutions efficaces pour surmonter toutes les difficultés que rencontrent les petits exploitants agricoles,…, si le mouvement coopératif relève ce défi et s'empare de l'immense potentiel qu'elle a devant elle, et qu'elle l'intègre pleinement, nous serons capables d'éliminer la faim d'ici 2030* ».

1.2 LA PLACE ET LES FORMES D'OP DANS LES PARTIES CAMEROUNAISE ET TCHADIENNE DU BASSIN DU LAC TCHAD

La cardinalité du développement des OP dans le contexte spécifique du bassin du Lac Tchad, se justifie dans le fait que la vulnérabilité des petits exploitants est aggravée dans la zone par la survenance de successions de crises environnementales et sécuritaires (rétrécissement du bassin de près de 90% de sa superficie depuis 1960, l'insurrection du groupe armé Boko Haram depuis 2009, la pandémie de COVID-19). Ces crises ont déplacé des millions de personnes et ont entravé l'accès aux terres et aux actifs agricoles, provoquant des besoins humanitaires immenses dans le bassin. Dans ces conditions depuis les années 90s, plusieurs formes d'OP sont nées et se sont répandus dans la zone. En 2013, une innovation importante a été faite pour les pays d'Afrique centrale et occidentale. Il s'agit du neuvième acte uniforme de la loi OHADA du 15 mai 2013 relatif aux coopératives qui a été signé par les gouvernements dans le but d'harmoniser et de trouver des formes organisationnelles plus simplifiées adaptées au contexte en Afrique Centrale et de l'Ouest. La mise en application de cette acte a défini deux types de coopératives: la coopérative simplifiée et la coopérative à conseil d'administration. La première forme s'adapte aux groupes villageois et constitue un réel avantage pour les agriculteurs, car elle peut être composée d'un petit nombre (5 membres). La coopérative avec un conseil d'administration quant à elle, exige au moins 15 membres et sa constitution est compliquée ainsi que ses organes de direction. Il faut souligner cependant qu'à nos jours cette législation n'a pas encore été totalement mise en application tant au Cameroun qu'au Tchad, il existe encore majoritairement les OP sous les formes des règlementations antérieures. Le tableau 1 fait l'état des formes d'OP dans la zone.

Tableau 1. Les formes d'OP existant au Tchad et au Cameroun

Formes d'OP au Cameroun	Formes d'OP au Tchad	Activité économique autorisé
Association	Association	Non
GIC	Groupement	Oui
GIE	Groupement à vocation Coopératives	Oui
Coopérative simplifiée	Coopérative simplifiée	Oui
Coopérative avec conseil d'administration	Coopérative avec conseil d'administration	Oui
Union, fédérations et confédération	/	Oui
Syndicats	Syndicats	Non

1.3 LES OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

La question de la détermination des facteurs qui assureraient les succès et la durabilité des OP en Afrique Subsaharienne demeure d'actualité. Quels sont les critères sur lesquelles les OP et les organismes d'aides devraient s'appuyer pour s'assurer que les OP atteignent leur pleine performance ? La présente étude s'inscrit dans le cadre des recherches qui permettrons de dresser un profil d'OP qui

garantirait leur succès en Afrique Subsaharienne en générale et dans le bassin du Lac Tchad en particulier. L'objectif de cette étude est triple:

- Evaluer la performance multidimensionnelle des OP dans les régions de l'Extrême-nord au Cameroun et N'Djamena au Tchad à l'aide d'un indice composite de performance (ICP);
- Dresser un profil de succès des OP;
- Déterminer le lien entre l'ICP et les facteurs socioéconomiques

Dans le but d'atteindre ces objectifs, nous avons circonscrit notre étude exclusivement aux OP à caractère économique formées par les petits exploitants dans la zone d'études. Les coopératives formées d'intermédiaires ou de revendeurs ont été exclus de l'analyse car la cible première de cette étude sont les petits exploitants dans la zone du bassin du Lac Tchad. En adoptant une approche multidimensionnelle d'analyse de la performance à base des données d'enquêtes conjointes ménages et dirigeants des OP, cette étude comble un vide informationnel dans la zone d'étude et adopte un cadre méthodologique de référence à l'évaluation des performances des OP en Afrique subsaharienne. Compte tenu de l'ampleur des problèmes des exploitants agricoles en Afrique subsaharienne, l'urgence est de promouvoir pas seulement toute forme d'organisation mais de vulgariser celles qui seront effectives et performantes, celle qui pourront exhiber leur plein potentiel. Cette recherche se veut ainsi être une orientation pour les petits exploitants, les OP, les gouvernements, les institutions de développement et de recherche dans la zone.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 CHOIX ET DESCRIPTION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Cette dissertation se focalisera sur les Organisations de producteurs et les petites exploitations agricoles du bassin conventionnel du Lac Tchad en particulier dans deux régions: l'Extrême-Nord au Cameroun et N'Djamena au Tchad. Au total 4 départements ont été choisies, 3 à l'Extrême-Nord (le Diamaré, le Mayo Kani et le Mayo Danaï) et le département de N'Djamena. Une première visite exploratoire dans les deux régions nous a permis de cibler les départements et les zones agricoles sur la base des critères suivants: la présence d'OP; la situation sécuritaire dans la zone (il y'a des zones à risques tant dans les parties camerounaises que tchadienne); les recommandations des institutions ressources ACEFA au Cameroun et ITRAD et ANADER au Tchad. Dans le département les villages choisis ont été faites par l'association de la méthode boule de neige et la recommandation des personnes et institutions ressources.

2.2 APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

Dans le cadre de cette étude nous adoptons les approches pluridimensionnelles d'évaluation de la performance qui définissent la performance comme une agrégation de plusieurs facteurs ou indicateurs. Nous adoptons une conceptualisation de la performance des OP pas uniquement en terme de résultats mais également en terme de condition de succès et de performance-action.

2.2.1 SÉLECTION DES INDICATEURS

Nous basant sur les apports de [10] – [12], pour décrire et évaluer la performance des OP dans le zone d'étude, nous allons utiliser un ensemble d'indicateurs repartis dans les 6 dimensions qui suivent.

- **Motivation organisationnelle et représentativité**: il s'agit de l'initiative ayant motivée la création de l'OP, sa raison d'être, ses buts, missions et valeurs, est ce que les membres ont un objectif commun, croient-ils en l'organisation, sont-ils impliqués, le degré de satisfaction des services rendus, est ce que les services rendu répondent effectivement aux besoins des membres
- **La performance économique et la diversification des ressources**: Cette dimension permet d'évaluer la viabilité économique et financière des OP, l'effectivité des services rendus par les OP et leur capacité à générer des surplus de revenus aux membres, l'évolution des fonds propres, des recettes, des avoirs ou équipements ou locaux
- **Capacité organisationnelle ou gestion de la coopérative:** Il s'agit d'une dimension clé de performance de la coopérative pastorale, qui décrit le fonctionnement administratif et financier de cette organisation mais également les qualités de ses dirigeants: leaders et membres du bureau (dynamisme, compétence, capacité de mobilisation et de programmation). Cette dimension renvoie aussi au potentiel d'adaptation et de règlement de conflits entre adhérents et la résilience de l'organisation mis en place par les leaders face aux chocs externes
- **L'ouverture sur l'extérieur:** l'ouverture à de nouveaux membres, la recherche de nouveaux partenaires
- **Impact socio-économique sur l'environnement local:** création d'emploi, dynamisation de l'économie locale et participation aux actions de solidarité sociale
- **Capacité d'adaptation de l'OP aux chocs extérieurs:** L'OP arrive-t-elle à bien gérer les chocs extérieurs (tels les sécheresses, inondations, changement climatique). Elle doit avoir des stratégies d'adaptation innovantes

Concurremment, nous nous appuyons sur les résultats des études antérieurs pour définir de manière spécifique les indicateurs nécessaires à l'évaluation (voir [18] – [23]). Au total 18 indicateurs de base ont été défini.

Tableau 2. Les 18 indicateurs de base

	Indicateurs	Référence	Type	Min	Max
A.	**Motivation organisationnelle et représentativité des membres**	[20] – [22], [24]			
1	Initiative de création de l'OP		Nominal	1	4
2	Les activités répondent-elles aux besoins des membres		ordinal	0	2
3	taux présence et de participation effectives aux activités de l'OP		ordinal	1	5
4	Degré de satisfaction des adhérents des services de leurs OP		ordinal	1	3
B.	**La performance économique et la diversification des ressources**	[10], [25], [26]			
5	Possession de fond propre		ordinal	0	1
6	Les ressources de la coopérative proviennent de plusieurs activités diversifiées		ordinal	0	1
7	Possession d'équipement		ordinal	0	1
8	l'OP est-elle rentable		ordinal	1	3
9	Pourcentage d'utilisation (mise en valeur) des équipements				
C.	**Capacité organisationnelle ou gestion de l'OP**	[18], [27]			
10	Structure du leadership		Nominal	1	4
11	critère de sélection des membres du bureau		Nominal	1	4
12	les membres du bureau sont -ils formés		ordinal	0	1
13	niveau d'instruction du leader		ordinal	1	9
14	Organisation et tenue effective des activités		ordinal	0	1
15	Le dirigent croit-il et conseillerait il cette OP a quelqu'un d'autre		ordinal	1	3
D.	**Capacité d'adaptation de l'OP aux chocs extérieurs**	[18]			
16	L'OP arrive elle a bien gérer les chocs extérieurs (tels les sécheresses, inondation, changement climatique)		ordinal	1	3
E.	**L'ouverture sur l'extérieur**	[10]			
17	l'op jouit elle d'un financement externe		ordinal	0	1
F.	**Impact socio-économique sur l'environnement local**	[22]			
18	l'OP a-t-elle des employés		ordinal	0	0

2.2.2 CHOIX DE LA MÉTHODE D'AGRÉGATION

Les méthodes d'agrégation d'indicateur en indice composite ont majoritairement été utilisées dans la littérature dans l'évaluation de la pauvreté ou encore du bien-être. En construisant un indice composite de bien-être elles permettent d'incorporer les dimensions non monétaires de bien-être ([28], [29]). Ces approches ont également été utilisées dans d'autres secteurs de développement à savoir le secteur de l'emploi, de la santé… Dans l'analyse de performance des OP, plusieurs études ont fait ressortir plusieurs indicateurs de performance, cependant, les études proposant une agrégation de ces indicateurs en indice composite sont assez rares, nous pouvons citer entre autres les travaux de [11] et de [12].

Il existe plusieurs approches d'agrégation en indice composite, parmi lesquelles on peut citer les méthodes d'inertie, les méthodes d'entropie, et dans une certaine mesure, la logique des ensembles flous ([29]). Les deux dernières approches qui nécessitent des paramètres de pondérations préalables ont été critiquées pour leur nature relativement arbitraire dans la définition de leur forme fonctionnelle ([29]). Les méthodes d'inertie par contre permettent de construire un indicateur composite avec le moins d'arbitraire. Elles ont été développées par [30] et [31] et sont basées sur les techniques d'analyses factorielles. C'est cette dernière approche que nous allons adopter dans le cadre de cette étude et parmi les différentes méthodes que comporte cette approche nous allons utiliser la méthode d'analyse des correspondances multiples (ACM) compte tenu de la nature de nos données. En effet, lorsque les données sont qualitatives ou catégorielles, l'ACM est la mieux appropriée. L'ACM permet de décrire les relations deux à deux entre P variables qualitatives à travers une représentation des groupes d'individus correspondant à diverses modalités.

2.2.3 CALCUL D'UN INDICE COMPOSITE DE PERFORMANCE (ICP)

L'indice composite de performance pour le producteur i (ICP_i) est donné par la formule de la coordonné d'un individu sur le premier axe:

$$ICP_i = \frac{1}{\sqrt{\mu_1}} \frac{1}{p} \sum_{j=1}^{p} I_j \propto_1^j$$

P est le nombre de modalités des variables retenues; α_1^j: le score de la modalité j sur l'axe1; μ1: la valeur propre de l'axe1 et I_j la variable binaire 0/1, prenant la valeur 1 lorsque le ménage i possède la modalité (catégorie) J et 0 sinon.

2.2.4 L'ACM Et Le Critère De Consistance Ordinale Sur Le Premier Axe (COPA)

Généralement lorsque l'on effectue une ACM sur un grand nombre de variables, il pourrait avoir certaines variables qui sont non pertinentes dans la construction de l'ICP. Face à ce challenge la littérature a recours à un critère de sélection des variables celui de la consistance ordinale sur le premier axe (COPA) factoriel. Ce principe est une condition nécessaire pour que l'ICP ordonne les ménages en fonction de leur performance. Ceci signifie que les coordonnées (scores) des modalités d'un indicateur primaire sur le premier axe doivent respecter la structure ordinale de performance de cet indicateur. Dans ce contexte, l'analyse requière deux ACM. La première ACM permet de visualiser les divers aspects de performance. Ensuite vient une deuxième ACM qui a pour but de sélectionner les variables pertinentes dans la construction de l'ICP.

2.2.5 Sources De Données

Nous utiliserons les données primaires obtenues en triangulant les données deux enquêtes: enquête auprès des leadeurs des OP et au près des petits producteurs dans la zone d'études. Ces enquêtes couvrent la saison culturale de 2019-2020. Les OP et exploitants dans la zone ont été sélectionnés à l'aide de deux techniques d'échantillonnage: l'échantillonnage par commodité qui consistait à déterminer les OP sur la base des recommandations des personnes ressources, et la méthode boule de neige pour les OP qui n'avaient pas été recommandées dans le but d'avoir plus de représentativité dans la zone d'étude. Le présent article étant les résultats d'une partie de notre thèse, le questionnaire d'enquêtes auprès des ménages des petits exploitants est plus holistique que celui au près des leaders d'OP et permet d'obtenir des informations statistiques sur la composition et les caractéristiques démographiques des ménages, les activités et contraintes agricoles, les autres stratégies de subsistance (diversité et adaptation), les avoirs et les revenus, leur perception sur le fonctionnement et l'impact des OP, l'alimentaire, la santé et la vulnérabilité aux risques.

Les enquêtes auprès des leaders ou managers ont également été effectués afin d'obtenir des informations sur les caractéristiques (taille et type) et la situation économique et financière de la coopérative, les caractéristiques démographiques du manager, sa perception la performance économique de l'OP, du travail en équipe, de la communication, sa satisfaction au travail et son engagement organisationnel et les différentes contraintes des OP. Au total 176 petits exploitants adhérant aux OP ont été enquêtés réparti dans 51 OP. Sur le terrain, au Tchad nous avons uniquement obtenu des informations sur les OP de type groupement. Les coopératives à proprement dit formé par les petits exploitants sont rares dans la zone. Les coopératives sur le terrain sont majoritairement des coopératives d'intermédiaires à la production en partenariat avec les groupements.

Le tableau suivant montre les effectifs par type d'OP enquêté.

Tableau 3. Effectif des producteurs par catégories d'OP

	CATEGORIES OP	Effectif	Pourcentage	Cumule
Tchad	Groupements	27	15.34	15.34
Cameroun	Groupement d'intérêt commun (GIC)	123	69.89	85.23
	Union de GIC	16	9.09	94.32
	Société coopérative (SCOOP)	10	5.68	100
Total		176	100	

3 Resultats Et Discussion

Cette section fait la synthèse des résultats sur l'évaluation de la performance multidimensionnelle des OP à base des données d'enquêtes conjointes ménages et dirigeants des OP dans certaines localités au Tchad et au Cameroun. Dans un premier temps nous présenterons les résultats de l'ACM et le calcul de l'ICP à ce niveau une visualisation bidimensionnel des multi-modalités sera présentée. Dans un second temps nous regrouperons les OP en classes dans le but de présenter un profile de succès des OP dans la zone. Et enfin, ferons l'analyse du lien entre les facteurs socio-économiques des OP et l'ICP dans le but de déterminer de axes d'autonomisation à considérer.

3.1 Analyse En Correspondance Multiple (ACM) De La Performance Des OP Et Visualisation Bidimensionnel Des Multi-Modalités

3.1.1 ACM Et Choix Des Axes

Une première ACM a été réalisée pour visualiser les différentes dimensions de performance des OP à l'aide des 18 indicateurs retenus de la littérature. Les résultats de cette première ACM exploratoire montre que parmi l'ensemble des indicateurs, 1 indicateurs n'est pas significatif et 2 pas ne satisfont pas le critère COPA. Ces indicateurs ont été retirés de l'analyse lors de l'ACM confirmatoire, il s'agit des indicateurs suivants: les activités répondent ils aux besoins des membres, l'OP est-elle rentable et le nombre de travailleurs (jugé non significatif car la quasi-totalité des OP n'avait pas de ouvriers). Au final, après application de ce critère l'ACM finale prend en compte les 15 indicateurs composés de 32 catégories ou modalités respectant le critère COPA.

La réduction des variables a permis d'augmenter le pouvoir explicatif du premier axe factoriel, qui est passé de 37.94% à 41.71% et celui du second de 21.59% à 21.65%.

Tableau 4. Les principaux inerties de l'ACM

Dimension Principales	Inertie	Pourcent	Pourcent Cumulé
Dim 1	0.071943	41.71	41.71
Dim 2	0.0373503	21.65	63.36
Dim 3	0.0202714	11.75	75.12
Dim 4	0.0047794	2.77	77.89
Dim 5	0.0033939	1.97	79.85
Dim 6	0.0019537	1.13	80.99
Dim 7	0.0001458	0.08	81.07
Dim 8	0.000018	0.01	81.08
Total	**0.1724872**	**100**	

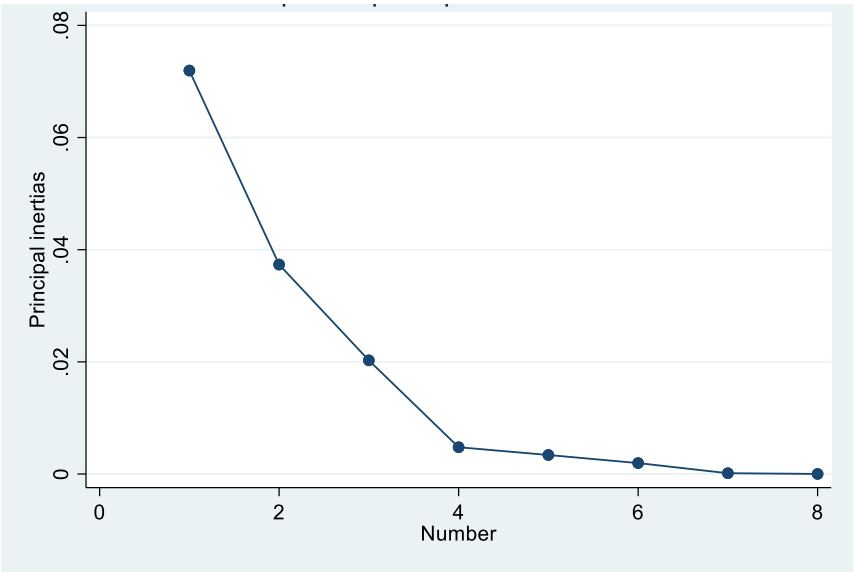


Fig. 1. Diagramme d'éboulis des principaux inerties

Dans l'analyse factorielle le choix des axes significatifs se fait sur la base du critère du Diagramme d'éboulis ou du critère du pourcentage d'inertie (variance) expliqué par chaque axe. Le premier critère de Diagramme d'éboulis recherche le coude dans une courbe et sélectionne tous les axes qui sont juste avant que la ligne ne s'aplatisse. Le second critère consiste à sélectionner les axes qui ont un pourcentage d'inertie cumulée élevé, soit expliquant plus de 60% l'inertie totale. Ce critère précise également qu'il est recommandé que les différences au niveau du pourcentage d'inerties des axes soient élevées pour qu'on puisse valider l'hypothèse d'individualité des axes.

Le diagramme d'éboulis de l'AMC finale dans la figure 1, montre qu'au total il existe 7 axes significatifs. Cependant, lorsque l'on considère le second critère nous remarquons qu'à partir du 4ème axes les pourcentages d'inerties sont assez faibles. De plus, nous

observons une distinction du premier axe des autres axes qui à lui seule explique 41% de l'inertie et la distinction du second axe qui explique à lui seul 21% de l'inertie, soit pour les deux axes un pourcentage cumulé de plus de 60%. Nous allons ainsi, réduire nos données à deux dimensions par l'utilisation de ces deux axes pour expliquer la performance des OP dans la zone. Toutefois, compte tenu du fait que le premier axe contribue majoritairement à l'inertie total, les recherches antérieures recommandent de circonscrire le calcul de l'ICP à ce premier axe factoriel ([28], [29]).

3.1.2 CONTRIBUTION DES VARIABLES

Le tableau 5 fait la synthèse de la contribution des variables à la confection des deux premiers axes et ainsi à l'ICP.

Tableau 5. Contribution des variables à la confection des axes factoriels

Variables	Contribution des variables		
	1er axe	2ème axe	Moyenne
Initiative de création de l'op	6.2%	16.6%	11.4%
Taux présence et de participation effectives aux activités de l'op	8.5%	3.7%	6.1%
Degré de satisfaction des adhérents des services de leurs OP	12.8%	5.2%	9.0%
Fonds propres	1.1%	9.5%	5.3%
Les ressources de la coopérative proviennent de plusieurs activités diversifiées	6.0%	0.7%	3.4%
Possession d'équipement	11.5%	3.5%	7.5%
Structure du leadership	8.4%	16.6%	12.5%
Les membres du bureau sont -ils formés	3.8%	6.2%	5.0%
Critère de sélection des membres du bureau	15.2%	2.8%	9.0%
Education	4.1%	9.6%	6.9%
Organisation et tenue effective des activités	0.4%	0.7%	0.6%
L'OP arrive elle a bien gérer les chocs extérieurs (tels les sécheresses, inondation, changement climatique)	5.0%	2.7%	3.9%
Pourcentage d'utilisation (mise en valeur) des équipements	14.8%	8.5%	11.7%
Le dirigent croit-il et conseillerait-il cette OP a quelqu'un d'autre	2.6%	0.0%	1.3%
L'op jouit elle d'un financement externe	3.6%	13.7%	8.7%

En moyenne la structure de leadership contribuent le plus aux axes, cette structure du leadership est fonction du type d'OP, est-ce un groupement, un GIC ou une forme plus structuré c'est-à-dire Coopérative avec conseil d'administration. La deuxième variable est celle du pourcentage d'utilisation (mise en valeur) des équipements cette variable met en avant l'importance de la mise en valeur des acquis dans une OP pour avoir des résultats. La troisième variable est celle relative à la raison d'être de l'OP, le choix des objectifs plus compétitifs serait un facteur important de performance. Il y'a aussi la variable critère de sélection des membres du bureau qui se distingue du lot car c'est elle qui contribue majoritairement à la confection de notre axe de base pour la construction de l'ICP. Il s'agissait de répondre à la question de savoir si les membres du bureau avaient été sélectionné sur la base des compétences et expérience ou sur la base de la familiarité. Nous soulignons également que les variables qui contribuent les moins sont: l'organisation et la tenue effective des activités, le dirigent croit-il à l'OP et la diversité des sources de provenance des ressources.

3.1.3 VISUALISATION BIDIMENSIONNELLE DE L'ACM ET LES SCORES ET CONTRIBUTION DES MODALITÉS

La figure 2 permet de visualiser les données sur un plan factoriel à deux dimensions. Le premier axe (en abscisse) permet de distinguer le groupe des performants du groupe des non performants. Dans ce plan factoriel la performance évolue de droite à gauche. Ainsi, plus une modalité est excentrée vers la gauche plus elle contribue à la performance et inversement lorsqu'une modalité est excentrée vers la droite. Le deuxième axe permet de distinguer à l'intérieur des groupes performants ou non les modalités qui sont les plus rares ou plus performantes que les autres. Sur le second axe, les niveaux de performance croient de bas à en haut.

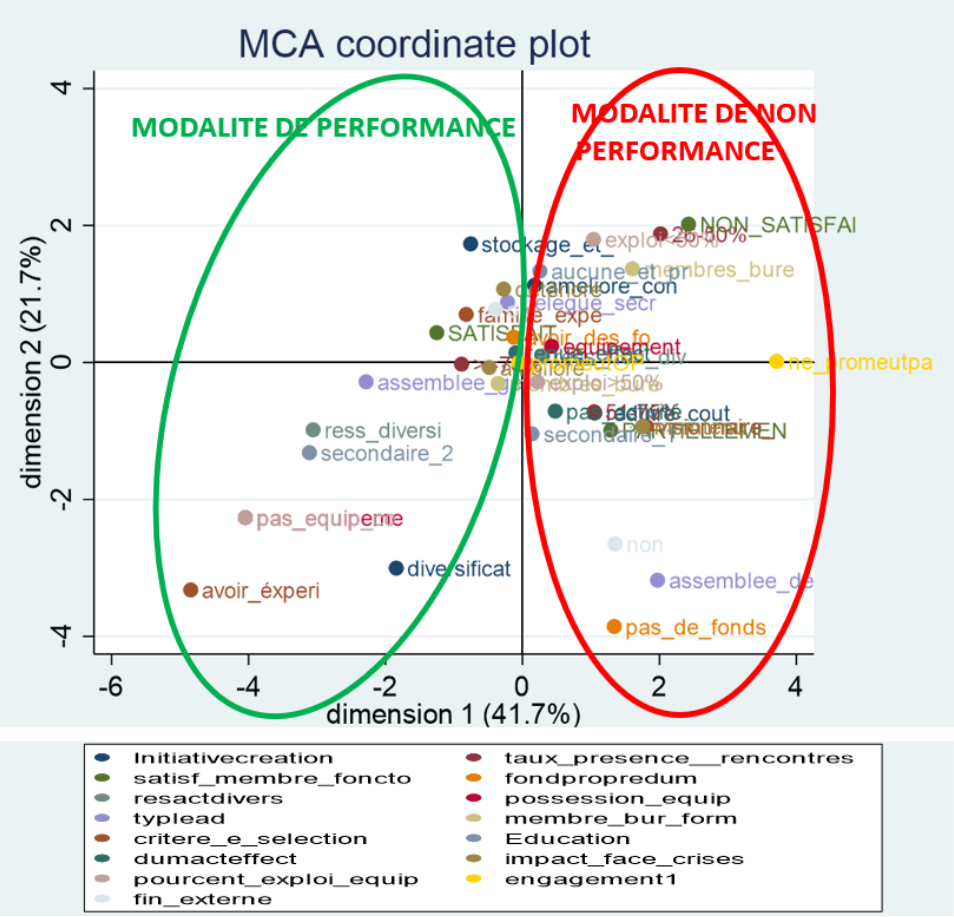


Fig. 2. Plan factoriel de représentation des modalités sur l'échelle des performances

Le tableau 6 donne le détail sur les coordonnées, les corrélations et contributions de chaque modalité, ce qui permet d'affiner les interprétations. Les modalités ayant un score (coordonnées) négatifs augmentent la performance d'une OP tandis que les modalités ayant un score positif la diminue. Les plus grands scores négatifs sur le premier axe sont observés au niveau des OP qui ont de la rigueur quant à la sélection des membres de leur bureau, pour être membre il faudrait avoir de l'expérience et les aptitudes requises. De plus, les OP les plus performantes ont des ressources qui proviennent d'activités diversifiées, ils ont des leaders ayant au moins terminé le collège (probatoire et plus), un leadership propre aux coopératives formelle avec conseil d'administration et une motivation orientée vers la diversification et l'élevage.

La lecture du tableau révèle aussi que les OP les plus performantes ne possèdent pas d'équipements. Ce facteur est assez paradoxal mais se justifie car les équipements pris en compte dans le contexte de l'enquête étaient des équipements consacrés à la production (ex. tracteurs, corps sarcleur etc.) qui serviront d'avantage aux OP de production. Recueillir des informations sur d'autres types d'équipements et sur les infrastructures permettrons de mieux affiner l'analyse. En outre, lorsque l'on fait la discrimination entre les OP qui possèdent les équipements, la MCA montre que parmi ceux qui possède les équipements, ceux dont la mise ne valeur est supérieur à 50% sont plus performantes que celle dont la mise en valeur est inférieure à ce seuil.

Les plus grands scores positifs sur le premier axe sont ceux qui qualifient les OP les moins performantes. La lecture du plan factoriel révèle isole les OP qui ne sont pas promues par leur propre dirigeant. C'est cette modalité qui contribue le moins à la performance des OP. De plus, les OP les moins performantes exhibent les caractéristiques suivantes: leurs ressources proviennent d'une activité unique, les services qu'elles rendent sont jugées insatisfaisantes par leurs adhérents, le taux de participation effective des adhérents est inférieur à 50% et ils n'ont pas une bonne structure de leadership.

Tableau 6. Détails du plan factoriel ACM

Modalités	1er axe			2ème axe			Modalités	1er axe			2ème axe		
	Coord	Sqcorr	Contrib	Coord	Sqcorr	Contrib		Coord	Sqcorr	Contrib	Coord	Sqcorr	Contrib
Initiative de création: stockage et transfo	-0.76	0.13	0.004	1.733	0.354	0.022	Initiative de création: améliorer condition de vie	0.177	0.025	0.001	1.127	0.539	0.038
Les adhérents sont satisfait des services	-1.25	0.755	0.056	0.435	0.047	0	Les adhérents sont insatisfait des services	2.424	0.299	0.029	2.019	0.108	0.02
Critère: famille, expérience et membre OP	-0.82		0.028	0.702	0.17	0.02	Pourcentage mise en valeur des équipements<50%	1.036	0.206	0.016	1.798	0.321	0.049
OP financé	-0.4	0.265	0.008	0.775	0.528	0.031	Possède équipement	0.424	0.602	0.011	0.237	0.098	0.003
pas de mesure de gestion de chocs	-0.28	0.038	0.001	1.072	0.299	0.016	Participation des membres: 26-50%	2.015	0.301	0.032	1.878	0.136	0.027
leadership: Délégué secrétaire et assemblée des membres	-0.22	0.08	0.002	0.881	0.665	0.037	Ressource proviennent d'une seule activité	0.294	0.572	0.005	0.094	0.031	0.001
Avoir des fonds propres	-0.13	0.142	0.001	0.37	0.611	0.008	Membres bureau non formés	1.604	0.428	0.031	1.369	0.162	0.023
Tenue effective des activités	-0.1	0.118	0.001	0.143	0.135	0.001	Aucune scolarisation et primaire	0.253	0.046	0.002	1.335	0.662	0.053
							Dirigent ne promeut pas son OP	3.711	0.331	0.013	0.017	0	0
Critère : avoir expérience et aptitudes requises	-4.85	0.445	0.046	-3.32	0.108	0.021	Critère: visionnaire et famille	1.806	0.646	0.078	-0.93	0.09	0.021
Pas équipements	-4.05	0.602	0.104	-2.27	0.098	0.032	OP non financé	1.352	0.265	0.028	-2.65	0.528	0.106
Secondaire 2ème niv. et supérieur	-3.11	0.545	0.038	-1.32	0.051	0.007	secondaire 1er niveau	0.139	0.019	0.001	-1.04	0.544	0.036
Ressource tiré d'activité diversifiées	-3.06	0.572	0.055	-0.98	0.031	0.006	Pourcentage de mise en valeur des équipements>50%	0.221	0.077	0.002	-0.28	0.066	0.004
Leadership: assemblée générale conseil d´administration Président et vice-président	-2.29	0.58	0.033	-0.28	0.005	0.001	Structure du leadership: assemblée des membres comite de gestion président trésorerie	1.972	0.346	0.049	-3.18	0.466	0.128
Initiative création: diversification et élevage	-1.84	0.295	0.036	-3	0.406	0.096	Initiative création: réduire couts et pertes	1.055	0.425	0.021	-0.74	0.107	0.01
Participation effective des membres>=76%	-0.89	0.747	0.032	-0.02	0	0	Participation effective des membres: 51-75%	1.046	0.448	0.021	-0.72	0.11	0.01
L'OP gère bien les chocs	-0.49	0.53	0.009	-0.07	0.006	0	OP gère moyennement chocs	1.754	0.57	0.04	-0.93	0.084	0.011
Bureau formés	-0.36	0.428	0.007	-0.31	0.162	0.005	Pas activité effective	0.478	0.118	0.003	-0.71	0.135	0.006
Dirigent promeut son OP	-0.06	0.331	0	0	0	0	Pas de fonds propres	1.339	0.142	0.01	-3.85	0.611	0.087
							Les adhérents partiellement satisfaits des services	1.291	0.609	0.043	-0.99	0.185	0.025

3.2 PROFILE DE SUCCÈS DES OP PAR L'ICP ET ANALYSE DE LA ROBUSTESSE DE L'ICP ZONE

3.2.1 CATÉGORISATION ET PROFILE DE SUCCÈS DES OP PAR L'ICP

L'ICP n'est rien d'autre que le score ou les coordonnées projetées des individus dans le premier axe de l'ACM. C'est l'ICP qui permet de classer les producteurs selon le niveau de performance de leur OP et ainsi de proposer un profil type d'OP à succès dans la zone d'étude. La méthode de classification choisie est la méthode de Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) avec facteur de classification, la moyenne. Dans le cadre de cette étude après avoir prédit ces scores à l'aide du logiciel stata, nous avons regroupé les producteurs en trois classes en fonction des scores de performance obtenus. Le tableau 7 présente les effectifs par classe ascendante de performance

Tableau 7. Classification ascendante des producteurs par niveau de performance de leur OP

Classe ascendante de performance	Description	Effectif	Pourcentage
Classe1	Performance faible	71	39.66
Classe2	Performance moyenne	92	51.4
Classe3	Bonne performance	16	8.94
Total		**179**	**100**

Le profil de succès des OP dans la zone est établi en prenant en compte pour chaque variables, les modalités révélées par l'analyse de donnée comme améliorant la performance pour chaque dimension définie. En rappelant qu'au total 6 dimensions de performance des OP avaient été définies à la base, nous ordonnons ces différentes dimensions de performance en fonctions de l'importance des contributions des modalités qui leurs sont reliées à la confection du premier axe factoriel.

Tableau 8. Profil de succès des OP et sensibilité de l'ICP

	Indicateurs de performance	Caractéristiques des OP performantes par ordre d'importance	% des producteur de la classe qui possède cette modalité		
			Classe1	Classe2	Classe3
1	Capacité organisationnelle ou gestion de l'OP	Les Membres du bureau sont sélectionnés en fonction de l'expérience	5.77	100	100
2	Capacité de gestion de l'OP	Le Président ou dirigent a un probatoire ou plus	9.86	14.13	25
3	La performance économique et la diversification des ressources	Les ressources de l'OP proviennent d'activités diversifiées	0	3.26	56.25
4	Capacité de gestion de l'OP	Leadership bien structuré avec conseil d'administration	1.41	9.78	31.25
5	Capacité de gestion de l'OP	Leadership bien structuré bien que sans conseil d'administration	57.75	98.91	100
6	Motivation organisationnelle et représentativité	Le but de l'OP est de diversifier, stocker ou transformer	15.49	20.65	81.25
7	Motivation organisationnelle	Les adhérents sont satisfaits des services de leur OP	66.2	98.91	100
8	Représentativité	Le taux de participation effectif des adhérents> 50%	56.34	98.91	100
9	L'ouverture sur l'extérieur	L'OP a des financements extérieurs	45.07	77.17	93.75
10	Capacité d'adaptation de l'OP aux chocs extérieurs	Bonne gestion des chocs extérieurs (tels les sécheresses, inondation, changement climatique)	5.77	100	100
11	La performance économique	L'OP possède des fonds propres	69.01	98.91	93.75
12	La performance économique	L'OP met en valeur ses équipements à plus de 50%	59.02	87.21	75.51
13	Capacité organisationnelle	Organisation et tenue effective des activités de l'OP	66.2	90.22	93.75
14	Capacité de gestion de l'OP	Le dirigeant promeut son OP	70.42	91.3	100
15	Capacité de gestion de l'OP	Les membres du bureau sont formés	49.3	89.13	100

Le tableau précédant montre que la dimension première qui définit une OP à succès est celle de sa capacité organisationnelle ou de gestion. Ensuite, ce profil établit que la performance sur le plan économique et la diversification des ressources prend la seconde place suivie de la motivation organisationnelle et représentativité, l'ouverture à l'extérieur et en fin capacité d'adaptation aux chocs extérieurs. Nous n'avons pas classé la dimension impact socioéconomique sur l'environnement social car la variable y associée était invariant pour tous les OP de la base. Ce tableau présente également le pourcentage producteur par classe ayant eu une bonne performance pour chaque dimension de performance.

3.2.2 VÉRIFICATION DE LA ROBUSTESSE DE L'ICP

Dans le but vérifier la robustesse de cette indicateur ICP, [12] propose de vérifier de prime à bord la cohérence interne des variables qui ont servi à la confection de l'ICP. [28] exhortent quant à eux de faire une analyse de sensibilité dès l'ICP à chaque dimension de performance. La mesure de cohérence interne choisie est le coefficient alpha et Cronbach. Ce coefficient est recommandé pour s'assurer de la fiabilité des questions pausées dans un questionnaire interrogeant sur des questions quantitatives. Il permet de voir si l'ensemble des variables mesurent le même phénomène. Ce coefficient prend une valeur entre 0 et 1. Lorsque ce coefficient de fiabilité a une valeur proche de 1 (corrélations inter-variables élevées), cela indique que l'ensemble des variables mesurent le même phénomène en l'occurrence la performance. 0,70 représente la valeur minimale acceptée habituellement dans la littérature ([12]). Les valeurs respectives de l'alpha de Cronbach pour les 2 axes de l'ACM sont de 0,76 (pour le premier axe) et 0,67 (pour le second axe), ce qui implique qu'il y'a une cohérence entre les variables de l'ACM et l'ICP.

Le deuxième indicateur de robustesse est celui de la sensibilité de l'ICP. L'idée ici est qu'au travers de l'ACM nous pouvons effectivement classer les individus en fonction de leur performance. Le **tableau 8** présente le pourcentage de producteur par classe ayant eu une bonne performance pour chaque dimension de performance. Ce tableau montre que ce pourcentage croit avec les classes d'ICP à l'exception de deux modalités (posséder des fonds propres et mettre en valeur les équipements) où la 2ème classe un pourcentage plus élevé que la troisième. Il y'a également deux modalités ayant un pourcentage similaire au niveau de la deuxième et de la troisième classe à savoir la bonne gestion des chocs extérieurs et la sélection des membres du bureau sur la base de l'expérience.

3.3 LIEN ENTRE L'ICP ET LES FACTEURS SOCIO-ÉCOSYSTÉMIQUES DÉTERMINANTS DE LA PERFORMANCE

Un déterminant peut-être défini comme un facteur, qu'il s'agisse d'un évènement ou d'une caractéristique qui affecte décisivement la nature ou les résultats de quelque chose ([32]). Il peut s'agir des caractéristiques intrinsèques tels l'âge de l'OP, le nombre de membres dans l'OP; des facteurs liés aux choix structurels, et les facteurs relavant du contexte extérieur tel que les communautés ([33], [34]). Les caractéristiques intrinsèques retenus sont le sexe du dirigeant de l'OP, l'âge de l'OP et le nombre de membres de l'OP. Le facteur lié au choix structurel est la catégorie d'OP (groupement, GIC, union de GIC ou SCOOP). Les critères liés au contexte extérieur sont le milieu (urbain ou rural) et les contraintes auxquelles les membres des OP font face. Dans le but de déterminer si les facteurs suscités ont un lien avec notre ICP, nous adoptons deux approches: l'approche graphique et le test d'indépendance de chi2. L'approche graphique consiste à représenter sur un graphique la position des modalités des facteurs déterminants par rapport au premier axe. Le test d'indépendance de chi2 quant à lui est effectué entre les classes de performance et chaque facteur, l'hypothèse nulle étant qu'il y'a indépendance entre les classes d'ICP et les facteurs.

3.3.1 ICP ET SEXE DU DIRIGENT DE L'OP

Le test d'indépendance montre que l'ICP et le sexe du dirigeant ne sont pas indépendants.

Dirigent Sexe de l'OP

Classes	Féminin	Masculin	Total
Classe1	57%	9%	40%
Classe2	32%	89%	53%
Classe3	11%	2%	8%
Total	100%	100%	100%

Pearson chi2(2) = 39.6003 Pr = 0.000

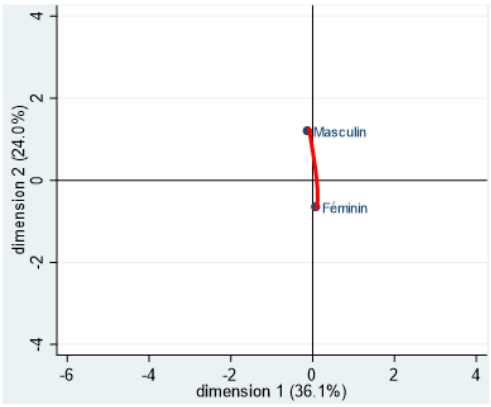
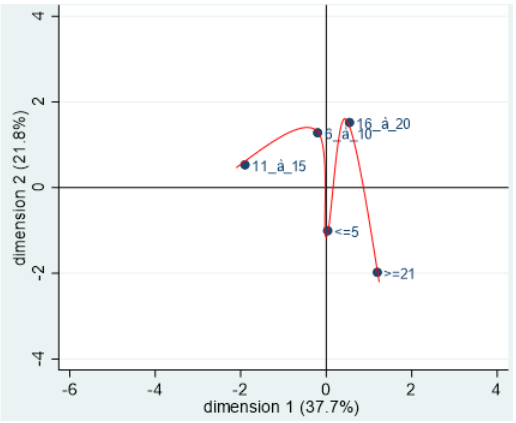


Fig. 3. ICP ET LE SEXE DU DIRIGEANT

La performance étant une fonction décroissante avec l'ICP, les valeurs négatives sur l'axe de performance démontrent une performance plus élevée que les valeurs positives. Ainsi les OP dirigées par les femmes sont plus atteints par le problème de performance que celles dirigés par les hommes. Le tableau de pourcentage montre que plus de la moitié des OP ayant une dirigeante femme sont dans la classe des moins performants contre seulement 9% pour les dirigeant hommes.

3.3.2 ICP ET NOMBRE D'ANNÉE D'EXISTENCE DE L'OP

L'axe de performance montre que les op dans la tranche d'âge de 11 à 15 ans sont les plus performantes et les moins performantes sont les op les plus âgées ayant plus de 21 ans d'âge. Le test d'indépendance confirme le fait que ICP et les tranches d'âge des op sont liés.



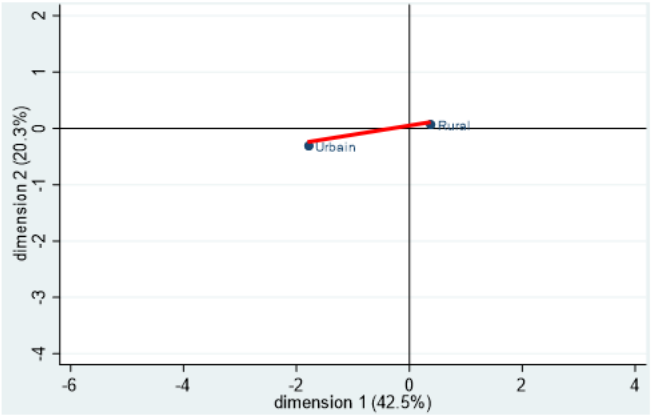
Tranche d'age de l'OP	Classes			
	Classe1	Classe2	Classe3	Total
<=5	29%	71%	0%	100%
6 à 10	20%	71%	9%	100%
11 à 15	50%	0%	50%	100%
16 à 20	50%	50%	0%	100%
plus de 20	62%	38%	0%	100%
Total	38%	53%	9%	100%

Pearson chi2(8) = 63.9139 Pr = 0.000

Fig. 4. ICP ET NOMBRE D'ANNEE D'EXISTENCE DE L'OP

3.3.3 L'ICP ET LE MILIEU D'ÉTABLISSEMENT DE L'OP

L'axe de performance associe la zone rurale a une performance faible et la zone urbaine à une bonne performance. Le test de chi2 confirme ce lien, 30% des OP en zone urbaine ont une performance élevée contre unique 4% dans la zone rurale.



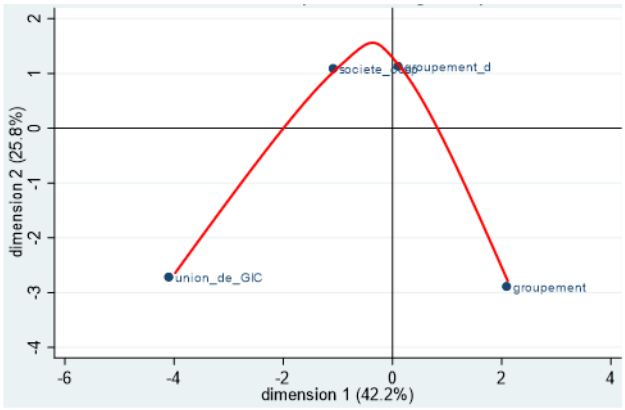
Milieu d'établissement de l'OP			
Classes	Urbain	Rural	Total
Classe1	24%	43%	40%
Classe2	45%	53%	51%
Classe3	30%	4%	9%
Total	100%	100%	100%

Pearson chi2(2) = 23.3641 Pr = 0.000

Fig. 5. ICP ET LE MILIEU

3.3.4 L'ICP ET LES CATEGORIES D'OP

L'ICP isole les groupements et les unions de GIC aux deux extrêmes. Les groupements, sont les moins performantes, les GIC se rapprochent de l'axe de performance tandis que les coopératives, les unions de GIC sont performantes.



CATEGORIES OP	Classes Classe1	Classe2	Classe3	Total
Groupements	100%	0%	0%	100%
Groupement d'intérêt commun (GIC)	32%	67%	2%	100%
union de GIC	6%	6%	88%	100%
Société coopérative (SCOOP)	6%	56%	0%	63%
Total	39%	52%	9%	100%

Pearson chi2(8) = 181.6113 Pr = 0.000

Fig. 6. ICP et les catégories d'OP

3.3.5 ICP Et Nombre De Membre Dans L'OP

Le test d'indépendance montre que L'ICP et le nombre de membre sont liés contrairement aux autres graphiques, dans les deux derniers graphiques de cette section l'ICP croit plutôt de la gauche vers la droite, les scores positifs décrivent les OP performantes et les scores négatifs décrivent le contraire. Ici, l'axe de performance dissocie les OP ayant moins de 50 membres à celles qui ont plus du dit seuil, les premières étant plus performantes que les dernières.

Nombre de membres dans l'OP	Classes Classe1	Classe2	Classe3	Total
1 à 10	5%	95%	0%	100%
10 à 20	36%	45%	19%	100%
20 à 50	47%	53%	0%	100%
50 à 100	100%	0%	0%	100%
plus de 100	100%	0%	0%	100%
Total	40%	53%	7%	100%

Pearson chi2(8) = 63.9139 Pr = 0.000

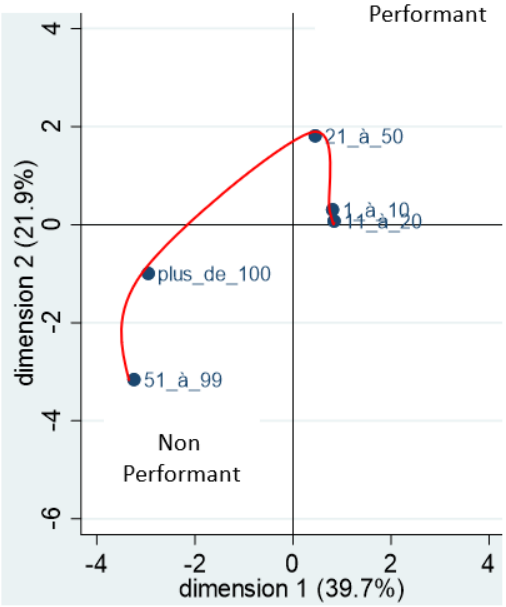
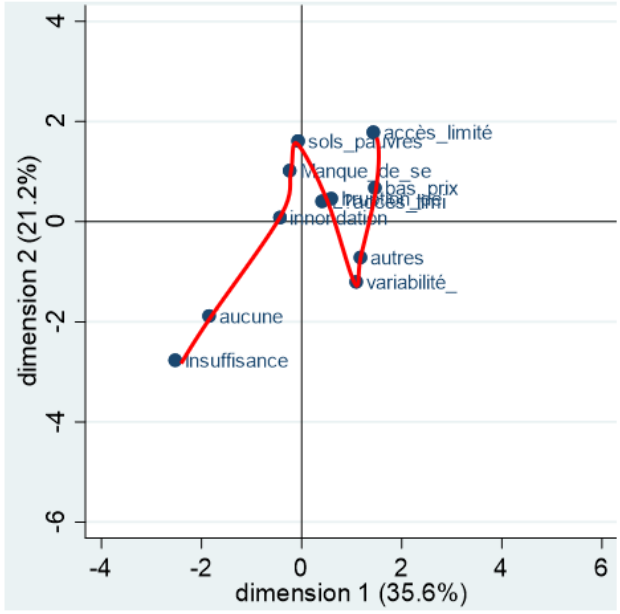


Fig. 7. ICP et le nombre de membre de l'OP

3.3.6 L'ICP Et Les Contraintes

La recrudescence de contraintes plus ou moins exogènes pourrait déterminer la performance des OP, le test d'indépendance montre en effet que les classes d'ICP et les contraintes sont liés. Comme dans le graphique précèdent la performance croit de gauche vers la droite. L'axe de performance confirme le tableau de répartition car la contrainte qui caractérise le mieux les OP non performantes est l'insuffisance du capital. 93% des OP ayant une faible performance font face à cette contrainte. Les autres contraintes associées aux OP non performantes sont, les inondations, le manque de semence amélioré et les sols pauvres. Ces contraintes sont d'avantage liées aux incapacités internes des OP. Pourtant les contraintes qui inquiètent les OP performantes sont d'avantage des facteurs exogènes, les bas prix, l'accès limité aux terres, la variabilité du climat et autre.



Contrainte majeure	Classes			
	Classe1	Classe2	Classe3	Total
Manque de semences améliorées	58%	33%	8%	100%
inondation	31%	69%	0%	100%
variabilité et changement climatique	41%	41%	17%	100%
accès limité à la terre	11%	78%	11%	100%
sols pauvres	44%	48%	8%	100%
Insuffisance du capital	93%	7%	0%	100%
Irruption de maladies	15%	77%	8%	100%
bas prix	25%	75%	0%	100%
L'accès limité aux finance	0%	100%	0%	100%
autres	38%	31%	31%	100%
aucune	40%	53%	7%	100%
Total	40%	51%	9%	100%
Pearson chi2(22) = 59.4681 Pr = 0.000				

Fig. 8. ICP et le contraintes

4 DISCUSSIONS

L'analyse multidimensionnelle de la performance par la construction d'un indicateur composite fourni des informations intéressantes et pertinentes sur l'état des OP dans la région d'étude. Bien que cet indicateur permet d'évaluer uniquement la performance relative (un classement des données recueilli d'une enquête) et non la performance absolue, cet indicateur permet cependant de confirmer et/ou de définir un profil pour les OP dans la zone dans un contexte ou de telles études sont peu existantes ou inaccessibles. Dans cette section nous discutons des résultats majeurs que nous avons obtenus après analyse en les confrontant à des études antérieures. En effet, il existe des études en Afrique Subsaharienne effectuées sur certains facteurs de performance et même des rapports de la réussite d'actions concrètes et ciblées pour améliorer ces critères de performance.

4.1 LA CAPACITÉ ORGANISATIONNELLE ET DE GESTION

Les résultats de l'ACM montrent que les aspects qui contribuent majoritairement à la performance des OP c'est la capacité organisationnelle et de gestion des OP, avant même d'aborder la question de la performance économique. Ces résultats sont en ligne avec ceux de [18] qui ont fait une l'analyse du succès et de la résilience des coopératives agricoles dans la région de l'Ouest Cameroun après les grandes réformes et ont relevé l'importance d'une structure organisationnelle robuste comme facteur déterminant du succès de l'OP. Une étude pertinente est celle de [19] qui ont soutenu que les problèmes de croissance conduisant à des problèmes commerciaux et à la dégénérescence organisationnelle dans les coopératives africaines peuvent être attribués au manque de capital managérial. Ces auteurs sont allés plus loin dans l'analyse de ce facteur et ont défini des solutions de gestion clés pour contrebalancer les principes coopératifs dans le contexte de l'Afrique rurale. Ces solutions avaient été enseignées aux dirigeants et gestionnaires de 362 coopératives lors de quatre formations à Madagascar, au Malawi et deux fois en Ouganda. En utilisant un sous-échantillon ougandais de coopératives qui ont adopté ces solutions, ils ont montré que la formation se traduisait par des revenus plus élevés par membre générés par la commercialisation collective.

4.2 PERFORMANCE ÉCONOMIQUE ET LA DIVERSIFICATION DES RESSOURCES

Sur la base, des enquêtes diagnostic effectuées en 2006 et 2007 dans les régions du Mayo Kebbi Ouest et Est au Tchad, [25] montrent que la quasi-totalité des OP sont démunies financièrement, gèrent mal leurs biens et disposent de peu d'appuis extérieurs. Ces auteurs concluent qu'il ne faudrait pas uniquement financer les OP mais il faudrait des programmes de formation technique et accompagner les organisations de producteurs de la zone de savanes du Tchad vers la performance et la professionnalisation des activités. [35] révèle que les défis des OP vont au-delà de l'insuffisance des moyens financiers, des infrastructures ou des équipements et comprennent les questions de viabilité économique (en termes de capacité), de pertinence technique et des capacités internes. Les résultats de notre

étude concordent avec ces deux études. En effet, les modalités qui contribuaient le plus à l'axe des performances étaient celles lié à la diversification des sources de revenus et celle lié au matériel. Le paradoxe était que les OP n'ayant pas de matériel collectif de production étaient plus performantes que celle qui en avaient. Et parmi celle qui possédaient du matériel c'est celles qui mettent mieux en valeur leur matériels qui sont plus performantes. Il s'agit alors véritablement d'une question de capacitation interne.

4.3 MOTIVATION ORGANISATIONNELLE, OBJECTIFS ET REPRÉSENTATIVITÉ

[18] relèvent aussi l'importance d'avoir des objectifs socioéconomiques bien définis pour garantir la survie des coopératives. [21] avait confirmé qu'au Cameroun la majorité des OP n'ont pas de clair missions ou d'activité et c'est ce fait qu'affecte leur performance. [20] avaient quant à lui abordé la question l'importance du choix des services que les coopératives devraient rendre. Ils montrent que lorsque les coopératives prônent la diversification des cultures, il y'a augmentation des revenus. Ainsi, les coopératives devraient être structurées de manière à fournir des services et des produits qui répondent directement aux inefficacités les plus urgentes du marché auxquelles sont confrontés les petits exploitants. Ces conclusions sont similaires à nos résultats, le profil des OP à succès que nous avons obtenus de l'analyse montre que les coopératives les plus performantes sont celles dont le but est la diversification d'activités, le stockage ou la transformation. Nos résultats montrent en outre que la motivation organisationnelle, et l'engagement des membres sont des facteurs importants. Ces résultats sont en ligne avec des études en Ethiopie, montrant que les OP qui ont pu offrir des motivations tangibles et appropriées à leurs membres ont pu augmenter le nombre de leurs adhérents, améliorer la portée de leurs activités, leur couverture géographique et assurer leurs viabilités organisationnelle et financière ([35]).

4.4 LA PERFORMANCE ET LES FACTEURS SOCIO-ÉCOSYSTÉMIQUES

[35] dans son document de référence sur le renforcement des organisations paysannes et des organisations de la société met une emphase sur le problème de genre comme un défi a relevé par la dynamique des OP. Nos résultats montrent qu'il y'a effectivement un lien entre le sexe du dirigeant et la performance des OP, dans cette étude les OP ayant dirigés par les femmes avaient relativement plus de problèmes de performance. [35] souligne que le problème existant est surtout la marginalisation des femmes paysannes et la faiblesse de leurs capacités. Selon le même auteur, un investissement dans l'extension de la productivité des cultures au profit des femmes donne deux fois plus de retour sur investissement qu'avec les hommes. Les résultats montrent aussi que le milieu d'établissement de l'OP est une caractéristique discriminante. Ces résultats pourraient s'expliquer en raison de la disponibilité des marchés en zone urbaines. [35] recommande la diversification des marchés de denrées alimentaires et des systèmes alimentaires comme réponse à l'urbanisation et comme moteur de croissance. En outre, nos résultats montrent que les OP qui sont plus âgées et plus grande sont moins performantes. Le problème de la viabilité et de l'expansion des OP a été traités dans les ouvrages de [36] et [14]. Plusieurs contraintes organisationnelles affectent la croissance et la longévité des OP. Ces résultats également nous font penser à la courbe du cycle de vie d'une entreprise qui nait, croit, devient mature, décline et enfin est liquidé ou renait.

De plus, les résultats ont clairement fait ressortir que le niveau de structuration des OP en lien avec l'environnement institutionnelle dans la zone compte et affecte la performance des OP. En effet, les groupements majoritairement représentés dans les zones rurales et périurbaines au Tchad se sont révélés être les moins performants dans l'analyse. [35] souligne que l'un des défis majeurs réside dans le fait que dans certaines région l'approche de développement des institutions paysannes a été jugée inappropriée. Au Tchad, il est urgent que les groupements migrent vers les formes de coopératives plus appropries tels prévu dans le neuvième acte uniforme de la loi OHADA le 15 mai 2013 relatif aux coopératives. S'agissant des contraintes, plusieurs études expliquent que l'accès limité aux financements et le manque de services financiers approprié est un défi pour les OP en Afrique Subsaharienne, ce qui justifie les résultats obtenus. En outre, comme mentionné dans la note introductive, il subsiste dans la zone d'étude de véritables contraintes écosystémiques (inondations, infertilité des sols, changements climatiques).

5 CONCLUSION

Les OP à l'extrême Nord au Cameroun et dans les zones périurbaines de N'Djamena au Tchad ont un grand potentiel qui devrait être développé. L'évaluation de la performance à l'aide de la MCA et des méthodes de classifications ascendantes hiérarchique ont montré que rien que 8.94% des producteurs sont dans des OP ayant une bonne performance, 51.4% sont dans des OP à performance moyenne et 39.66% sont dans des OP ayant une faible performance. Pour améliorer la performance de ces OP, il est urgent que les politiques et les organes de développement soutiennent et accompagnent les OP en adoptant des mesures adaptées à chaque profil. Les zones d'intervention devraient être flexibles mais ciblées. En particulier par la formation et l'information afin de surmonter les problèmes d'organisation et de gestion. De plus, le temps de conception et de définition des objectifs de l'OP ne doit pas être pris à la légère, ceci implique la nécessité d'institution d'orientation spécialisée dans chaque région. En outre, il y'a le problème adéquation entre les réglementations en vigueur et les réalités sur le terrain. Il devient impératif que les états Tchadien et Camerounais renforcent la mise en application des lois et prérogatives des OP dans la zone. Dans cette étude, nous nous sommes intéressés uniquement eux OP formé par les exploitants, des recherches qui étendent l'analyse aux interactions avec les autres types de coopératives agricoles (coopérative de fournisseurs, de revendeur etc.) pourrait affiner l'analyse en particulier dans de contexte Tchadien.

REFERENCES

[1] P. Baret, « Chapitre 6. L'évaluation contingente de la Performance Globale des Entreprises: une méthode pour fonder un management sociétalement responsable ?«, in *Responsabilité sociale de l'entreprise,* Louvain-la-Neuve: De Boeck Supérieur, 2006, p. 135-152. doi: 10.3917/dbu.rose.2006.01.0135.

[2] Z. Issor, « « La performance de l'entreprise : un concept complexe aux multiples dimensions »:«, in *Projectics / Proyéctica / Projectique,* févr. 2018, vol. n°17, n° 2, p. 93-103. doi: 10.3917/proj.017.0093.

[3] A. Bourguignon, « Sous les pavés la plage… ou les multiples fonctions du vocabulaire comptable : l'exemple de la performance«, *Comptab. Contrô Audit,* vol. 3, n° 1, p. 89-101, 1997, doi: 10.3917/cca.031.0089.

[4] P. Helmberger et S. Hoos, « Cooperative Enterprise and Organization Theory », *Am. J. Agric. Econ.,* vol. 44, n° 2, p. 275-290, 1962, doi: 10.2307/1235830.

[5] I. V. Emelianoff, Éd., Economic Theory of Cooperation: Economic Structure of Cooperative Organizations. 1948. doi: 10.22004/ag.econ.143135.

[6] M. Stockbridge, A. Dorward, et J. Kydd, « Farmer organisations for market access: briefing paper«, 2003. Consulté le: 16 mars 2023. [En ligne]. Disponible sur: http://www.dfid.gov.uk/r4d/PDF/Outputs/R8275_040516_Bfg_Paper_FO_for_market _access.pdf

[7] R. Rhodes, « The International Co-operative Alliance During War and Peace 1910-1950: Rita Rhodes: 9789290540014: Amazon.com: Books ». https://www.amazon.com/International-Co-operative-Alliance-During-1910-1950/dp/929054001X (consulté le 12 mars 2023).

[8] C. LeVay, « AGRICULTURAL CO-OPERATIVE THEORY: A REVIEW*«, *J. Agric. Econ.,* vol. 34, n° 1, p. 1-44, janv. 1983, doi: 10.1111/j.1477-9552.1983.tb00973.x.

[9] R. J. Sexton, « The Formation of Cooperatives: A Game-Theoretic Approach with Implications for Cooperative Finance, Decision Making, and Stability«, *Am. J. Agric. Econ.,* vol. 68, n° 2, p. 214-225, 1986, doi: 10.2307/1241423.

[10] C. Malherbe, A. S. Primaux, et J.-P. Prod'homme, « Des conditions de viabilité des groupements villageois au Togo. Rapport de synthèse de la première phase d'étude (Régions de la Kara, des Plateaux et des Savanes) ». Paris: Ministère de la coopération, 1990.

[11] International Labour Organization, « Findings of the Assessment of Agricultural Cooperatives in West Bank: Challenges and Opportunities«, 15 juillet 2014. http://www.ilo.org/beirut/information-resources/factsheets/WCMS_249766/lang--en/index.htm (consulté le 12 mars 2023).

[12] W. Snaibi, « Évaluation de la performance des coopératives de gestion de l'espace pastoral moyennant la construction d'un indicateur synthétique«, *Rev. Marocaine Sci. Agron. Vét.,* vol. 8, n° 3, sept. 2020, Consulté le: 12 mars 2023. [En ligne]. Disponible sur: https://agrimaroc.org/index.php/Actes_IAVH2/article/view/814.

[13] P. Develtere, I. Pollet, F. Wanyama, International Labour Office, ILO Office in Dar es Salaam, et World Bank Institute, Éd., *Cooperating out of poverty: the renaissance of the African cooperative movement*. Dar es Salaam: ILO, 2008.

[14] J. Schwettmann, « The role of cooperatives in achieving the sustainable development goals–the economic dimension », in A Contribution to the UN DESA Expert Group Meeting and Workshop on Cooperatives the Role of Cooperatives in Sustainable Development for All: Contributions, Challenges and Strategies, 2014, p. 8-10.

[15] trad. Alfred Kuen, « 2 Timothée 2: 6 - La Bible du Semeur », *Bible Gateway,* 1992. https://www.biblegateway.com/passage/?search=2%20Timoth%C3%A9e%202%3A6&version=BDS (consulté le 16 mars 2023).

[16] S. Gustafson, « Le Changement Climatique et les Petits Exploitants Agricoles en Afrique au Sud du Sahara | Food Security Portal », 30 mars 2015. https://ssa.foodsecurityportal.org/fr/blog/climate-change-and-smallholder-agriculture-africa-south-sahara (consulté le 16 mars 2023).

[17] Fao, « Les représentants de la FAO soulignent le rôle des coopératives dans l'élimination de la faim«, *ICA,* 2015. https://www.ica.coop/en/node/12273 (consulté le 16 mars 2023).

[18] A. Jiotsa, T. M. Okia, et H. Yambene, « Cooperative Movements in the Western Highlands of Cameroon », *J. Alp. Res. Rev. Géographie Alp.,* n° 103-1, Art. n° 103-1, mai 2015, doi: 10.4000/rga.2764.

[19] G. N. Francesconi et F. Wouterse, « BUILDING THE MANAGERIAL CAPITAL OF AGRICULTURAL COOPERATIVES IN AFRICA - FRANCESCONI - 2019 - Annals of Public and Cooperative Economics - Wiley Online Library ». https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/apce.12218 (consulté le 12 mars 2023).

[20] E. Ofori, G. Sampson, et J. Vipham, « The effects of agricultural cooperatives on smallholder livelihoods and agricultural performance in Cambodia«, *Nat. Resour. Forum,* vol. 43, nov. 2019, doi: 10.1111/1477-8947.12180.

[21] P. M. Nji et F. D. Engwali, « Determinants of Success and Sustainability of Farmer Organizations in the North West Region of Cameroon | Semantic Scholar ». https://www.semanticscholar.org/paper/Determinants-of-Success-and-Sustainability-of-in-of-Nji-Engwali/fc19915d576987bc108f6c6bd728283101499235 (consulté le 12 mars 2023).

[22] E. Donkor et J. Hejkrlik, « Does commitment to cooperatives affect the economic benefits of smallholder farmers? Evidence from rice cooperatives in the Western province of Zambia », *Agrekon,* vol. 60, n° 4, p. 408-423, oct. 2021, doi: 10.1080/03031853.2021.1957692.

[23] K. O. Olagunju, A. I. Ogunniyi, Z. Oyetunde-Usman, et A. O. Omotayo, « Does agricultural cooperative membership impact technical efficiency of maize production in Nigeria: An analysis correcting for biases from observed and unobserved attributes | PLOS ONE ». https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0245426 (consulté le 12 mars 2023).

[24] E. Fischer et M. Qaim, « Linking Smallholders to Markets: Determinants and Impacts of Farmer Collective Action in Kenya », *World Dev.,* vol. 40, n° 6, p. 1255-1268, 2012.

[25] N. M. Gadjibet et A. T. Keilar, « Les organisations paysannes de la zone de savanes du Tchad : dynamiques d'émergence et modes de fonctionnement«, présenté à Savanes africaines en développement : innover pour durer, avr. 2009, p. 7 p. Consulté le: 12 mars 2023. [En ligne]. Disponible sur: http://hal.cirad.fr/cirad-00471539.

[26] NCBA, « Winter 2020«, *NCBA CLUSA*. https://ncbaclusa.coop/journal/2020/winter/ (consulté le 16 mars 2023).

[27] M. H. Ahmed et H. M. Mesfin, « The impact of agricultural cooperatives membership on the wellbeing of smallholder farmers: empirical evidence from eastern Ethiopia«, *Agric. Food Econ.,* vol. 5, n° 1, p. 6, déc. 2017, doi: 10.1186/s40100-017-0075-z.

[28] J. B. Ki, B. Faye, et S. Faye, « Pauvreté Multidimensionnelle AU Sénégal : Une Approche Non Monétaire Par Les Besoins De Base (Multidimensional Poverty in Senegal: A Non-Monetary Approach to Basic Needs) ». Rochester, NY, 1 octobre 2005. doi: 10.2139/ssrn.3173244.

[29] Y. A. Noglo, « Inégalités dans la distribution de la richesse non monétaire au Togo: une application de la décomposition de Gini en valeur de Shapley«, *Mondes En Dév.,* vol. 168, n° 4, p. 107-128, 2014, doi: 10.3917/med.168.0107.

[30] J. J. Meulman, « The integration of multidimensional scaling and multivariate analysis with optimal transformations », *Psychometrika,* vol. 57, n° 4, p. 539-565, déc. 1992, doi: 10.1007/BF02294419.

[31] B. Escofier et J. Pagès, *Analyses factorielles simples et multiples. Objectifs méthodes et interprétation*. Dunod, 2008, p. 328 p. Consulté le: 12 mars 2023. [En ligne]. Disponible sur: https://hal.science/hal-00382085.

[32] F. Alla, « 3. Les déterminants de la santé«, in *Traité de santé publique,* Cachan: Lavoisier, 2016, p. 15-18. doi: 10.3917/lav.bourd.2016.01.0040.

[33] A. Angba et R. Nwakwasi, « Factors influencing role performance of community based organisations in agricultural development », p. 313-317, juin 2009.

[34] H. Sseguya, M. Mangheni, A. Semana, et F. Oumo, « Factors affecting effective performance of rural producers' organizations in the Teso farming system, Uganda », *Uganda J. Agric. Sci.,* 2004, Consulté le: 12 mars 2023. [En ligne]. Disponible sur: https://www.semanticscholar.org/paper/Factors-affecting-effective-performance-of-rural-in-Sseguya-Mangheni/685d5bef755dd780834261e69dd40812311c3025.

[35] J. Rwelamira, « Strengthening Farmers Organizations and Civil Society Organizations«, 2015. Consulté le: 14 mars 2023. [En ligne]. Disponible sur: https://www.semanticscholar.org/paper/Strengthening-Farmers-Organizations-and-Civil-Rwelamira/22b3f55dd83b391224f9478c8db6d02d93b65626.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1396-1404
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Indice de performance du matériel didactique MAT MAF appliqué à la compréhension de la loi d'Ohm et de Pouillet aux élèves de la troisième année des humanités scientifiques de la sous-division de Mbanza-Ngungu I en RDC

[Performance index of the MAT MAF teaching material applied to the understanding of Ohm's and Pouillet's law to third year students of scientific humanities in the sub-division of Mbanza-Ngungu I in DRC]

MAFUTA MELE NLANDU Faustine[1], KINYOKA KABALUMUNA God'EL[1], TANGENYI OKITO Marcien[1], and TSHISHIKU LUAMBUA Patrick[2]

[1]Departement de Physique et des Sciences Appliquées, Faculté des Sciences, Université Pédagogique Nationale, Kinshasa, RD Congo

[2]Section Informatique, Institut Supérieur des Statistique, Kinshasa, RD Congo

Copyright © 2023 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 highlights the contribution of a teaching material aimed at the understanding of physical laws for students following the scientific humanities. These laws include Ohm's law and Pouillet's law. The research shows that the use of didactic material in a physics lesson increases the satisfaction of the students with an increased success rate of 13, 24 % compared to a lesson without didactic material. Therefore, it is essential for a teacher who wants to improve the understanding of these laws to use appropriate and adequate teaching materials. We propose MAT MAF, which has shown satisfactory results.

KEYWORDS: Teaching material, success rate, scientific humanity, MAT MAF, Ohm's law, Pouillet's law.

RESUME: Cet article vient mettre en lumière la contribution d'un matériel didactique visant la compréhension des lois physiques pour les élèves qui suivent les humanités scientifique. Ces lois sont entre autres la loi d'Ohm et la loi de Pouillet. Il ressort de la recherche que l'utilisation d'un matériel didactique dans une leçon de physique permet d'accroitre la satisfaction des élèves avec un taux de réussite augmenté 13, 24 % par rapport à une leçon sans matériel didactique. Dès lors, il est indispensable pour un enseignant voulant un rendement meilleur à ce qui concerne la compréhension des dites lois de faire usage d'un matériel didactique approprié et adéquat. Nous proposons MAT MAF dont les résultats se sont avérés satisfaisants.

MOTS-CLEFS: Matériel didactique, taux de réussite, humanité scientifique, MAT MAF, loi d'Ohm, loi de Pouillet.

1 INTRODUCTION

Le programme scolaire dans nos écoles secondaires, à l'issue de tableaux évaluatives, fait constater qu'un nombre important d'élèves de troisième des humanités scientifiques n'assimilent pas les lois d'Ohm et de Pouillet. Aussi, nous ne pouvons pas nous en passer en relevant que l'apprentissage de science est, et reste encore purement théorique, voire auto-logique, faute d'inexistence de laboratoire, de manque de créativité due à la sous-qualification des enseignants, dans la plupart d'écoles, disséminées à travers la Région du Kongo central en République Démocratique du Congo, d'une manière générale, notamment à Mbanza-Ngungu en particulier. Serait-il un dysfonctionnement ou une inadéquation des structures due à

l'insuffisance de connaissances dans le chef des enseignants, d'une part et d'autre part par la capacité de transmission au bénéfice des élèves ? Et, pourtant, nous voulons montrer qu'une bonne utilisation du matériel didactique contribue, de manière significative, à l'assimilation précitée et facilite le mécanisme enseignement-apprentissage.

Cette observation nous a poussé à fabriquer nous-même les matériels didactiques à partir des matériaux qui se trouve dans notre environnement, appelé MAT-MAF, et surtout montrer aux enseignants comment le fabriquer compte tenu de son coût dérisoire et comment prélever les mesures.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MATÉRIELS

Pour arriver à l'obtention des résultats dans cette étude, nous avons utilisé deux matériels principaux, il s'agit du matériel didactique MAT MAF et de l'outil de collecte des données.

2.1.1 MATÉRIEL DIDACTIQUE MAT MAF

Ce matériel didactique MAT MAF signifiant Matériel MAFUTA est un dispositif comprenant des résistances en carbone et spirale alimenté par un générateur en pile reliés par des conducteurs électriques. Pour la composante en loi d'Ohm est constituée d'une seule résistance tandis que la composante à loi de Pouillet est constituée des résistances des différentes sections, matières et longueurs. Le but est d'arriver à avoir les différentes valeurs de résistances à partir de grandeurs constituantes les deux lois.

On rappelle les expressions de ces lois:

Loi d'Ohm :

$$U=RI \tag{1}$$

- U: tension aux bornes de la résistance [Volt];
- R: résistance [Ohm];
- I: intensité [Ampère]

Loi de Pouillet :

$$R=\rho\frac{l}{S} \tag{2}$$

- R: résistance [Ohm];
- ρ: résistivité [Ohmmètre];
- l; longueur [mètre];
- S: section [mètre carré]

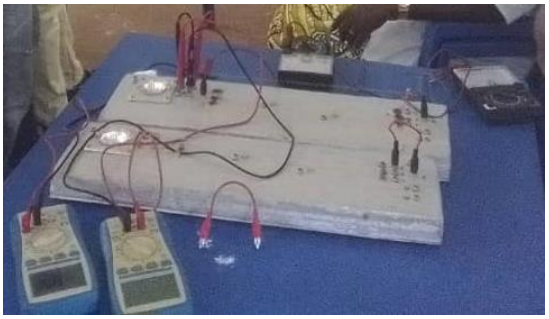


Fig. 1. Matériel didactique MAT MAF

La figure 1 montre l'aperçu en 3D du matériel didactique MAT MAF

2.1.2 OUTIL DE COLLECTE

Pour évaluer la contribution du matériel didactique MAT MAF à la compréhension des lois physiques, loi d'Ohm et loi de Pouillet, une fiche de collecte ayant des questions en rapport avec les lois d'Ohm et loi de Pouillet est conçue dont en voici le modèle:

TEST DE PHYSIQUE

Nom et post nom: Date:

Sexe: Maximum: 20 points.

Ecole:

Consignes:

- *Compléter les pointillés par de terme qui convient*
- *Encercler les lettres correspondantes à la bonne réponse*
- *Chaque question est cotée sur 1 point*
- *La durée du test est de 2 heures, soit de 9h à 11h*

I.

1. Dans un circuit électrique, l'ampèremètre est toujours branché en
2. Dans un circuit électrique, le voltmètre est toujours branché en
3. On rencontre les résistances spirales dans les appareils
4. On rencontre les résistances en carbone dans les appareils
5. Quand on augmente la longueur d'une résistance, on peut admettre que la valeur de cette dernière
6. Quand on augmente la section d'une résistance, on peut admettre que la valeur de cette dernière
7. La résistivité d'un conducteur électrique a pour unité

   a) mΩ b) A c) Ωm d) Ω
8. Dans une résistance en carbone: A est vert; B est noir; C et D sont marrons. La valeur de cette résistance

   a) 200 Ω b) 400 Ω c) 500 Ω d) 100 Ω
9. Si la valeur R d'une résistance en carbone vaut 450 Ω, la première valeur 4 désigne le:

   a) rouge b) jaune c) vert d) marron
10. Un conducteur a une résistance de 200 Ω, une section de 4 mm et une résistivité de 16.10^{-9} Ωm. on peut déduire que la valeur de sa longueur est:

    a) 5m b) 500m c) 0,5 m d) 5 cm

II.

1. Dans un groupement des résistances en série, l'intensité du courant est

   a) la même b) additive c) multiplicative d) nulle
2. Dans un groupement des résistances en série, la ddp est

   a) la même b) additive c) multiplicative d) nulle
3. Dans un groupement des résistances en parallèle, l'intensité du courant est

   a) la même b) additive c) multiplicative d) nulle

4. Dans un groupement des résistances en parallèle, la ddp est:

   a) la même b) additive multiplicative d) nulle

5. Dans un groupement des résistances en série, la résistance équivalente est:

   a) La somme des inverses des résistances individuelles.

   b) la somme directe des résistances individuelles.

   c) le produit directe des résistances individuelles.

   d) la différence directe des résistances individuelles.

6. Dans un groupement des résistances en parallèle, l'inverse de la résistance équivalente est:

   a) La somme des inverses des résistances individuelles.

   b) la somme directe des résistances individuelles.

   c) le produit directe des résistances individuelles.

   d) la différence directe des résistances individuelles.

7. La force électromotrice d'une pile a pour unité:

   a) newton b) volt c) coulomb d) mètre

8. La force contre électromotrice d'un récepteur a pour unité:

   a) newton b) volt c) coulomb d) mètre

9. Une lampe électrique est:

   a) une résistance morte b) un récepteur c) un générateur d) un capteur

10. On dispose de 4 piles de 1,8 V et de résistance interne 0,2 Ω chacune pour débiter un courant de 4 A dans un circuit de résistance 1 Ω. On peut déduire qu'il s'agit d'un groupement de générateurs:

    a) en série b) en parallèle c) mixte d) en opposition

2.2 MÉTHODES

La démarche menant à la validation des résultats dans cette étude est la suivante:

- La formation sur le matériel didactique MAT MAF: elle consiste à la fabrication et à l'utilisation du matériel didactique par les enseignants de troisième année des humanités scientifiques;
- Administration des leçons sur la loi d'Ohm et loi de Pouillet en physique aux élèves de troisième année des humanités scientifiques avec l'usage du matériel didactique;
- Test de physique pour évaluer l'impact du matériel didactique MAT MAF; le même test a été administré aux deux groupes d'écoles (deux catégories des répondants). Le premier groupe est constitué des écoles dont les enseignants ont été formé sur le matériel didactique MAT MAF, et dont les élèves ont eu des leçons sur les lois d'Ohm et de Pouillet avec matériel sur place, ce groupe est appelé « groupe expérimental ». Le second groupe est constitué des écoles dont les enseignants n'ont pas suivi la formation et dont les élèves ont eu des leçons sur la loi d'Ohm et la loi de Pouillet sans matériel didactique;
- Correction du test

3 RÉSULTATS

3.1 LE GROUPE EXPÉRIMENTAL

Le groupe expérimental constitue une partie de l'ensemble de la population cible dont l'outil de collecte a été appliqué, ce groupe est composé des écoles dont les enseignants ont été formé dans la fabrication et l'utilisation du matériel didactique MAT MAF. A son sein le groupe comprend 10 écoles ayant l'option humanité scientifique mais aussi la classe de 3ème année.

Il sied de rappeler que ces écoles font parties de la sous-division éducationnelle de BANZANGUNGU I. Les élèves ont passé un test basé essentielle sur les matières ayant trait avec la loi d'Ohm et la loi de Pouillet dont voici les résultats:

Tableau 1. Taux de réussite par question

N°	Question	Taux de réussite en %
1	Dans un circuit électrique l'ampèremètre est toujours branché?	70,3
2	Dans un circuit électrique le voltmètre est toujours branché ?	71,2
3	On rencontre les résistances spirales dans les appareils?	35,8
4	On rencontre les résistances en carbone dans les appareils?	35,8
5	Quand on augmente la longueur d'une résistance on peut admettre que la valeur de cette dernière?	50,2
6	Quand on augmente la section d'une résistance on peut admettre que la valeur de cette dernière?	55,6
7	La résistivité d'un conducteur électrique a pour unité?	78,8
8	Dans une résistance en carbone; A: vert, B: noir, C: marron. La valeur de cette résistance est?	63,8
9	Si la valeur R d'une résistance en carbone vaut 450 Ohm la valeur 4 désigne ?	60,8
10	Un conducteur a une résistance de 200 Ohm, une section de 4 mm^2 et une résistivité de 16 10-9 Ohmmètre. On peut déduire que la valeur de sa longueur est	7,8
11	Dans un groupement des résistances en série, l'intensité du courant est?	74,4
12	Dans un groupement des résistances en série, la DDP est?	58
13	Dans un groupement des résistances en parallèle, l'intensité du courant est?	48,8
14	Dans un groupement des résistances en parallèle, la DDP est?	52,9
15	Dans un groupement des résistances en série, la résistance équivalente est	54,6
16	Dans un groupement des résistances en parallèle, l'inverse de la résistance équivalente est:	59
17	La force électromotrice d'une pile a pour unité?	68,8
18	La force contre-électromotrice d'un récepteur a pour unité?	30,4
19	Une lampe électrique est?	63,8
20	On dispose des 4 piles de 1,8 V et des résistances internes 0,2 ohm, chacune pour débuter un courant de 4 A dans un circuit des résistances 1 Ohm. On peut déduire qu'il s'agit d'un groupement des générateurs:	42,7
Moyenne de réussite		54,175

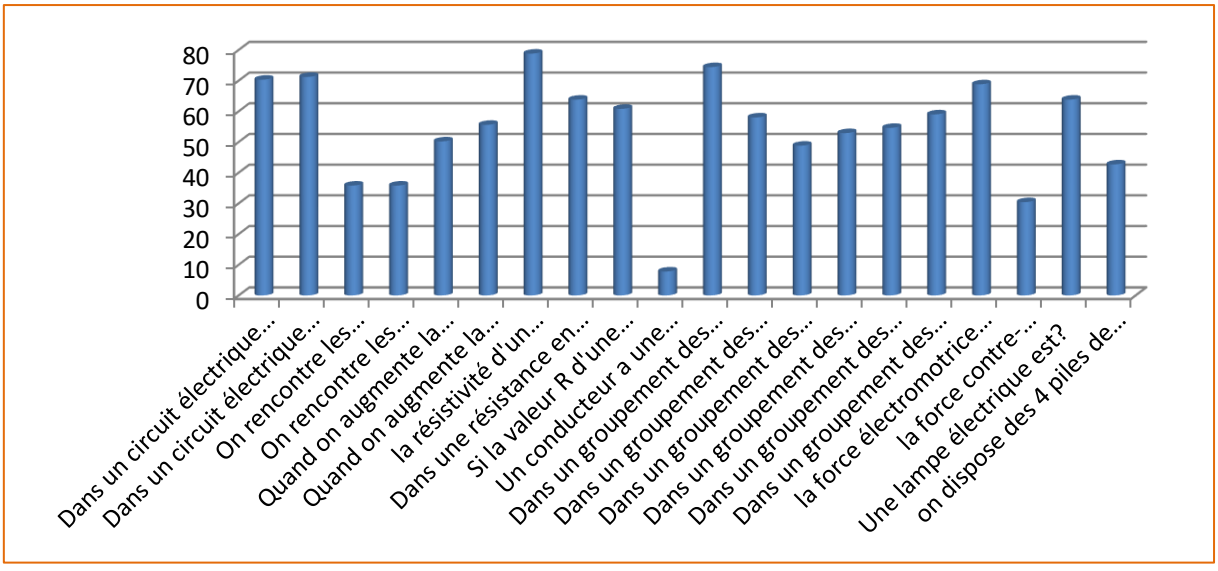


Fig. 2. Taux de réussite par question dans le groupe expérimental

Données d'analyse

Nombre d'école: 10
Nombre d'élève ou répondant: 293

3.2 LE GROUPE CONTROL

A la différence du premier groupe nommé groupe expérimental, ce groupe les enseignants n'ont pas été formés dans la fabrication ni l'utilisation du matériel didactique MAT MAF, ce groupe comprend 8 écoles de la même sous-division que les écoles du premier groupe. Le même test a été administré aux élèves de ces écoles dont voici les résultats.

Tableau 2. Taux de réussite par question pour le groupe control

N°	Question	Taux de réussite en %
1	Dans un circuit électrique l'ampèremètre est toujours branché?	37,4
2	Dans un circuit électrique le voltmètre est toujours branché ?	52
3	On rencontre les résistances spirales dans les appareils?	17,9
4	On rencontre les résistances en carbone dans les appareils?	43,1
5	Quand on augmente la longueur d'une résistance on peut admettre que la valeur de cette dernière?	33,3
6	Quand on augmente la section d'une résistance on peut admettre que la valeur de cette dernière?	36,6
7	La résistivité d'un conducteur électrique a pour unité?	61
8	Dans une résistance en carbone; A: vert, B: noir, C: marron. La valeur de cette résistance est?	26
9	Si la valeur R d'une résistance en carbone vaut 450 Ohm la valeur 4 désigne ?	32,5
10	Un conducteur a une résistance de 200 Ohm, une section de 4 mm^2 et une résistivité de 16 10^{-9} Ohmmètre. On peut déduire que la valeur de sa longueur est	1,6
11	Dans un groupement des résistances en série, l'intensité du courant est?	67,5
12	Dans un groupement des résistances en série, la DDP est?	35
13	Dans un groupement des résistances en parallèle, l'intensité du courant est?	34,1
14	Dans un groupement des résistances en parallèle, la DDP est?	38,2
15	Dans un groupement des résistances en série, la résistance équivalente est	47,2
16	Dans un groupement des résistances en parallèle, l'inverse de la résistance équivalente est:	42,3
17	La force électromotrice d'une pile a pour unité?	70,7
18	La force contre-électromotrice d'un récepteur a pour unité?	22,8
19	Une lampe électrique est?	55,3
20	On dispose des 4 piles de 1,8 V et des résistances internes 0,2 ohm, chacune pour débuter un courant de 4 A dans un circuit des résistances 1 Ohm. On peut déduire qu'il s'agit d'un groupement des générateurs:	64,2
Moyenne de réussite		**40,935**

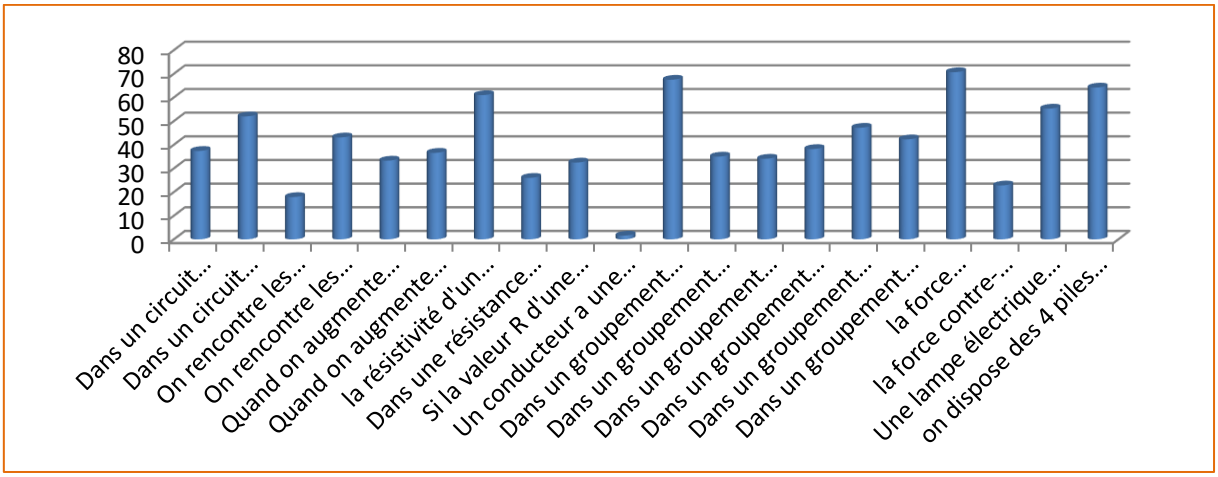


Fig. 3. Taux de réussite par question dans le groupe control

Données d'analyse

Nombre d'école: 8
Nombre d'élève ou répondant: 123

3.3 ANALYSE

Du tableau 1, il est remarqué que les élèves ont plus réussi sur la question de savoir l'unité de résistivité avec un pourcentage de 78,8 % tandis que le tableau 2 montre que les élèves du groupe control ont réussi plus sur la question portant sur unité de la force électromotrice d'une pile. Dans les deux cas (tableau 1 et tableau 2), les élèves n'ont pas assez réussi sur la question N°10 qui était de calculer la longueur d'un conducteur en fonction de la résistance, section et résistivité. Pour le groupe expérimental, seulement 7,8 % d'élèves ont réussi voir tableau 1, et pour le groupe control, seul 1,6 % d'élèves ont réussi, voir tableau 2.

4 DISCUSSION

La discussion se fait entre les résultats du groupe expérimental et celui du groupe control. Cette discussion permet de voir en clair l'apport du matériel MAT MAF dans le milieu scolaire de la sous-division MBANZA –NGUNGU I.

Elle se fait par comparaison du taux de réussite par question entre les deux groupes. Cette comparaison se résume par le tableau ci-dessous:

Tableau 3. Impact du matériel didactique MAT MAF sur la compréhension des élèves sur l'application de la loi d'Ohm et la loi de Pouillet

N°	Question	Taux de réussite par question en %		Différence du taux de réussite en %
		Groupe Expérimental	Groupe Control	
1	Dans un circuit électrique l'ampèremètre est toujours branché?	70,3	37,4	32,9
2	Dans un circuit électrique le voltmètre est toujours branché ?	71,2	52	19,2
3	On rencontre les résistances spirales dans les appareils?	35,8	17,9	17,9
4	On rencontre les résistances en carbone dans les appareils?	35,8	43,1	-7,3
5	Quand on augmente la longueur d'une résistance on peut admettre que la valeur de cette dernière?	50,2	33,3	16,9
6	Quand on augmente la section d'une résistance on peut admettre que la valeur de cette dernière?	55,6	36,6	19
7	La résistivité d'un conducteur électrique a pour unité?	78,8	61	17,8
8	Dans une résistance en carbone; A: vert, B: noir, C: marron. La valeur de cette résistance est?	63,8	26	37,8
9	Si la valeur R d'une résistance en carbone vaut 450 Ohm la valeur 4 désigne ?	60,8	32,5	28,3
10	Un conducteur a une résistance de 200 Ohm, une section de 4 mm^2 et une résistivité de 16 10-9 Ohmmètre. On peut déduire que la valeur de sa longueur est	7,8	1,6	6,2
11	Dans un groupement des résistances en série, l'intensité du courant est?	74,4	67,5	6,9
12	Dans un groupement des résistances en série, la DDP est?	58	35	23
13	Dans un groupement des résistances en parallèle, l'intensité du courant est?	48,8	34,1	14,7
14	Dans un groupement des résistances en parallèle, la DDP est?	52,9	38,2	14,7
15	Dans un groupement des résistances en série, la résistance équivalente est	54,6	47,2	7,4
16	Dans un groupement des résistances en parallèle, l'inverse de la résistance équivalente est:	59	42,3	16,7
17	La force électromotrice d'une pile a pour unité?	68,8	70,7	-1,9
18	La force contre-électromotrice d'un récepteur a pour unité?	30,4	22,8	7,6
19	Une lampe électrique est?	63,8	55,3	8,5
20	On dispose des 4 piles de 1,8 V et des résistances internes 0,2 ohm, chacune pour débuter un courant de 4 A dans un circuit des résistances 1 Ohm. On peut déduire qu'il s'agit d'un groupement des générateurs:	42,7	64,2	-21,5
Moyenne de réussite		**54,175**	**40,935**	**13,24**

Il est clairement établi que l'usage du matériel didactique MAT MAF permet d'accroitre le taux de réussite. Du tableau 3, on peut voir que le taux de réussite est de 40,935 % pour le groupe control et 54,175 % pour le groupe expérimental, ces chiffres montrent que en faisant bonne utilisation du matériel didactique approprié, le rendement des élèves augmente pour ce qui concerne les leçons des lois physiques. Le taux de réussite augmente de 13,24 % du groupe control au groupe expérimental, ce qui est largement suffisant pour une acceptation de l'influence du matériel didactique.

5 CONCLUSION

Pour une bonne assimilation des lois physiques, loi d'Ohm et loi de Pouillet chez les élèves de la troisième année des humanités scientifiques de la sous-division Mbanza-Ngungu I au KONGO central en RDC; les enseignants doivent être formés pour une utilisation rationnelle des matériels didactiques. Le matériel MAT MAF prouve en suffisance que son bon usage par

les enseignants conduit à une amélioration nette du circuit « enseignement-apprentissage » et du rendement des élèves sur la compréhension des lois physiques.

REFERENCES

[1] CERNESSE R. (1991). Enseigner les Sciences Physiques, Réflexions Pédagogiques, CRDP, Lyon.
[2] KINYOKA KABALUMUNA God'EL, Rendement des eleves de sixieme mathematique-physique a une epreuve sur la notion de moment de force en physique, *International Journal of Innovation and Applied Studies,* vol. 25, no. 1, pp. 86–92, 2018.
[3] CHEVALARD, Y. (1999), L'analyse des pratiques enseignantes en théories anthropologiques. Recherches en Didactique des Mathématiques. Vol. 19.2, La pensée sauvage, pp (221-266).
[4] CHEVALARD, Y. (2002 b), Organiser l'étude 3. Ecologie et régulations, in Dorier, J.-L & al, (eds), Actes de la 11 ème Ecole d'Eté de Didactique. Les Mathématiques, La Pens2e sauvage, corps.
[5] CORNU L., VERGNIOUX A., (1992), La didactique en questions, CNDP, Hachette, Paris, 156 p.
[6] EFTYCHIA Damaskou (2014): Concevoir son propre matériel didactique, disponible sur http://www.gallika.net, Consulté le 17 Mars 2023.
[7] GENNEVIEKKIERS (2015), Liste du matériel didactique, disponible sur (www.pinterest.fr), Consulté le 17 Mars 2023.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1405-1428
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Modélisation de la dynamique des crues dans le bassin versant du fleuve Cavally (Côte d'Ivoire, Libéria, Guinée)

[Flood dynamics modeling in the Cavally River watershed (Côte d'Ivoire, Liberia, Guinea)]

Tivoli Lou Moin Sandrine[1], Kouakou Koffi Eugène[1], Kouakou Chistopher[1], Yao Kouadio Assemien François[2], and Niamien Adjoa Melaine Roseline[1]

[1]Département de Formation et de Recherche en Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny (INP-HB) de Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

[2]Unité de Formation et de Recherche en Sciences Géologiques et Minières, Université de Man, Côte d'Ivoire

Copyright © 2023 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 disastrous consequences of hydrological risks are of paramount importance, hence the need to prevent them and minimize their impacts, if not eliminate them. In this perspective, the study of flood-related risks in the Cavally watershed was carried out. The objective was to analyze the risks related to floods using different approaches. The study was based on the frequency analysis of three series of extreme flows constituted from the daily flows measured at the different hydrometric stations. These series of flows are made up of annual maximum flows, overthreshold flows and maximum flows obtained on the annual series on which were applied the moving averages of daily duration d. After the frequency analysis of these variables, the construction of the QdF curves was carried out. The study showed that flood discharge times are higher at Toulepleu and Feté (4 - 40 days) than at Nékaounié and Tiéouléoula (1 - 10 days). The frequency analysis showed that the Weibull, Gamma, GEV and Gumbel laws are the best laws that fit the different flood flow series. The QdF curves obtained from the different variables show that those obtained with suprathreshold values give more satisfaction compared to the maxan values. These QdF curves describing the intensity of daily flows showed quantiles of flows with return periods from 2 to 100 years, all higher than the average flows observed in the watershed, thus demonstrating a high risk of flooding since even the most frequent floods are likely to generate floods. Compared to the results obtained by applying the reference basin models, the analysis of the QdF curves showed that the Vandenesse model is better in the observable frequency domain as well as in the rare frequency domain.

KEYWORDS: Hydrological risks; Frequency analysis; Cavally basin; Statistics; Flow-duration-frequency.

RESUME: Les conséquences désastreuses des risques hydrologiques sont d'une importance primordiale, d'où la nécessité de les prévenir et de minimiser leurs impacts voire les éliminer. C'est dans cette optique que l'étude des risques liés aux crues dans le bassin versant du Cavally a été effectuée. L'objectif était d'analyser des risques liés aux crues à partir de différentes approches. L'étude s'est appuyée sur l'analyse fréquentielle de trois séries de débits extrêmes constituées à partir des débits journaliers mesurés aux différentes stations hydrométriques. Ces séries de débits sont constituées de débits maxima annuels, de débit supseuil et de débits maxan obtenu sur les séries annuelles sur lesquelles ont été appliquée les moyennes mobiles de durée journalière d. Après l'analyse fréquentielle de ces variables, la construction des courbe QdF a été effectuée. L'étude a montré que les temps d'évacuation des crues sont plus élevés à Toulepleu et Fété (4 – 40 jours) qu'à Nékaounié et Tiéouléoula (1 – 10 jours). L'analyse fréquentielle a montré que les lois de Weibull, Gamma, GEV et Gumbel sont les meilleures lois qui ajustent les différentes séries de débits de crues. Les courbes QdF obtenues à partir des différentes variables montrent que celles obtenues avec valeurs supseuil donnent plus de satisfaction par rapport aux valeurs maxan. Ces courbes QdF décrivant

Corresponding Author: Tivoli Lou Moin Sandrine

l'intensité des débits journaliers ont montré des quantiles de débits de période de retour de 2 à 100 ans, tous supérieurs aux débits moyens observés dans le bassin versant, démontrant ainsi un risque élevé d'inondation puisque, même les crues les plus fréquentes sont susceptibles de générer des inondations. Comparée aux résultats obtenus par application des modèles bassin de référence, l'analyse des courbes QdF a montré que le modèle Vandenesse est meilleur dans le domaine des fréquences observables ainsi que dans le domaine des fréquences rares.

MOTS-CLEFS: Risques hydrologiques ; Analyse fréquentielle ; Bassin du Cavally ; Statistique ; Débit-durée-Fréquence.

1 INTRODUCTION

De tous les temps, les plaines inondables des grands bassins versants ont été des lieux de développement socio-économiques en raison de leur potentiel de développement dans le monde entier. C'est le cas des pays comme le Bangladesh, le Japon, la Gambie et l'Egypte où de fortes densités des populations sont établies le long des fleuves et des rivières [1], [2], [3]. De même, la prospérité économique des pays développés a été favorisée par l'utilisation des plaines inondables à des fins commerciales et résidentielles. En effet, les populations installées aux abords de ces rivières et autres cours d'eau naturels peuvent profiter des avantages qu'offrent ces derniers notamment le transport de marchandises, la pêche, l'alimentation en eau potable et la production d'énergie hydraulique [4]. Cependant, malgré les nombreux profits que tirent les populations des cours d'eau, celles-ci peuvent subir les caprices de ces [5]. Les plus courants des caprices sont les inondations causées par des crues qui entrainent de lourdes pertes en vie humaine et en biens matériels auxquelles s'ajoutent les coupures de réseaux routiers et électriques entrainant ainsi l'arrêt momentané des activités socio-économiques. Ainsi, une meilleure connaissance du régime des crues sur un bassin versant permet une gestion durable des inondations encourageant ainsi les populations à s'installer à proximité des cours d'eau avec leurs biens car la diminution des risques à travers une réduction de l'occupation des plaines inondables pourrait limiter le potentiel de développement socio-économique de ces zones [6].

Les crues ont fait l'objet de plusieurs études dans le monde [4], [7], [8], [9], [10], [11]. Plusieurs approches sont connues et utilisées pour connaître la dynamique des crues. Ce sont entre autres l'analyse fréquentielle des crues observées et la modélisation Débit-Durée-Fréquence (QdF) qui permet d'intégrer les paramètres de débit (Q), durée (d) et de fréquence (F) pour caractériser l'aléa hydrologique. Cependant, les techniques d'échantillonnage peuvent parfois impacter la qualité des résultats. Les techniques les plus utilisées pour la constitution des séries de débits sont respectivement les techniques d'échantillonnage par valeurs maximales (Maxan) et celles utilisant les valeurs supérieures à un seuil (Supseuil). Dans cette étude, il s'agit de proposer un modèle d'échantillonnage qui simule au mieux le régime des crues afin de fournir aux planificateurs des données fiables pour la conception d'ouvrages hydrauliques durables. En effet, les débits sont les paramètres qui déterminent l'évolution hydrologique au fil des années. Pour les ouvrages hydrauliques, l'estimation des quantiles de débit avec une durée définie et une période de retour donnée demeure une préoccupation de première importance.

Compte tenu de l'abondance des précipitations, le bassin versant du Cavally est devenu la nouvelle zone d'attraction pour la production des cultures de rentre (café, cacao, palmier à huile, hévéa) tant du côté de la Côte d'Ivoire que du Libéria. De plus, cette région n'a fait l'objet que de très peu d'études hydrologiques. Ainsi, la présente étude y a été menée afin d'analyser la dynamique des crues et les risques associés dans cette région. [4].

2 POINTS À VÉRIFIER AVANT PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Situé en Afrique de l'Ouest entre les latitudes 4° et 8° Nord et longitudes 6° et 8° Ouest, le bassin versant du fleuve Cavally est partagé par trois pays à savoir la Côte d'Ivoire, le Libéria et la Guinée (Fig. 1). Son cours d'eau principal prend sa source au pied des monts Nimba en Guinée et traverse la Côte d'Ivoire. A partir de Toulepleu, ville ivoirienne, il constitue la frontière (naturelle) entre la Côte d'Ivoire et le Liberia pour déboucher enfin sur l'océan atlantique dans le Golfe de Guinée à 21 km à l'Est de la localité de Harper au Liberia. Il a une longueur de 515 Km et son bassin versant s'étend sur 30 600 km^2.

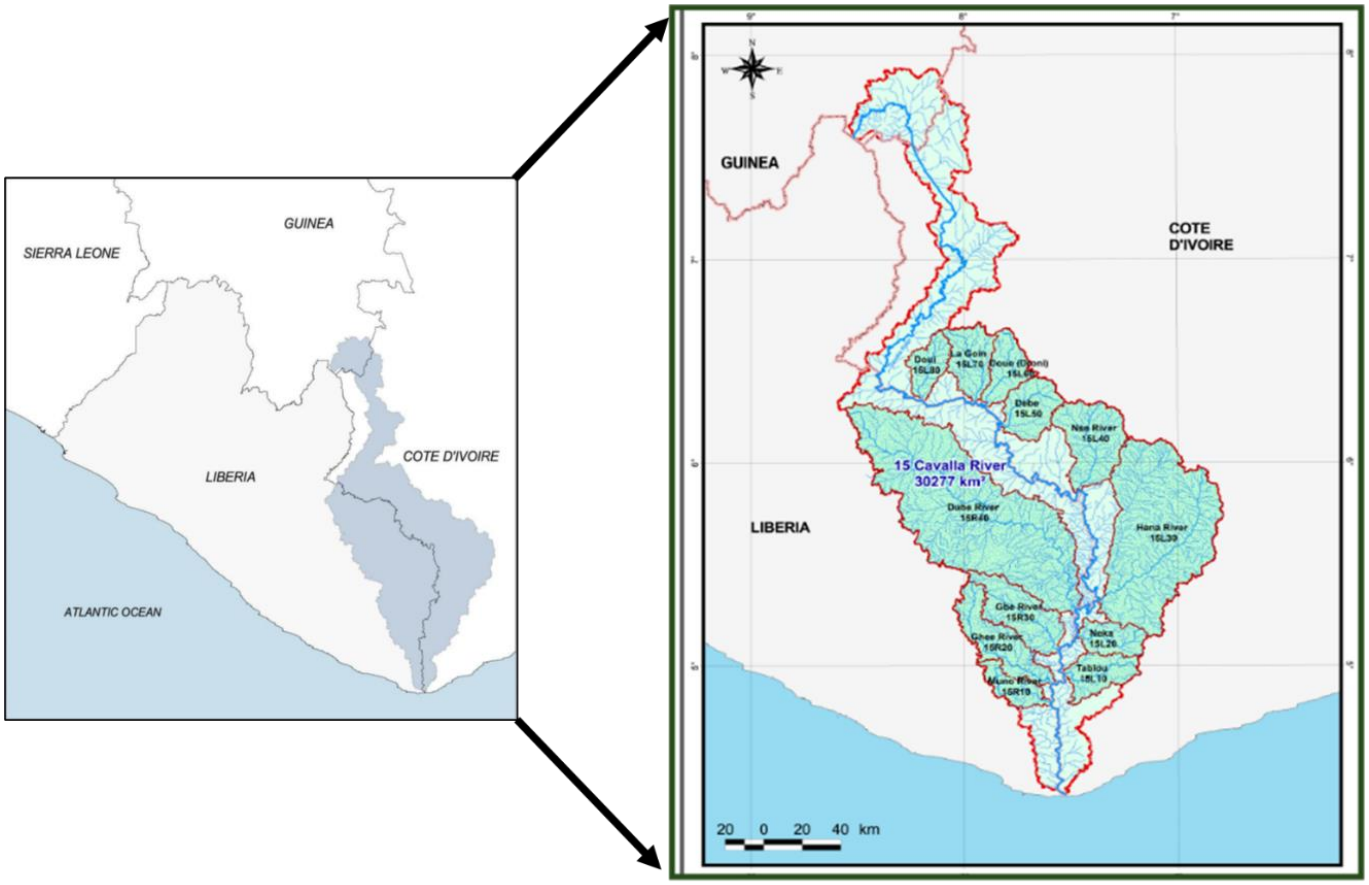


Fig. 1. Situation géographique du bassin versant du fleuve Cavally [12]

Le bassin versant est largement drainé par le Cavally et ses principaux affluents qui sont le Duobe, le Hana, le N'zo, le Douihi, le N'sé, le Niyon et le Goin (Fig. 1). Le réseau hydrographique apparaît comme un dense chevelu de cours d'eau, surtout en saison des pluies.

En Côte d'Ivoire, l'examen des normales pluviométriques a permis de distinguer quatre grandes zones climatiques (Nord, Centre, Ouest et Sud). Le bassin versant du Cavally, orienté du Nord vers le Sud, s'intègre dans trois zones climatiques que sont le climat des montagnes avec deux saisons (pluvieuse et sèche) dans la partie Nord du bassin, le climat équatorial de transition atténué ou climat Baouléen avec quatre saison (deux pluvieuses et deux sèches), au centre du bassin versant et le climat équatorial de transition ou climat attiéen avec quatre saison (deux pluvieuses et deux sèches), dans la partie Sud. Sur l'ensemble de la zone d'étude, les précipitations sont inégalement réparties. Sur la période 19950 – 2019, les moyennes pluviométriques annuelles sont estimées à 1866, 1100 et 1600 mm respectivement du Nord au Sud.

Le relief de la zone d'étude est caractérisé par deux ensembles géomorphologiques : un ensemble montagneux et une zone de plateaux. La zone montagneuse constitue le domaine des hauts sommets où les altitudes dépassent généralement les 1000 mètres. Il correspond au prolongement oriental de la chaîne du Fouta Djalon, en forme de croissant lunaire dont la convexité est tournée vers le S-SE. Le mont Nimba qui culmine à 1753 m d'altitude est le plus haut sommet de la zone et représente la frontière naturelle entre le Liberia, la Guinée et la Côte d'Ivoire. La zone des plateaux occupe le reste de la zone d'étude. L'altitude moyenne y est d'environ 300 m. De nombreuse localités sont concentrées dans ce secteur où les dénivellations sont les plus faibles. Les conditions du milieu naturel sont plus favorables au développement harmonieux des activités humaines.

Le bassin versant du Cavally est caractérisé par une végétation de forêt dense. Cette vaste forêt couvre à la fois le Liberia, la Côte d'Ivoire et la Guinée. Ce bassin possède l'un des plus importants couverts forestiers avec une biodiversité assez importante qui est de plus en plus anthropisée à cause des bonnes conditions culturales. Cette situation facilite un fort ruissellement et une multiplication des risques d'inondation dans les vallées adjacentes.

3 MATÉRIEL ET MÉTHODES

3.1 MATÉRIEL ET DONNÉES

Les données de cette étude sont constituées essentiellement de débits journaliers maxima extraits des séries de débits journaliers interannuels de différentes stations hydrométriques situées sur le cours d'eau principal et sur certains affluents du fleuve Cavally (Fig. 2). De ces débits journaliers, plusieurs variables hydrologiques ont été extraites. Ce sont les débits maximaux instantanés (Qix), les débits-seuils caractéristiques maxima continûment dépassés sur la durée d noté QCXd, les débits moyens caractéristiques sur une durée continue d notés VCXd, les modules mensuels et annuels. Ces données ont été fournies par la Direction de l'Hydrologie et couvrent la période 1950 - 2020. Elles ont été traitées à partir de Microsoft Excel et Hyfran-Plus 2.2.

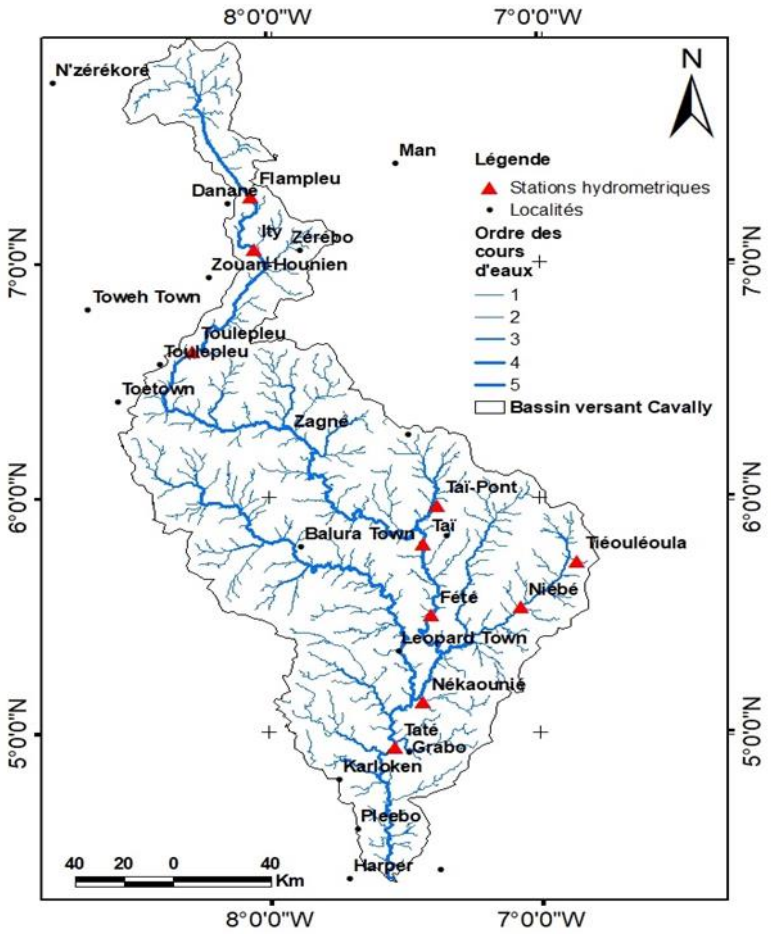


Fig. 2. Répartition spatiale des stations hydrométriques étudiées

3.2 MÉTHODES

3.2.1 DÉTERMINATION DE LA DURÉE CARACTÉRISTIQUE DES CRUES

La constitution de la série des débits maximaux instantanés (Qix) s'est faite en déterminant pour chaque série annuelle de débits journaliers le plus fort débit. La série des débits maximaux instantanés (Qix) ainsi obtenue a été soumise à plusieurs tests statistiques afin de déterminer la loi qui l'ajuste mieux. Ainsi, cet ajustement a permis d'obtenir, pour chaque station, le quantile de débit instantané maximal de période de retour de crue décennale QixA10. Une fois les QixA10 obtenus, les durées caractéristiques d'écoulement D pour chaque sous bassin versant ont été estimées à l'aide de la méthode Socose du Cemagref. En effet, cette méthode permet de calculer pour chaque hydrogramme de crue donnée, la durée ts correspondant à la durée pendant laquelle le débit est supérieur à la moitié du débit maximum instantané Qs. Ainsi, on obtient pour chaque année, le couple de valeurs (Qs ; ts) correspondant aux débits maximums instantanés et aux durées ts. Pour déterminer une durée

caractéristique D de crue, la méthode Socose propose que l'ensemble des couples (Qs, ts) obtenus pour les N plus fortes crues observées soient représentés sur un même graphe. Cette méthode consiste à définir plusieurs classes de Qs, puis pour chaque classe, à calculer la durée ds qui représente la médiane des valeurs de ts dans la classe, et ensuite à tracer une courbe reliant ces différentes valeurs ds. Enfin, la valeur de la durée caractéristique D, appelée durée de Socose, est lue sur cette courbe, pour un débit Qs égal au débit instantané décennal, noté QixA10 [4].

Une fois la durée caractéristique estimée, il convient de déterminer l'intervalle de la durée de la crue. Plusieurs méthodes permettent de caractériser la durée de la crue. Si dans la méthode du Gradex, une seule durée voisine de 2D est utilisée, plusieurs autres travaux, notamment [13], [10] ont montré une certaine souplesse sur le choix de la durée d de l'intervalle [D/2, 5 à 6D]. Cette dernière méthode a été utilisée pour caractériser la dynamique des crues en des durées choisies.

3.2.2 NOMS ET AFFILIATIONS DES AUTEURS CARACTERISATION DES CRUES

3.2.2.1 CONSTITUTION DES SÉRIES MAXAN ET SUPSEUIL ET DÉTERMINATION DES QUANTILES DE CRUE

Deux méthodes d'échantillonnage sont principalement utilisées par les hydrologues afin d'extraire d'une chronique des crues extrêmes. Il s'agit de l'échantillonnage par valeurs maximales annuelles (Maxan) et de l'échantillonnage par valeurs supérieures à un seuil (Supseuil).

L'échantillonnage par valeurs maximales annuelles [14] consiste à sélectionner pour chaque année de la série d'observation, le débit le plus fort. Une fois les N valeurs de durée d choisies dans l'intervalle [D/2, 5 à 6D], une nouvelle chronique de débits moyens VCd est obtenue en appliquant un filtre sur toute la série initiale de débits journaliers Qt à l'aide de l'équation 1 :

$$VCd = \frac{1}{d}\int_{t0}^{t0+d} Q(t)dt \ \ (Equation\ 1)$$

Dans la pratique, il s'agit de faire passer une moyenne mobile de fenêtre d ou de pas de temps glissant d choisi sur la série initiale de débit Qt. Cette nouvelle chronique de débits moyens VCd représente en effet un volume qui transite sur une durée d dans un ouvrage hydraulique et qui est à maîtriser afin de prévenir les inondations. La constitution des séries Maxan se fait en sélectionnant pour chaque nouvelle chronique de débits moyens journaliers VCd, le débit journalier le plus élevé de chaque année hydrologique. Les valeurs sélectionnées en fonction de chaque durée d choisie forment une troisième série dite série des Maxan.

La mise en œuvre de la méthode Maxan est très simple. Le fait de ne sélectionner qu'un seul évènement par an, permet de s'assurer de l'indépendance entre les valeurs. Cependant, il est possible d'ignorer un certain nombre d'évènements pour des années où de nombreuses crues ont été enregistrées, et inversement de prendre en compte des évènements peu importants lors des années peu actives. L'homogénéité de l'échantillon n'est, donc, pas optimale [15].

L'échantillonnage par valeurs supérieures à un seuil (Supseuil) [16] consiste, quant à lui, à choisir un seuil, puis à sélectionner les pointes des événements dépassant ce seuil (Figure 3).

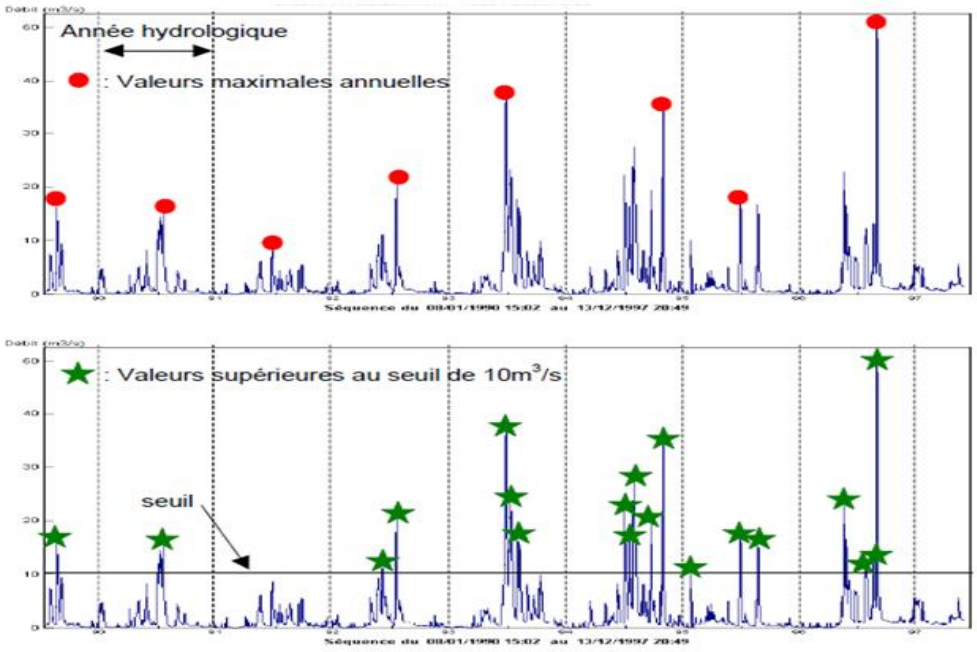


Fig. 3. Exemple d'un échantillonnage par maximum annuel et d'un échantillonnage par valeurs supérieures à un seuil effectué sur une chronique de débit instantané [4]

Les seuils dans cette étude ont été choisis de sorte à ce qu'on puisse sélectionner au maximum deux (2) pointes des évènements dépassant ce seuil. Après la constitution des séries par valeurs supérieures à un seuil, le filtre de l'équation 1 s'applique aux différents échantillons à divers pas de temps d. Cela permet de constituer de nouvelles séries dites séries des Supseuil.

Pour le cas particulier où d = 0 correspondant à l'échantillon de la chronique initiale de débit instantané, aucune transformation n'est effectuée.

3.2.3 ESTIMATION DES QUANTILES DE PÉRIODE DE RETOUR ET LEUR INTERVALLE DE CONFIANCE

L'estimation des quantiles de débits correspondant à des périodes de retour (T) donnée passe par les étapes suivantes ; les tests de vérification d'hypothèse, le choix de la loi d'ajustement, le choix de la méthode d'estimation des paramètres de la loi choisie, la vérification de l'adéquation de la loi aux données et enfin l'estimation des quantiles et leur intervalle de confiance.

- **Tests de vérification d'hypothèse statistiques de base**

Après la constitution des diverses séries de débits, chaque échantillon a été soumis à la vérification des hypothèses statistiques de base tels les tests d'indépendance, de stationnarité et d'homogénéité. Le test non paramétrique de Wald-Wolfowitz [18] qui permet de tester l'existence d'une autocorrélation dans les séries de données a été appliqué, de même que le test de Wilcoxon pour vérifier l'homogénéité des données. Enfin, le test de Mann-Kendal [11], [19] a été utiliser en vue de détecter de potentielles tendances dans les séries hydrologiques et par conséquent d'apprécier la stationnarité de celles-ci.

- **Choix de la loi statistique d'adéquation**

Une fois la vérification des hypothèses statistiques de base effectuée, les différents échantillons ont été soumis à l'ajustement par diverses lois statistiques que sont :

- ✓ Lois de distribution à variations régulières : Fréchet (EV2), Halphen B Inverse (HIB), Log-Pearson type 3 (LP3), Gamma Inverse (GI) ;
- ✓ Lois de distributions sub-exponentielles : Halphen type A (HA), Halphen type B (HB), Gumbel (EV1), Pearson type 3 (P3), Gamma (G) ;
- ✓ Loi exponentielle.

De nombreuses études portant sur sur l'estimation des valeurs extrêmes ont montré que les lois de Gumbel, GEV (General Extreme Value) et de Weibull sont couramment utilisées en hydrologie. Elles ont été, a priori, retenues pour cette étude. Les fonctions de répartition, de densité ainsi que les domaines de validités de ces modèles statistiques sont présentées dans le Tableau 1.

Tableau 1. Fonctions de densité de probabilité et de répartition des modèles statistiques retenus

Loi	Domaine (D)	Fonction de densité de probabilité	Fonction de répartition (Fx)
General extreme value (VEG)	$x > u+\alpha/k$, si $k < 0$ $x > u+\alpha/k$, si $k > 0$	$f(x)= \frac{1}{\alpha}\left[1-\frac{k}{\alpha}(x-\mu)\right]^{\frac{1}{k}-1}\exp\left\{-\left[1-\frac{k}{\alpha}(x-\mu)\right]^{1/k}\right\}$	$f(x)= \exp\left\{-\left[1-\frac{k}{\alpha}(x-\mu)\right]^{1/k}\right\}$
Gumbel	$-\infty < x < +\infty$	$f(x)= \frac{1}{\alpha}\exp\left[-\frac{x-\mu}{\alpha}-\exp\left(\frac{(x-\mu)}{\alpha}\right)\right]$	$f(x)= \exp\left\{\left[-exp\left(\frac{x-\mu}{\alpha}\right)\right]\right\}$
Weibull	$x > 0$	$f(x)= \frac{k}{\alpha}\left(\frac{x}{\alpha}\right)^{k-1}\exp\left[-\left(\frac{x}{\alpha}\right)^{k}\right]$	$f(x)= 1-\exp\left[-\left(\frac{x}{\alpha}\right)^{k}\right]$

- **Choix de la méthode d'estimation des paramètres de la loi choisie**

Lorsque la classe de loi est trouvée, les paramètres des lois retenues doivent être estimés et cela est possible grâce à plusieurs méthodes qui sont le maximum de vraisemblable, la méthode des moments, la méthode des moments de probabilités pondérés (PWM) et la méthode des L-moments (LM). La méthode des moments est une approche « naturelle » et simple. Elle produit généralement des estimateurs de bonne qualité que la méthode du maximum de vraisemblance [20]. Elle donne beaucoup de poids aux valeurs extrêmes. Cette dernière a donc été retenue pour cette étude.

- **Contrôle de l'ajustement et validation du modèle statistique**

De nombreuses techniques existent pour comparer différentes méthodes d'analyse des lois de probabilité afin d'en choisir la meilleure. C'est le test d'adéquation du χ2 qui a été utilisé dans cette étude. Cependant, dans la plupart des cas, il est possible de trouver plusieurs lois de probabilité s'ajustant plus ou moins correctement à la série des données. Dans ce contexte, pour comparer les ajustements des lois de probabilité et de sélectionner celle qui s'ajuste mieux aux données, le recours à la comparaison graphique et surtout aux critères de comparaisons numériques est courant. Ainsi, en plus de la comparaison graphique, une comparaison numérique à partir des critères d'informations d'Akaike (AIC) et Bayésien (BIC) ont été utilisés comme dans de nombreuses études [21], [22], [23]. Ces critères pénalisent les modèles comportant trop de variables et évitent le sur-apprentissage. Les équations 2 et 3 en résument les calculs.

$$AIC = \left(f, x_{1,}x_{2,\ldots\ldots}x_n\right) = -2\ln L(\widehat{\theta}, x_{1,}x_{2,\ldots\ldots}x_n) + 2K \ (Equation\ 2)$$

$$BIC = \left(f, x_{1,}x_{2,\ldots\ldots}x_n\right) = -2\ln L(\widehat{\theta}, x_{1,}x_{2,\ldots\ldots}x_n) + 2K\ln n \ (Equation\ 3)$$

K : le nombre de paramètres de la loi de probabilité
L : la vraisemblance de l'échantillon ;
Kln n : le terme de pénalité

La meilleure loi d'ajustement de l'échantillon est la loi qui a les plus petits AIC et BIC [24].

- **Estimation des quantiles et intervalles de confiance**

Le terme quantile permet d'associer à une valeur particulière de la variable hydrologique étudiée, une période de retour T exprimée en année(s). Le sigle VCXdT représente donc le quantile de débit moyen (volume) caractéristique sur une durée

continue d, maximal dans la saison, de période de retour T. Le logiciel HYFRAN-PLUS permet de déterminer les quantiles ainsi que leurs différentes périodes de retour.

3.2.4 MODELISATION DES INTENSITÉS DES DÉBITS DE CRUES

Les différents quantiles de débits moyens VCXdT estimées vont servir à la modélisation des intensités de débits maximaux par la construction des courbes débits-durée-fréquence QdF aux différentes stations hydrométriques du bassin versant du Cavally. Ces courbes sont des représentations graphiques semi-logarithmiques sur lesquelles les quantiles de débits moyens VCXdT sont portés en ordonnée (échelle linéaire) et les périodes de retour T en abscisses (échelle logarithmique). Une fois les courbes QdF construites, il convient de déterminer leurs domaines de validité.

Le domaine de validité des courbes QdF locales obtenues se détermine à l'aide du modèle QdF de type bassin de référence qui permet de traduire sous forme synthétique et opérationnelle la grande variabilité spatio-temporelle des débits VCXdT d'un bassin versant observé ou non [25]. Il permet de prédéterminer les quantiles de crues en VCXdT d'un bassin versant de superficie très variable, connaissant les paramètres locaux D et QIXA10.

Les trois (3) modèles régionaux de type bassin de référence qui ont été développés par le CEMAGREF [26] sont le modèle « Vandenesse » représentatif du climat océanique ; le modèle « Florac » représentatif du climat méditerranéen et enfin le modèle « Soyans » qui lui représente une région sous l'influence continentale (Tableau 1).

Pour la suite de ce travail seuls les modèles de Vandenesse et de Soyans ont été appliqués car représentatifs du climat de la Côte d'Ivoire.

Ces modèles permettent d'estimer les quantiles VCXdT d'un site quelconque, observé ou non et calculés à l'aide des équations suivantes :

- Pour 0,5 ≤ T(an) ≤ 20 : généralisation d'une loi exponentielle à deux (2) paramètres adaptés aux valeurs extrêmes :

$$VCXdT = Aq\left(\frac{d}{D}\right).lnT + B\left(\frac{d}{D}\right) \ (Equation\ 4)$$

- Pour 20 < T(an) ≤ 1000 : généralisation de la forme d'extrapolation par le des pluies maximales :

$$VCXdT = VCX10T + Aq\left(\frac{d}{D}\right).\ln\left[1 + \left(\frac{Aq\left(\frac{d}{D}\right)}{Ap\left(\frac{d}{D}\right)}\right).\left(\frac{T-10}{10}\right)\right] \ (Equation\ 5)$$

Avec VCX10T : quantile décennal du débit moyen obtenu par l'équation 4 ;

Aq : gradex des débits obtenus à partir de :

$$\frac{Aq}{QIXA10} = \frac{1}{x1\left(\frac{d}{D}\right)+x2} + x_3 \ (Equation\ 6)$$

Ap : gradex des pluies obtenues à partir de :

$$\frac{Ap}{QIXA10} = \frac{1}{x7\left(\frac{d}{D}\right)+x8} + x_9 \ (Equation\ 7)$$

B : paramètre de position de la loi exponentielle :

$$\frac{B}{QIXA10} = \frac{1}{x4\left(\frac{d}{D}\right)+x5} + x_6 \ (Equation\ 8)$$

Les valeurs de x1 à x2 selon qu'il s'agisse de Vandenesse, Florac et Soyans sont résumées dans le tableau 2 :

Tableau 2. Paramètres des différents modèles Vandenesse, Florac et Soyans

Paramètres	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9
Vandenesse	2,635	6,19	0,016	1,045	2,385	0,172	1,083	1,75	0,00
Florac	1,120	3,56	0,00	0,95	3,18	0,039	1,56	1,91	0,085
Soyans	0,87	4,60	0,00	1,07	2,50	0,099	0,569	0,69	0,046

Du fait des paramètres Aq, Ap et B les courbes résultats peuvent être utilisées sur d'autres bassins versants hydrologiquement semblables. La courbe QdF des modèles bassins de référence est une représentation graphique des débits moyens générés par les modèles régionaux en fonction d'une période de retour (T) donnée et d'une durée d.

Afin de comparer les deux méthodes d'échantillonnage, chaque valeur de VCXdT des modèles de référence a été prise comme valeur pour le calage et celle des méthodes maxan et supseuil a été utilisée pour la validation.

Une fois la meilleure méthode d'échantillonnage déterminée, ses valeurs sont toujours conservées pour la validation et celle des méthodes bassins de référence pour le calage. La comparaison des courbes QdF locales et celles des bassins de référence se fait en se basant sur des critères graphique et numérique.

- **Critère graphique**

Le choix du modèle est déterminé par la position des courbes QdF locales de la méthode d'échantillonnage retenue par rapport à celles des bassins versant de référence. Entre les quantiles VCXdT estimés localement par la distribution d'une loi de probabiliste et les VCXdT issus du modèle QdF de type bassin de référence, l'illustration graphique pour comparer ces quantiles permet dans un premier temps de localiser le bassin versant étudié pour telle ou telle période de retour par rapport aux bassins de référence [10]. Chaque modèle QdF de référence se présente sous la forme d'une famille de courbes adimensionnelles.

- **Critère numérique : critère de Nash**

Les performances des différentes méthodes d'échantillonnage et des différents modèles de référence appliqués sont comparées en utilisant le critère de Nash [27]. Ce dernier est calculé pour chaque méthode d'échantillonnage et pour chaque modèle appliqué. Il peut varier de - ∞ à 1. La valeur optimale est 1 (calage parfait). Une valeur supérieure à 0,7 est habituellement considérée comme satisfaisante. Ce critère est exprimé comme suit :

$$Nash\ (T) = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{dmax}\left(VCXiT - VCXiT^{modèle}\right)^2}{\sum_{i=dmin}^{dmax}\left(VCXiT - VCXiT_{moyen}\right)^2}\ (Equation\ 9)$$

$$VCXiT_{moyen} = \frac{\sum_{i=dmin}^{dmax} VCXiT}{1 + dmax - dmin}\ (Equation\ 10)$$

VCXiT : quantiles estimés à partir de données réelles ;

VCXiTmodèle : quantiles issus de modèles QdF de type bassin de référence.

4 RESULTATS ET DISCUSSION

4.1 RÉSULTATS DES TESTS STATISTIQUES APPLIQUES AUX SÉRIES DE L'ÉTUDE

4.1.1 ANALYSE DES DURÉES CARACTÉRISTIQUES

Les durées caractéristiques des crues correspondant aux différentes stations varient de deux (02) à huit (08) jours avec des intervalles d'évacuation des crues allant généralement de 01 à 40 jours. Les intervalles les plus courts (entre 1 et 10 jours) ont été observés à Nékaounié sur l'affluent Neka et Tiéouléoula tandis que les plus élevés (4 à 40 jours) ont été enregistrés sur le Cavally à Fété et à Toulepleu (Tableau 3). Ainsi, les crues durent plus dans les sous-bassins ayant pour exutoire à Fété, Ity,

Toulepleu et Taï. Cependant, à Nékaounié et Tiéouléoula, les crues sont rapidement évacuées au bout de 2 jours ; sans doute à cause du fait que ces stations sont situées sur de petits affluents.

Tableau 3. Tableau récapitulatif des durées caractéristiques D et des pas de temps choisis

Stations	D (jour)	Intervalle d (jour)
Fété	8	[4 - 40]
Flampleu	5	[2 - 25]
Ity	6	[3 - 30]
Taï-pont	4	[2 - 20]
Taté	4	[2 - 20]
Toulepleu	8	[4 - 40]
Niébé	6	[3 - 30]
Nékaounié	2	[1 - 10]
Tiéouléoula	2	[1 - 10]
Taï	6	[3 - 30]

4.1.2 RÉSULTATS DES TESTS STATISTIQUES APPLIQUÉS AUX SÉRIES MAXAN ET SUPSEUIL

Les débits moyens VCX ont été échantillonnés pour chacune des méthodes de maximums annuels (maxan) et de valeurs supérieures à un seuil (supseuil) sur des séries lissées pour chaque durée d. Le lissage est dû au passage des moyennes mobiles au pas de temps d sur les valeurs de débits instantanés. Les durées d choisies sont consignées dans le tableau 4.

ANALYSE DES TENDANCES SUR LES SÉRIES DE DÉBITS MAXAN ET SUPSEUIL

Les trois tests non paramétriques appliqués sur les débits moyens VCX échantillonnés par les méthodes maxan et supseuil pour chaque durée d montrent que ces débits respectent les conditions d'indépendance, de stationnarité et d'homogénéité avec un niveau de significativité de 5%. Ces résultats témoignent de l'absence de tendance, de rupture d'homogénéité ou de corrélation dans les différentes séries de débits. Cependant, pour la station de Tiéouléoula, la stationnarité a été rejetée avec un seuil de significativité de 1% aussi bien pour les débits maxan que les supseuil.

ANALYSE FRÉQUENTIELLE DE LA PÉRIODE DE RETOUR DES CRUES

Pour les séries maxan, les débits moyens VCX pour chaque durée d des stations de Feté, Flampleu, Taté, Niébé et Nekaounié ont été ajustées à la loi de Weibull alors que la station d'Ity a été ajustée à la loi GEV. L'ajustement des paramètres a été réalisé par la méthode des moments. En outre les séries des stations de Taï-pont, Toulepleu, Tiéouléoula et Taï ont été ajustées respectivement par un mélange de lois Gumbel et Gamma ; Weibull et GEV ; Gumbel et Gamma et Weibull (Tableau 4). S'agissant des séries supseuil, les débits moyens VCX pour chaque durée d des stations de Toulepleu, Taté, Niébé, Nékaounié, Tiéouléoula et Taï ont été ajustées respectivement par les lois Weibull, Gumbel, Gamma, Gumbel, Pearson Type 3 et Gumbel. Cependant, les résultats montrent qu'un mélange des lois Weibull et Gamma ajustent les séries des stations de Fété, Flampleu et Ity. Celles de Taï-pont sont ajustées par les lois Pearson Type 3 et Gumbel (Tableau 4). Les différents seuils sont consignés dans le tableau 5.

Tableau 4. Meilleures lois d'ajustement des séries maxan et supseul

Stations	Lois d'ajustement	
	Séries des *maxan*	Série des *supseuil*
Fété	Weibull	Weibull; Gamma
Flampleu	Weibull	Weibull; Gamma
Ity	GEV	Weibull; Gamma
Taï-pont	Gumbel; Gamma	Gumbel; Pearson Type 3
Taté	Weibull	Gumbel
Toulepleu	Weibull; GEV	Weibull
Niébé	Weibull	Gamma
Nékaounié	Weibull	Gumbel
Tiéouléoula	Gumbel; Gamma	Pearson Type 3
Taï	Weibull; Gamma	Gumbel

Tableau 5. Seuils d'échantillonnage des VCX de chaque station du bassin versant de Cavally

Nom de station	Seuil min (m^3/s)	Seuil max (m^3/s)
Feté	300	600
Flampleu	40	70
Ity	70	100
Taï-pont	30	50
Taté	400	800
Toulepleu	50	90
Niébé	50	100
Nekaoulié	10	20
Tiéouléoula	5	7
Taï	200	300

4.2 ESTIMATION DES QUANTILES ET LEURS INTERVALLES DE CONFIANCE

Les quantiles de crues ont été élaborés sur la base des séries maxan et supseuil correspondant aux dix (10) stations hydrométriques.

- ***Pour la série Maxan***

Les quantiles de débits moyens pour les différentes durées d et de période de retour T traduisent le débit, la durée et la fréquence (QdF) issus de l'analyse fréquentielle des différents échantillons de la série maxan. Cette analyse fréquentielle permet d'estimer pour une durée d donnée, les débits de crue ayant une probabilité de survenir dans le bassin versant. Les résultats sont indiqués dans les tableaux 6 et 7. L'analyse de ces tableaux montrent que :

- À l'exutoire de Flampleu, sous un climat montagneux, les débits instantanés allant de 200 à 231 m3/s ont une probabilité sur deux de se produire. Ceux d'une durée de 5 jours, 10 jours et 25 jours et variant respectivement de 178 à 213 ; 155 à 188 et 130 à 158 m3/s ont aussi une chance sur deux de se produire. De même, ceux qui ont une chance sur dix de se produire, varient de 263 à 315 ; 248 à 291 ; 222 à 262 et 186 à 219 m3/s avec respectivement des durées d de 0 ; 5 ; 10 et 25 jours. Enfin, les débits de crue qui ont une chance sur cinquante de se produire avec des durées respectives de 0 ; 5 ; 10 et 25 jours oscillent entre 301 et 378 ; 279 et 343 ; 252 et 310 ; 212 et 259 m3/s.
- À l'exutoire de Fété, les débits de crue ayant une probabilité sur deux de survenir ont une valeur comprise entre 1580 et 1980 m3/s pour une durée inférieure à 1 jour (débits instantanés), entre 1470 et 1760 m3/s pour d = 5 jours, entre 1380 et 1650 m3/s pour d = 10 jours et entre 1170 et 1420 m3/s pour d = 30 jours. Les débits de crues décennales varient entre 2200 et 2680 m3/s pour une durée inférieure à 1 jour, entre 1990 et 2370 m3/s pour d = 5 jours, entre 1870 et 2200 m3/s pour d = 10 jours et entre 1650 et 1920 m3/s pour d = 30 jours. En outre, les débits de crues de période de retour ≥ 50 ans sont situées entre 2600 et 3270 m3/s pour une durée inférieure à 1 jour, entre 2320 et 2870 m3/s pour d = 5 jours, entre 2170 et 2650 m3/s pour d = 10 jours et entre 1960 et 2340 m3/s.

- À l'exutoire de Taté, sous le climat subéquatorial de transition, les débits instantanés compris entre 1650 et 1950 ont une chance sur deux de se produire. Les crues d'une durée d égale à 5 ; 10 et 20 jours et ayant des valeurs respectives comprises entre 1410 et 1790 ; 1290 et 1660 et 1160 et 1510 m3/s ont également une chance sur deux de se produire. Les débits de crue décennale pouvant durer 5 ; 10 et 20 jours sont compris respectivement entre 2220 et 2720 ; 2150 et 2600 ; 2000 et 2470 et 1840 et 2300 m3/s. Quant aux débits de crue ayant une chance de survenir une fois sur cinquante, ils varient de 2570 à 3320 ; 2480 à 3170 ; 2330 à 3030 et 2180 à 2840 m3/s. Ces crues peuvent durer respectivement moins d'un jour, 5 ; 10 et 20 jours.

Les quantiles de crue les plus faibles ont été estimés à Nékaounié et Tiéouléoula respectivement sur les affluents Néka et Odrenisrou avec parfois des valeurs inférieures à 100 m3/s. Dans le même temps, les plus forts quantiles ont été estimés sur le Cavally à Feté au centre et Taté au sud de la zone d'étude.

- ***Pour la série Supseuil***

L'analyse fréquentielle réalisée sur la série des débits supseuil a permis d'estimer les quantiles de crues pour différentes périodes de retour (2 ; 5 ; 10 ; 20 ; 50 ; 100 ; 200 et 1000 ans). Les quantiles ainsi estimés et les intervalles de confiance qui permettent d'évaluer l'incertitude associée sont consignés dans les tableaux 8 et 9.

L'analyse de ces tableaux révèle que :

- À l'exutoire de Flampleu que les débits de crue ayant une chance sur deux de se produire sont compris entre 173 et 203 ; 151 et 181 ; 132 et 155 m3/s. Les durées de ces crues sont respectivement de 5 ; 10 et 25 jours. Les débits de crues pouvant se produire une fois sur 10 varient entre 237 et 279 ; 216 et 254 ; 181 et 220 m3/s avec des durées respectives de 5 ; 10 et 25 jours. Ceux pouvant se produire une fois sur 50 avec des durée d de 5 ; 10 et 25 jours sont compris respectivement entre 276 et 331 ; 248 et 300 ; 212 et 270 m3/s.
- À l'exutoire de Fété, les débits de crue allant de 1260 à 1500 ; 1190 à 1420 ; 1090 à 1320 m3/s ont une probabilité sur deux de se produire avec des durées d de 5 ; 10, et 30 jours. De même, ceux qui ont une chance sur dix de se produire varient entre 1860 et 2300 m3/s (pour d = 5), 1740 et 2140 m3/s (pour d = 10), 1590 et 1870 m3/s (pour d = 30). Enfin, les débits de crue qui ont une chance sur cinquante de se produire oscillent entre 2260 et 2930 ; 2100 et 2710 ; 1860 et 2200 m3/s respectivement pour d égale à 5 ; 10 et 30 jours.
- À l'exutoire de Taté, les débits de crue compris entre 1330 et 1540 ; 1210 et 1430 ; 1140 et 1380 m3/s et pouvant durer respectivement 5 ; 10 et 20 jours ont une chance sur deux de se produire tandis que les débits de crue décennale varient entre 1900 et 2390 (pour d = 5) ; 1780 et 2280 (pour d = 10), 1670 et 2220 m3/s (pour d = 20). Quant aux débits cinquantenaires, ils varient entre 2380 et 3160 ; 2250 et 3060 et 2110 et 2990 m3/s pour des crues durant 5 ; 10 et 20 jours.

Tableau 6. Quantiles de crues des débits moyens (VCXdT) pour la série maxan des stations de Feté, Flampleu et Ity

Quantiles V(d,t) en m³/s									
Durée d (jours)	Période de retour T (ans)								
	2	3	5	10	20	50	100	200	1000
Cavally à Fete									
d = 0 jour	1780	2010	2220	2440	2620	2810	2940	3050	3270
	1580 - 1980	**1800 - 2210**	**2010 - 2440**	**2200 - 2680**	**2350 - 2890**	**2500 - 3120**	**2600 - 3270**	**2690 - 3410**	**2850 - 3690**
d = 5 jours	1610	1810	1990	2180	2330	2490	2590	2690	2870
	1470 - 1760	**1660 - 1960**	**1830 - 2160**	**1990 - 2370**	**2110 - 2550**	**2240 - 2740**	**2320 - 2870**	**2390 - 2980**	**2530 - 3220**
d =10 jours	1510	1690	1860	2030	2170	2310	2410	2490	2660
	1380 - 1650	**1560 - 1830**	**1720 - 2010**	**1870 - 2200**	**1980 - 2360**	**2100 - 2530**	**2170 - 2650**	**2230 - 2750**	**2360 - 2970**
d =15 jours	1440	1620	1780	1950	2080	2230	2320	2400	2570
	1320 - 1570	**1490 - 1750**	**1650 - 1920**	**1790 - 2110**	**1910 - 2260**	**2020 - 2430**	**2090 - 2550**	**2150 - 2650**	**2270 - 2860**
d =20 jours	1390	1560	1720	1890	2020	2170	2260	2350	2510
	1260 - 1520	**1440 - 1690**	**1590 - 1860**	**1740 - 2040**	**1860 - 2190**	**1970 - 2360**	**2050 - 2480**	**2110 - 2580**	**2230 - 2790**
d =25 jours	1330	1500	1660	1830	1960	2100	2190	2280	2440
	1210 - 1460	**1380 - 1630**	**1540 - 1790**	**1690 - 1970**	**1800 - 2110**	**1920 - 2280**	**1990 - 2390**	**2060 - 2490**	**2180 - 2700**
d =30 jours	1290	1460	1620	1790	1920	2060	2150	2240	2400
	1170 - 1420	**1340 - 1590**	**1500 - 1750**	**1650 - 1920**	**1770 - 2070**	**1890 - 2230**	**1960 - 2340**	**2030 - 2450**	**2150 - 2650**
Cavally à Flampleu									
d = 0 jour	216	239	262	289	312	340	359	377	417
	200 - 231	**221 - 257**	**241 - 283**	**263 - 315**	**281 - 344**	**301 - 378**	**316 - 403**	**329 - 426**	**357 - 477**
d = 5 jours	195	221	245	269	289	311	324	337	362
	178 - 213	**204 - 238**	**227 - 263**	**248 - 291**	**263 - 315**	**279 - 343**	**288 - 361**	**296 - 377**	**313 - 411**
d =10 jours	172	196	218	242	261	281	294	306	331
	155 - 188	**180 - 212**	**201 - 235**	**222 - 262**	**237 - 284**	**252 - 310**	**262 - 327**	**271 - 342**	**287 - 374**
d =15 jours	159	182	204	227	245	265	278	290	314
	143 - 175	**167 - 197**	**188 - 220**	**208 - 245**	**223 - 266**	**239 - 291**	**249 - 307**	**258 - 322**	**274 - 353**
d =20 jours	151	172	192	213	229	248	259	270	291
	136 - 166	**158 - 186**	**178 - 207**	**196 - 230**	**210 - 249**	**224 - 272**	**233 - 286**	**240 - 300**	**255 - 328**
d =25 jours	144	164	183	203	218	236	247	257	277
	130 - 158	**151 - 178**	**169 - 197**	**186 - 219**	**199 - 238**	**212 - 259**	**220 - 273**	**228 - 286**	**241 - 312**
Cavally à Ity									
d = 0 jour	240	271	295	316	329	339	344	347	351
	203 - 278	**239 - 302**	**268 - 322**	**288 - 343**	**294 - 364**	**N/D**	**N/D**	**N/D**	**N/D**
d = 5 jours	242	272	295	315	327	336	341	343	347
	205 - 279	**241 - 302**	**270 - 320**	**289 - 341**	**293 - 361**	**N/D**	**N/D**	**N/D**	**N/D**
d =10 jours	237	267	290	309	321	330	334	336	339
	201 - 273	**237 - 297**	**265 - 314**	**283 - 335**	**287 - 354**	**N/D**	**N/D**	**N/D**	**N/D**
d =15 jours	232	261	284	303	315	324	328	331	334
	196 - 267	**231 - 290**	**259 - 308**	**277 - 328**	**281 - 348**	**N/D**	**N/D**	**N/D**	**N/D**
d =20 jours	226	254	277	296	308	317	322	325	328
	191 - 260	**225 - 284**	**253 - 301**	**271 - 322**	**275 - 341**	**N/D**	**N/D**	**N/D**	**N/D**
d =25 jours	220	248	270	289	300	309	313	316	319
	186 - 254	**219 - 276**	**246 - 293**	**264 - 313**	**268 - 332**	**N/D**	**N/D**	**N/D**	**N/D**
d =30 jours	215	242	263	281	293	301	305	308	311
	182 - 248	**214 - 269**	**240 - 286**	**258 - 305**	**262 - 323**	**N/D**	**N/D**	**N/D**	**N/D**

Tableau 7. Quantiles (VCXdT) pour la série maxan des stations de Taï-pont, Taté, Toulepleu, Niébé, Nekaounié, Tiéouléoula et Taï

Quantiles V(d,t) en m³/s									
Durée d (jours)	Période de retour T (ans)								
	2	3	5	10	20	50	100	200	1000
N'Se à Taï 1									
d = 0 jour	120	144	170	202	233	274	304	335	405
	105 - 135	125 - 163	144 - 195	168 - 236	190 - 276	219 - 329	240 - 368	262 - 408	310 - 499
d = 5 jours	105	125	148	176	203	238	265	291	352
	93,1 - 117	110 - 141	128 - 168	149 - 203	169 - 238	195 - 282	214 - 316	233 - 349	277 - 427
d =10 jours	95,5	114	136	162	188	221	246	270	327
	84,2 - 107	100 - 129	117 - 155	137 - 188	155 - 220	180 - 262	198 - 294	215 - 325	257 - 398
d =15 jours	89,6	109	130	154	177	205	225	245	288
	78,4 - 101	96,0 - 123	113 - 147	132 - 177	149 - 206	169 - 242	183 - 268	196 - 293	225 - 350
d =20 jours	84,2	103	123	147	169	196	216	235	277
	73,3 - 95,0	90,3 - 116	106 - 139	125 - 169	141 - 197	161 - 232	174 - 257	187 - 282	215 - 338
Cavally à Tate									
d = 0 jour	1800	2010	2220	2470	2690	2950	3130	3300	3670
	1650 - 1950	1850 - 2180	2020 - 2430	2220 - 2720	2380 - 2990	2570 - 3320	2700 - 3550	2820 - 3780	3080 - 4260
d = 5 jours	1600	1860	2110	2370	2590	2820	2980	3120	3400
	1410 - 1790	1680 - 2040	1920 - 2300	2150 - 2600	2310 - 2860	2480 - 3170	2580 - 3370	2670 - 3560	2850 - 3950
d =10 jours	1480	1730	1970	2230	2440	2680	2830	2970	3260
	1290 - 1660	1550 - 1910	1780 - 2170	2000 - 2470	2160 - 2730	2330 - 3030	2440 - 3230	2530 - 3420	2710 - 3810
d =15 jours	1390	1640	1880	2130	2340	2580	2730	2870	3150
	1220 - 1570	1460 - 1820	1680 - 2070	1900 - 2370	2060 - 2630	2230 - 2920	2330 - 3130	2420 - 3310	2600 - 3700
d =20 jours	1340	1580	1820	2070	2280	2510	2660	2800	3090
	1160 - 1510	1410 - 1760	1630 - 2010	1840 - 2300	2010 - 2550	2180 - 2840	2290 - 3040	2380 - 3220	2560 - 3610
Cavally à Toulepleu									
d = 0 jour	238	272	303	336	362	391	410	426	460
	207 - 269	242 - 301	270 - 336	294 - 377	311 - 413	327 - 455	337 - 483	345 - 508	360 - 560
d = 5 jours	234	271	305	341	371	403	425	444	482
	204 - 265	242 - 300	274 - 336	304 - 379	326 - 416	348 - 458	362 - 487	373 - 514	396 - 568
d =10 jours	228	264	297	333	361	393	414	432	470
	199 - 258	236 - 292	268 - 327	297 - 369	318 - 405	340 - 446	353 - 475	364 - 500	386 - 554
d =15 jours	227	261	292	322	344	365	376	385	399
	197 - 257	232 - 290	263 - 320	292 - 351	309 - 378	321 - 408	324 - 428	325 - 446	N/D
d =20 jours	221	255	285	314	336	357	369	378	392
	192 - 251	226 - 284	256 - 313	285 - 344	302 - 370	314 - 401	317 - 421	318 - 438	N/D
d =25 jours	215	248	277	305	327	347	358	367	380
	187 - 244	220 - 276	249 - 304	277 - 334	294 - 359	305 - 389	308 - 408	309 - 424	N/D
d =30 jours	210	240	268	295	315	333	343	351	363
	182 - 237	214 - 267	242 - 294	268 - 322	284 - 345	294 - 373	296 - 390	297 - 405	N/D

Quantiles V(d,t) en m³/s									
Durée d (jours)	Période de retour T (ans)								
	2	3	5	10	20	50	100	200	1000
Hana à Niebe									
d = 0 jour	320	363	404	447	481	518	542	563	606
	283 - 356	325 - 401	361 - 448	394 - 500	418 - 543	442 - 593	457 - 626	470 - 656	496 - 717
d = 5 jours	276	318	357	398	431	468	492	514	557
	244 - 308	287 - 348	325 - 389	360 - 437	385 - 478	411 - 526	426 - 558	440 - 587	466 - 647
d =10 jours	244	282	318	357	388	422	444	464	505
	214 - 273	255 - 309	291 - 346	325 - 388	350 - 425	375 - 468	391 - 498	404 - 525	430 - 580
d =15 jours	218	252	284	318	346	376	396	414	450
	191 - 245	228 - 276	261 - 308	291 - 345	313 - 379	335 - 417	349 - 443	361 - 467	383 - 517
d =20 jours	201	232	262	293	318	346	364	380	413
	177 - 226	211 - 254	241 - 283	269 - 317	289 - 347	309 - 382	321 - 406	332 - 428	352 - 474
d =25 jours	197	225	249	272	287	301	308	313	320
	173 - 221	203 - 247	229 - 269	251 - 292	263 - 311	270 - 332	271 - 344	N/D	N/D
d =30 jours	180	208	235	263	286	311	327	342	372
	158 - 202	188 - 228	215 - 254	241 - 285	259 - 312	278 - 344	289 - 365	299 - 385	318 - 425
Neka à Nekaounie									
d = 0 jour	55,7	62,5	70,1	79,6	88,7	101	109	118	139
	49,5 - 62,0	54,6 - 70,4	59,6 - 80,6	65,4 - 93,8	70,8 - 107	77,6 - 123	82,7 - 136	87,7 - 149	99,3 - 178
d = 5 jours	39,7	45,2	50,3	55,6	59,8	64,5	67,5	70,2	75,6
	35,4 - 44,0	41,0 - 49,4	45,7 - 54,9	50,1 - 61,0	53,4 - 66,3	56,7 - 72,2	58,7 - 76,2	60,5 - 79,8	63,9 - 87,2
d =10 jours	31,3	35,7	39,9	44,2	47,7	51,6	54	56,3	60,7
	27,7 - 34,9	32,5 - 39,0	36,6 - 43,2	40,6 - 47,9	43,5 - 52,0	46,4 - 56,7	48,2 - 59,9	49,7 - 62,8	52,7 - 68,8
Otrenisrou à Tieouleoula									
d = 0 jour	17,4	18,9	20,4	21,8	22,9	24,1	24,8	25,5	26,8
	15,8 - 18,9	17,4 - 20,4	18,8 - 21,9	20,1 - 23,5	21,0 - 24,8	21,9 - 26,3	22,5 - 27,2	22,9 - 28,1	23,8 - 29,8
d = 5 jours	12,1	14,5	17,2	20,6	23,9	28,1	31,2	34,4	41,6
	10,4 - 13,8	12,3 - 16,7	14,3 - 20,2	16,7 - 24,6	18,9 - 28,9	21,7 - 34,4	23,8 - 38,6	25,9 - 42,8	30,7 - 52,6
d =10 jours	9,57	12,1	14,8	18,2	21,3	25,2	28	30,8	37
	7,81 - 11,3	10,0 - 14,3	12,1 - 17,6	14,4 - 22,0	16,5 - 26,2	18,9 - 31,6	20,6 - 35,5	22,2 - 39,4	25,7 - 48,2
Cavally à Taï									
d = 0 jour	754	865	968	1080	1160	1260	1320	1380	1490
	680 - 828	786 - 943	877 - 1060	964 - 1190	1030 - 1300	1100 - 1420	1140 - 1510	1180 - 1580	1250 - 1740
d = 5 jours	676	781	880	984	1070	1160	1220	1280	1390
	613 - 740	710 - 851	795 - 964	877 - 1090	940 - 1200	1010 - 1310	1050 - 1390	1080 - 1470	1160 - 1610
d =10 jours	620	723	822	928	1010	1110	1170	1230	1340
	559 - 680	652 - 794	735 - 910	817 - 1040	880 - 1150	948 - 1270	990 - 1350	1030 - 1430	1100 - 1580
d =15 jours	567	667	768	890	1000	1130	1230	1320	1520
	509 - 624	600 - 735	686 - 851	783 - 998	866 - 1130	965 - 1300	1030 - 1420	1100 - 1540	1240 - 1800
d =20 jours	543	641	739	857	964	1090	1190	1270	1470
	487 - 599	575 - 706	658 - 819	752 - 962	834 - 1090	930 - 1260	997 - 1370	1060 - 1490	1200 - 1740
d =25 jours	524	618	712	825	928	1050	1140	1220	1410
	471 - 578	555 - 681	635 - 789	725 - 926	803 - 1050	895 - 1210	959 - 1320	1020 - 1430	1150 - 1670
d =30 jours	510	600	691	800	898	1020	1100	1180	1360
	458 - 561	540 - 660	616 - 765	704 - 897	779 - 1020	867 - 1170	929 - 1280	988 - 1380	1110 - 1610

Tableau 8. Quantiles de crues des débits moyens (VCXdT) pour la série supseuil de la station de Feté, Flampleu et Ity

Quantiles V(d,t) en m³/s									
Durée d (jours)	Période de retour T (ans)								
	2	3	5	10	20	50	100	200	1000
	Cavally à Fete								
d = 0 jour	1510	1740	1970	2240	2480	2780	2980	3180	3620
	1380 - 1630	**1590 - 1880**	**1790 - 2140**	**2020 - 2470**	**2210 - 2760**	**2430 - 3120**	**2590 - 3380**	**2740 - 3630**	**3060 - 4170**
d = 5 jours	1380	1600	1820	2080	2310	2600	2800	2990	3410
	1260 - 1500	**1460 - 1740**	**1650 - 1990**	**1860 - 2300**	**2050 - 2580**	**2260 - 2930**	**2420 - 3180**	**2560 - 3420**	**2860 - 3950**
d =10 jours	1310	1510	1700	1940	2150	2410	2590	2760	3130
	1190 - 1420	**1380 - 1630**	**1550 - 1860**	**1740 - 2140**	**1910 - 2400**	**2100 - 2710**	**2240 - 2940**	**2360 - 3150**	**2640 - 3630**
d =15 jours	1270	1460	1650	1870	2070	2310	2480	2640	3000
	1160 - 1380	**1340 - 1590**	**1500 - 1800**	**1680 - 2070**	**1840 - 2310**	**2020 - 2610**	**2140 - 2820**	**2260 - 3020**	**2520 - 3470**
d =20 jours	1240	1420	1610	1820	2020	2250	2420	2570	2920
	1130 - 1350	**1300 - 1550**	**1450 - 1760**	**1630 - 2020**	**1780 - 2260**	**1960 - 2550**	**2080 - 2750**	**2190 - 2950**	**2440 - 3400**
d =25 jours	1230	1410	1580	1760	1900	2060	2160	2260	2440
	1120 - 1350	**1290 - 1530**	**1460 - 1710**	**1620 - 1900**	**1750 - 2060**	**1880 - 2240**	**1970 - 2360**	**2040 - 2470**	**2190 - 2690**
d =30 jours	1210	1390	1560	1730	1870	2030	2130	2220	2410
	1090 - 1320	**1270 - 1510**	**1430 - 1680**	**1590 - 1870**	**1720 - 2030**	**1860 - 2200**	**1940 - 2320**	**2020 - 2430**	**2170 - 2650**
	Cavally à Flampleu								
d = 0 jour	188	217	245	279	309	345	371	395	449
	173 - 203	**199 - 234**	**224 - 266**	**252 - 305**	**276 - 342**	**304 - 386**	**324 - 417**	**343 - 448**	**383 - 515**
d = 5 jours	179	206	231	258	280	303	319	333	361
	163 - 195	**189 - 222**	**213 - 249**	**237 - 279**	**256 - 303**	**276 - 331**	**288 - 350**	**299 - 366**	**321 - 400**
d =10 jours	166	190	212	235	254	274	287	299	323
	151 - 181	**174 - 205**	**195 - 229**	**216 - 254**	**231 - 276**	**248 - 300**	**259 - 316**	**268 - 330**	**287 - 359**
d =15 jours	154	176	198	224	247	274	294	312	352
	141 - 167	**161 - 191**	**179 - 216**	**200 - 247**	**218 - 275**	**238 - 310**	**253 - 334**	**266 - 358**	**295 - 410**
d =20 jours	150	169	188	210	230	253	270	285	319
	138 - 162	**156 - 183**	**172 - 205**	**190 - 231**	**205 - 255**	**223 - 284**	**235 - 305**	**246 - 325**	**271 - 368**
d =25 jours	143	161	179	200	219	241	257	272	304
	132 - 155	**148 - 174**	**164 - 195**	**181 - 220**	**195 - 243**	**212 - 270**	**224 - 290**	**234 - 309**	**258 - 350**
	Cavally à Ity								
d = 0 jour	207	240	272	311	346	388	418	446	508
	182 - 233	**210 - 270**	**236 - 309**	**265 - 358**	**289 - 403**	**317 - 459**	**336 - 500**	**354 - 538**	**392 - 625**
d = 5 jours	202	234	267	306	340	382	412	440	503
	176 - 227	**205 - 264**	**231 - 303**	**259 - 352**	**283 - 397**	**311 - 453**	**330 - 494**	**348 - 533**	**386 - 619**
d =10 jours	214	245	274	304	329	355	373	388	419
	186 - 242	**218 - 273**	**246 - 302**	**275 - 334**	**297 - 360**	**320 - 391**	**334 - 411**	**347 - 430**	**371 - 468**
d =15 jours	218	246	272	300	321	345	360	374	401
	191 - 244	**220 - 272**	**246 - 299**	**271 - 328**	**290 - 352**	**311 - 379**	**323 - 397**	**334 - 413**	**356 - 446**
d =20 jours	215	241	266	296	322	353	375	395	440
	192 - 239	**215 - 268**	**235 - 298**	**256 - 336**	**274 - 370**	**294 - 412**	**307 - 442**	**320 - 470**	**346 - 533**
d =25 jours	209	235	259	288	314	344	366	386	430
	186 - 232	**208 - 261**	**228 - 291**	**249 - 328**	**267 - 361**	**286 - 403**	**300 - 432**	**312 - 460**	**338 - 522**
d =30 jours	205	229	253	281	306	335	355	374	416
	183 - 227	**204 - 254**	**223 - 283**	**243 - 319**	**260 - 351**	**279 - 390**	**292 - 418**	**304 - 445**	**329 - 504**

Tableau 9. ***Quantiles (VCXdT) pour la série supseuil des stations de Taï-pont, Taté, Toulepleu, Niébé, Nekaounié, Tiéouléoula et Taï***

Quantiles V(d,t) en m³/s									
Durée d (jours)	Période de retour T (ans)								
	2	3	5	10	20	50	100	200	1000
	N'Se à Taï 1								
d = 0 jour	100	123	147	179	210	250	280	309	375
	85,6 - 115	106 - 139	128 - 165	154 - 204	173 - 247	192 - 308	203 - 356	213 - 404	232 - 519
d = 5 jours	92,7	113	135	162	188	221	245	269	322
	80,3 - 105	99,4 - 127	119 - 150	141 - 184	158 - 219	175 - 268	186 - 305	195 - 343	214 - 431
d =10 jours	83,8	105	125	150	174	205	227	248	297
	74,0 - 97,5	91,7 - 118	110 - 139	130 - 170	145 - 203	161 - 248	171 - 283	179 - 318	195 - 400
d =15 jours	89,7	106	125	148	170	199	220	242	291
	80,6 - 98,9	94,6 - 118	109 - 140	127 - 169	144 - 196	165 - 233	181 - 260	197 - 287	234 - 349
d =20 jours	89,2	105	122	144	165	192	213	233	280
	80,0 - 98,3	93,2 - 116	107 - 138	123 - 165	139 - 192	159 - 226	174 - 252	188 - 278	222 - 338
	Cavally à Tate								
d = 0 jour	1600	1820	2030	2280	2500	2770	2950	3130	3520
	1490 - 1710	1690 - 1940	1870 - 2180	2090 - 2480	2260 - 2740	2480 - 3060	2620 - 3290	2760 - 3510	3050 - 3990
d = 5 jours	1430	1640	1860	2140	2420	2770	3030	3300	3900
	1330 - 1540	1500 - 1770	1680 - 2040	1900 - 2390	2110 - 2720	2380 - 3160	2580 - 3490	2780 - 3820	3230 - 4580
d =10 jours	1320	1520	1750	2030	2300	2660	2920	3180	3790
	1210 - 1430	1380 - 1660	1560 - 1930	1780 - 2280	1980 - 2620	2250 - 3060	2450 - 3390	2640 - 3720	3090 - 4490
d =15 jours	1270	1470	1690	1970	2240	2590	2850	3110	3710
	1160 - 1380	1330 - 1610	1500 - 1880	1720 - 2230	1920 - 2570	2180 - 3010	2370 - 3340	2560 - 3670	3000 - 4430
d =20 jours	1260	1450	1670	1950	2210	2550	2810	3060	3650
	1140 - 1380	1300 - 1600	1470 - 1870	1670 - 2220	1870 - 2550	2110 - 2990	2300 - 3320	2480 - 3640	2900 - 4400
	Cavally à Toulepleu								
d = 0 jour	241	280	317	356	388	423	446	467	509
	213 - 268	251 - 308	287 - 347	322 - 390	350 - 425	380 - 466	399 - 493	416 - 518	449 - 570
d = 5 jours	232	270	306	345	376	410	433	453	494
	205 - 260	243 - 298	278 - 335	313 - 376	341 - 411	370 - 450	388 - 477	405 - 502	436 - 552
d =10 jours	240	271	301	331	355	381	398	413	444
	216 - 264	247 - 296	275 - 327	302 - 360	322 - 388	344 - 418	357 - 439	369 - 457	392 - 495
d =15 jours	232	262	290	318	341	366	382	397	425
	209 - 255	239 - 285	265 - 315	290 - 346	310 - 373	330 - 402	343 - 422	354 - 439	376 - 475
d =20 jours	227	256	282	309	331	354	369	383	410
	205 - 250	233 - 279	257 - 308	281 - 338	299 - 363	319 - 390	331 - 408	341 - 424	362 - 458
d =25 jours	218	246	271	298	319	341	356	369	396
	197 - 240	223 - 269	246 - 297	269 - 326	287 - 351	305 - 378	317 - 395	327 - 411	347 - 444
d =30 jours	211	237	262	286	306	328	342	354	379
	190 - 232	215 - 259	237 - 286	259 - 314	276 - 337	293 - 362	304 - 379	314 - 395	332 - 425

Quantiles V(d,t) en m³/s									
Durée d (jours)	Période de retour T (ans)								
	2	3	5	10	20	50	100	200	1000
	Hana à Niebe								
d = 0 jour	261	304	347	398	444	499	539	576	659
	238 - 284	277 - 330	314 - 379	356 - 440	392 - 495	435 - 564	465 - 613	493 - 660	554 - 765
d = 5 jours	239	277	315	361	401	450	484	518	590
	218 - 260	253 - 302	286 - 345	323 - 399	354 - 448	392 - 508	418 - 551	442 - 593	495 - 685
d =10 jours	211	247	282	325	363	409	442	473	543
	191 - 231	223 - 270	254 - 310	288 - 361	318 - 408	353 - 466	377 - 507	400 - 547	450 - 636
d =15 jours	198	228	258	295	327	366	393	420	477
	180 - 216	207 - 249	233 - 284	262 - 327	287 - 366	317 - 415	337 - 450	356 - 483	397 - 558
d =20 jours	186	213	241	273	302	336	360	384	435
	170 - 203	195 - 232	218 - 264	244 - 302	266 - 337	292 - 380	310 - 411	326 - 441	363 - 506
d =25 jours	180	205	230	260	286	317	339	360	406
	165 - 196	188 - 223	209 - 252	232 - 287	252 - 319	276 - 359	292 - 387	307 - 413	340 - 473
d =30 jours	179	202	225	252	276	304	324	343	384
	163 - 194	185 - 219	204 - 246	225 - 278	244 - 308	265 - 344	279 - 369	293 - 394	321 - 448
	Neka à Nekaounie								
d = 0 jour	53,1	60,4	67,5	76	83,4	92,4	98,7	105	118
	49,2 - 57,0	55,9 - 64,8	62,1 - 72,9	69,2 - 82,7	75,2 - 91,7	82,2 - 103	87,1 - 110	91,6 - 118	101 - 134
d = 5 jours	35	39,5	44,5	50,8	56,9	64,7	70,5	76,4	89,9
	32,5 - 37,6	36,3 - 42,8	40,3 - 48,8	45,0 - 56,6	49,6 - 64,2	55,3 - 74,0	59,7 - 81,4	64,0 - 88,8	73,9 - 106
d =10 jours	29,5	32,8	36,5	41,1	45,6	51,4	55,7	60	69,9
	27,5 - 31,5	30,3 - 35,3	33,1 - 39,9	36,6 - 45,7	39,8 - 51,3	44,0 - 58,7	47,1 - 64,2	50,2 - 69,7	57,4 - 82,5
	Odreniroua à Tieouleoula								
d = 0 jour	15,6	17,9	20,1	22,8	25,2	28,1	30,1	32	36,2
	14,4 - 16,8	16,5 - 19,3	18,4 - 21,8	20,6 - 25,0	22,5 - 27,9	24,8 - 31,4	26,3 - 33,9	27,7 - 36,3	30,9 - 41,6
d = 5 jours	11,5	13,7	16,2	19,7	23	27,3	30,5	33,8	41,1
	9,53 - 13,5	11,4 - 16,1	13,7 - 18,8	16,2 - 23,1	17,8 - 28,1	19,0 - 35,6	19,5 - 41,6	19,8 - 47,7	19,9 - 62,4
d =10 jours	10,8	13	15,5	18,9	22,2	26,5	29,7	33	40,3
	8,48 - 13,1	10,3 - 15,8	12,5 - 18,5	14,9 - 22,9	16,1 - 28,3	16,6 - 36,4	N/D	N/D	N/D
	Cavally à Taï								
d = 0 jour	624	724	835	975	1110	1280	1410	1540	1840
	574 - 673	661 - 786	752 - 918	863 - 1090	967 - 1250	1100 - 1460	1200 - 1620	1300 - 1780	1530 - 2150
d = 5 jours	591	685	790	922	1050	1210	1330	1460	1740
	543 - 640	624 - 747	709 - 872	812 - 1030	909 - 1190	1030 - 1390	1130 - 1540	1220 - 1690	1430 - 2050
d =10 jours	553	645	748	877	1000	1160	1280	1400	1680
	532 - 644	612 - 755	696 - 885	797 - 1050	892 - 1210	1010 - 1430	1100 - 1580	1190 - 1740	1400 - 2110
d =15 jours	536	624	723	846	965	1120	1230	1350	1610
	488 - 584	564 - 685	642 - 803	737 - 955	827 - 1100	942 - 1290	1030 - 1440	1110 - 1580	1310 - 1910
d =20 jours	528	613	708	827	941	1090	1200	1310	1570
	480 - 575	552 - 673	627 - 788	718 - 935	804 - 1080	914 - 1260	996 - 1400	1080 - 1540	1270 - 1870
d =25 jours	517	598	689	802	912	1050	1160	1260	1510
	470 - 563	539 - 657	610 - 767	697 - 908	778 - 1040	883 - 1220	961 - 1360	1040 - 1490	1220 - 1800
d =30 jours	504	583	671	781	886	1020	1130	1230	1460
	459 - 550	525 - 640	594 - 747	678 - 884	756 - 1020	857 - 1190	932 - 1320	1010 - 1450	1180 - 1750

4.3 MODÉLISATION DES INTENSITÉS DES DÉBITS DE CRUES

Les courbes QdF obtenues pour chaque station montrent que les valeurs des quantiles de débits les plus fréquents (c'est-à-dire pour la période de retour T= 2 ans) sont plus basses pour les courbes associées aux supseuil et plus élevées pour les maxan. Cependant, celles des quantiles de débits de fréquence rare (c'est-à-dire en allant vers la période de retour T= 1000 ans) sont plus élevées pour les supseuil que pour les maxan (Fig. 3). Aussi on remarque que pour toutes les stations les faisceaux de courbes supseuil sont resserrés et ceux des courbes maxan sont espacés. La comparaison de ces techniques d'échantillonnage en fonction du critère numérique de Nash montre que la méthode supseuil donne de meilleurs quantiles par rapport à la méthode maxan puisqu'elle a un Nash > 0,7 pour les périodes rares allant jusqu'à T=100 ans.

Les quantiles de crues de période de retour de deux ans, au niveau des supseuil, sont supérieurs au débit (instantané) moyen annuel enregistré sur toutes les stations étudiées. Il en est de même pour les quantiles de débits de période de retour de 10 ; 50 ; 100 ; 200 et 1000 ans (Fig.4). On peut donc conclure que les débits de crues fréquentes (T = 2ans) sont à l'origine des inondations de plus en plus observées dans le bassin.

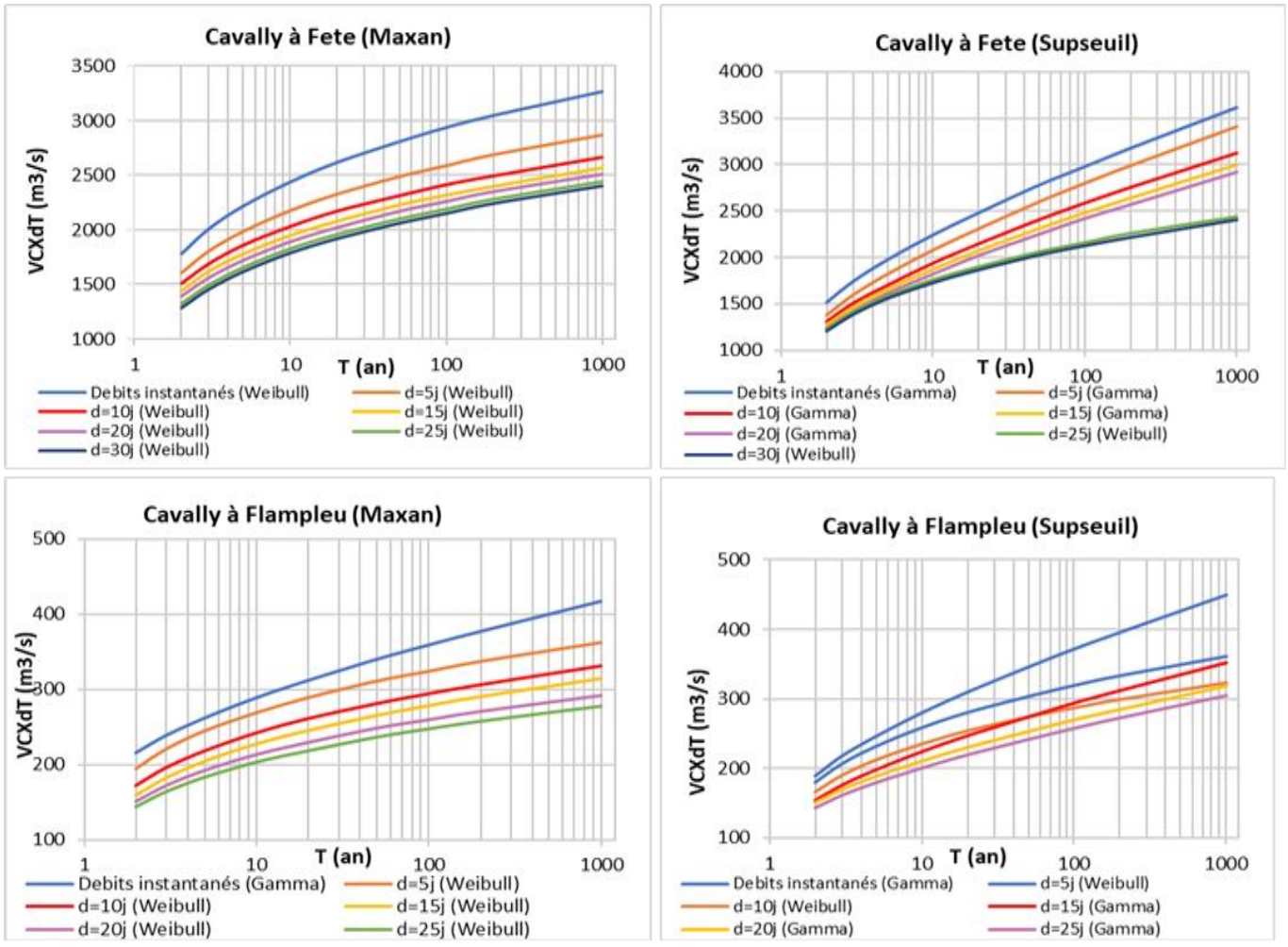


Fig. 4. Courbes QdF locales des stations de Fété, et Flampleu

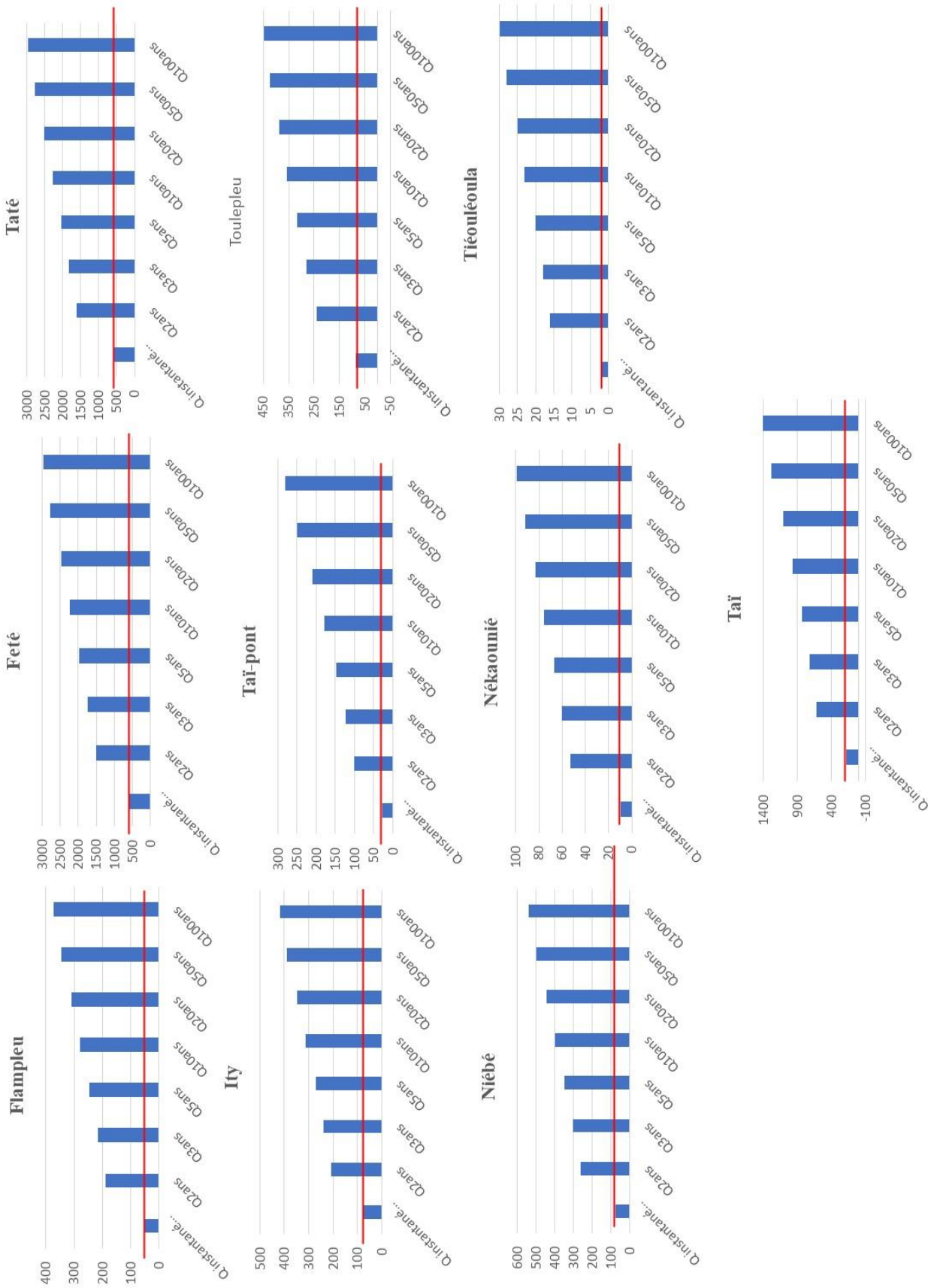


Fig. 5. Comparaison des quantiles de débits et des débits moyens annuels

VALIDATION DES COURBES QDF LOCALES PAR LA MÉTHODE BASSINS DE RÉFÉRENCE

- **Critère graphique**

Les critères de validation des courbes QdF sont présentés à partir des graphes des figures 5 et 6. Les courbes QdF locales représentées en traits continus sont en-dessous des courbes QdF de référence. Dans l'ensemble, les courbes QdF des stations se superposent plus ou moins bien avec celles des modèles de Vandenesse et Soyans dans le domaine des fréquences allant de T=2 à T=30 ans. L'analyse des résultats obtenus par application des modèles bassin de référence montre que le modèle Vandenesse est meilleur dans le domaine des fréquences observables ainsi que dans le domaine des fréquences rares.

- **Critère numérique : critère de Nash**

Dans l'ensemble des stations observées, les courbes de Vandenesse et de Soyans donnent de meilleurs NASH dans les domaines de fréquence allant de 2 à 20 ans (Fig. 6). Au-delà de ce domaine les NASH obtenus sont mauvais. Aussi le modèle de Vandenesse donne des NASH tous supérieurs à 0 pour des périodes allant de 2 à 1000 ans sauf pour les stations de Toulepleu, Nekaounié et Niébé ou la valeur de cette dernière est négative à partir de 200 ans. Quant au modèle de Soyans il est acceptable que pour le domaine de fréquence compris entre 2 et 100 ans. Le modèle de Vandenesse est donc meilleur dans l'ensemble pour représenter le bassin du Cavally. La figure 6 montre les graphes des coefficients de NASH entre les quantiles locaux (supseuil) et les quantiles de type bassin sur le Cavally.

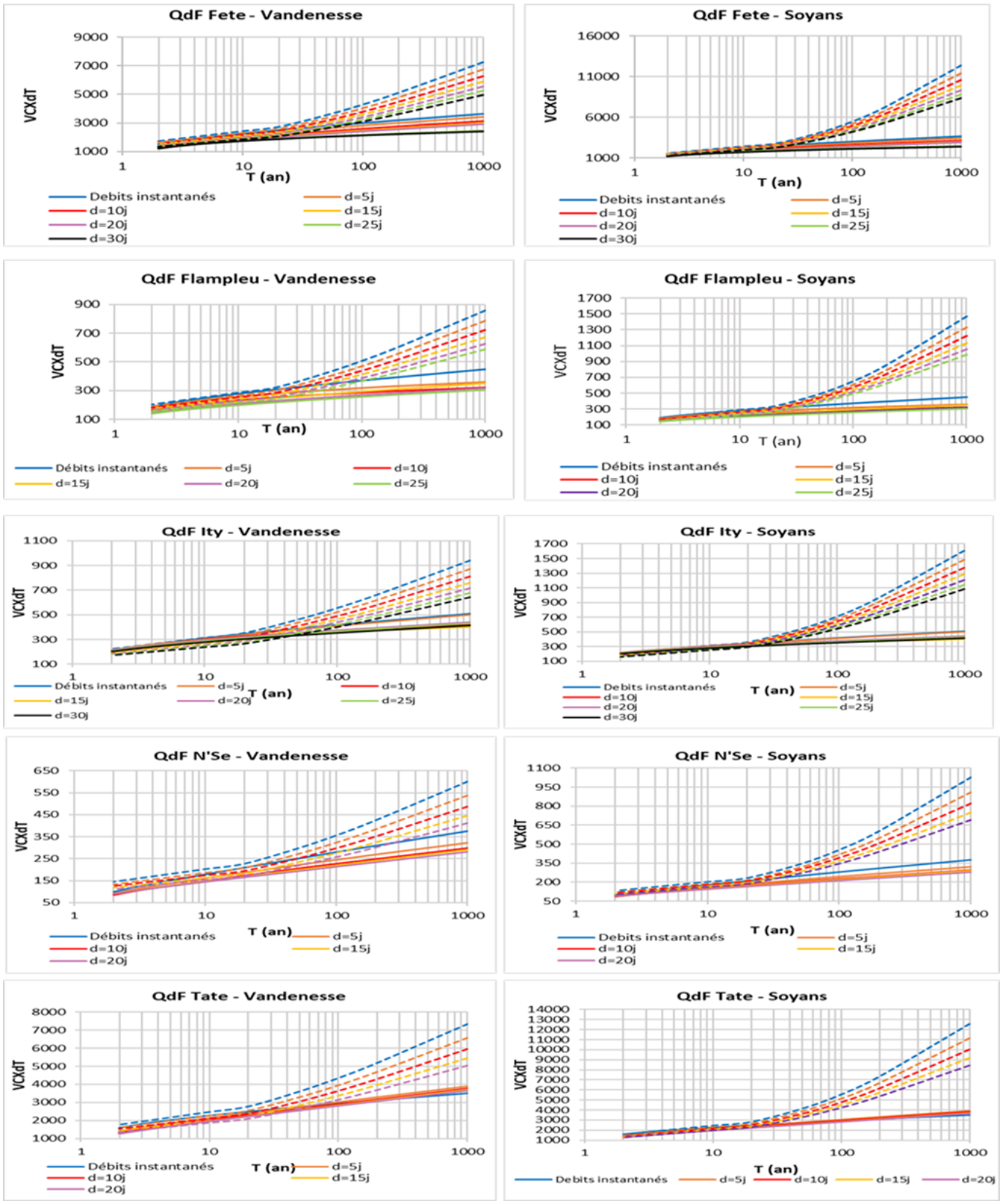


Fig. 6. Comparaison des courbes QdF de Feté, Flampleu, Ity, Taï-pont, et Taté et celles obtenues par les modèles de référence

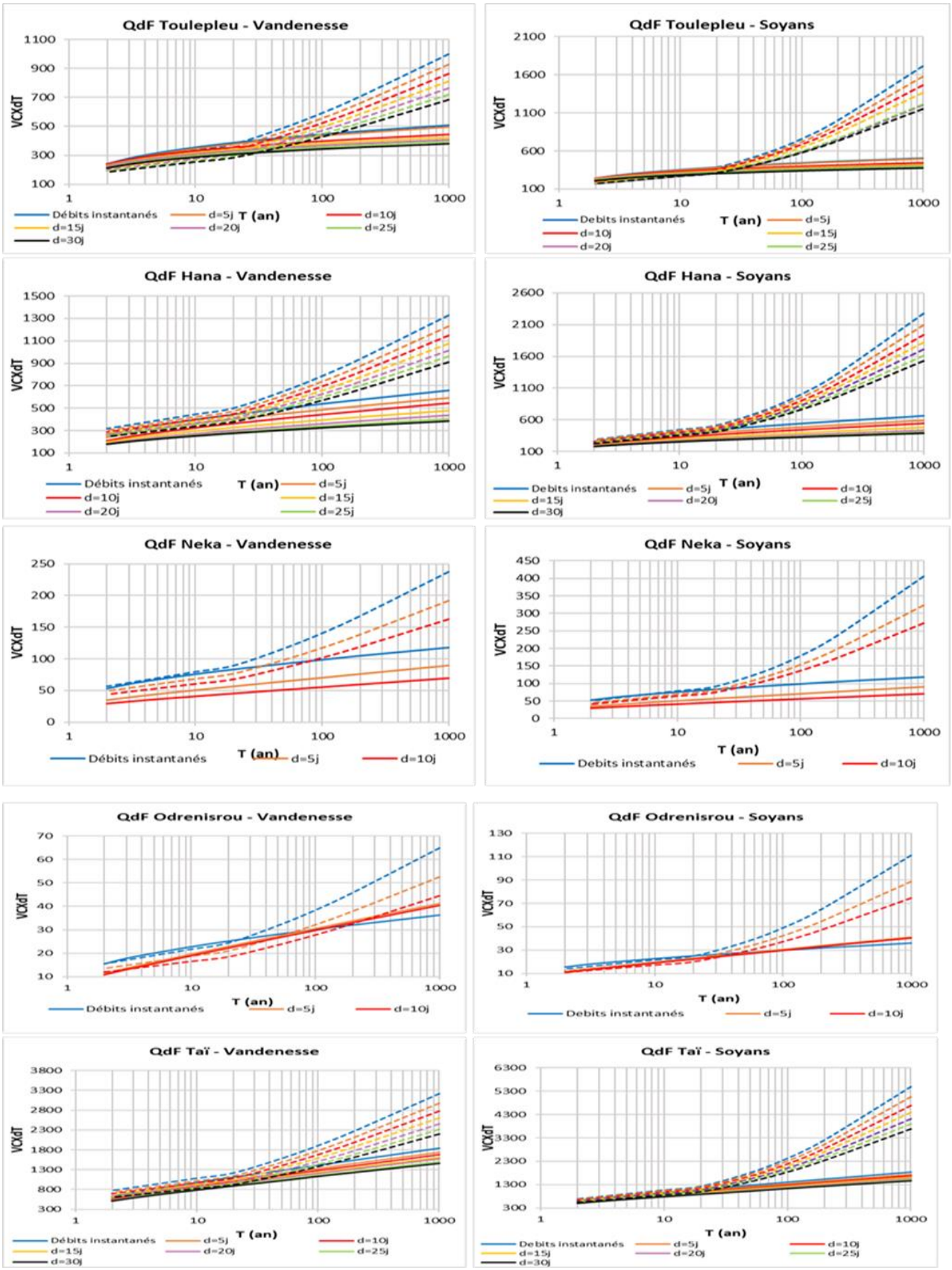


Fig. 7. Comparaison des courbes QdF de Toulepleu, Niébé, Nekaounié, Tiéouléoula, et Taï et celles obtenues par les modèles de référence

- **Critère numérique : critère de Nash**

Dans l'ensemble des stations observées les courbes de Vandenesse et de Soyans donnent de meilleurs NASH dans les domaines de fréquence allant de 2 à 20 ans (Fig. 7). Au-delà de ce domaine les NASH obtenus sont mauvais. Aussi le modèle de Vandenesse donne des NASH tous supérieurs à 0 pour des périodes allant de 2 à 1000 ans sauf pour les stations de Toulepleu, Nekaounié et Niébé ou la valeur de cette dernière est négative à partir de 200 ans. Quant au modèle de Soyans il est acceptable que pour le domaine de fréquence compris entre 2 et 100 ans. Le modèle de Vandenesse est donc meilleur dans l'ensemble pour représenter le bassin du Cavally. La figure 7 montre les graphes des coefficients de NASH entre les quantiles locaux (supseuil) et les quantiles de type bassin sur le Cavally.

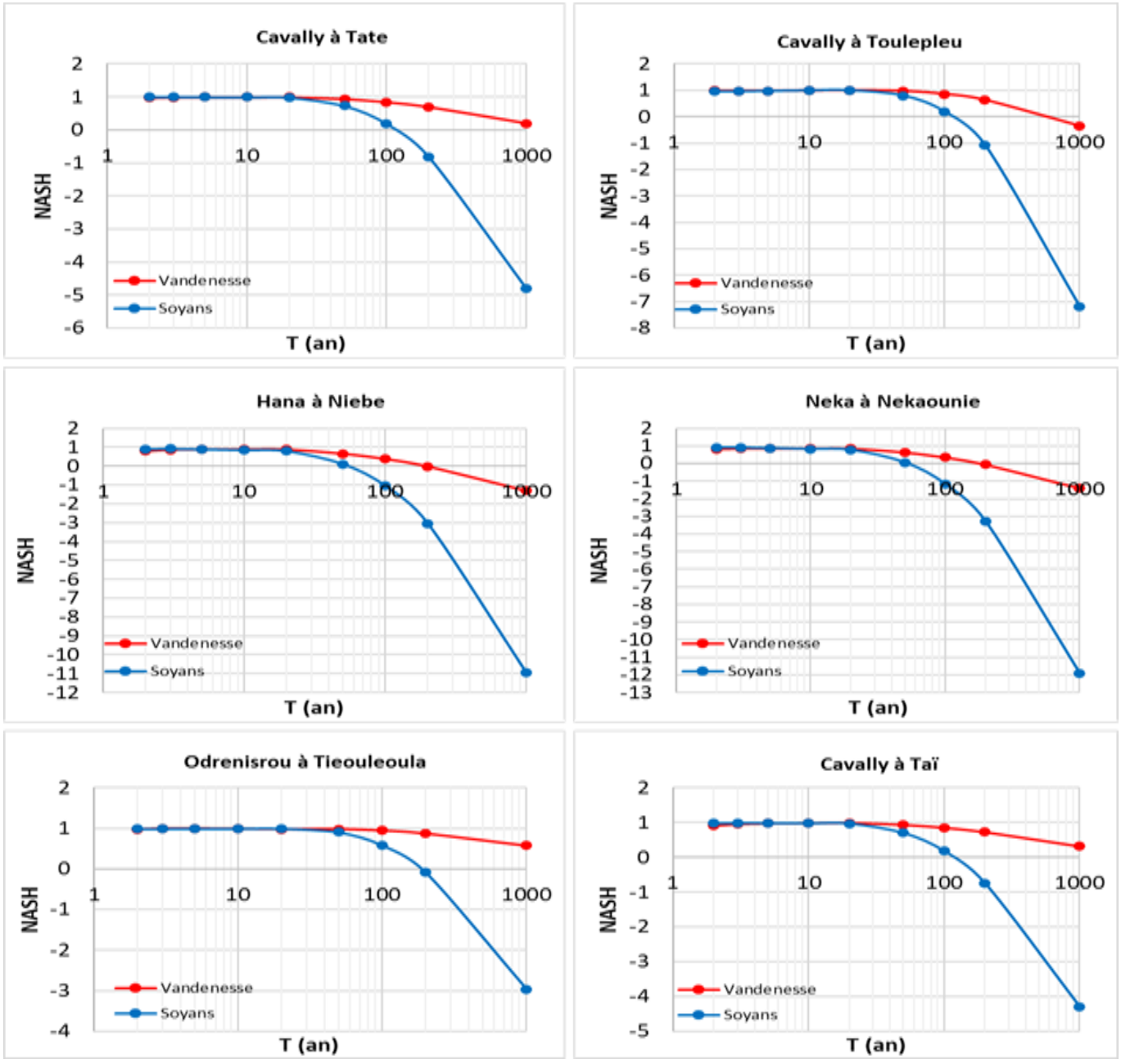


Fig. 8. Coefficient de NASH entre les quantiles locaux (supseuil) et les quantiles de type bassin de référence sur le Cavally

4.4 DISCUSSION

Veuillez ne pas numéroter le résumé. Les résultats de l'analyse fréquentielle ont permis à l'aide des distributions des lois de Weibull, Gamma, GEV et Gumbel d'estimer respectivement les quantiles des crues du bassin versant du Cavally à l'exutoire de Feté, Toulepleu, Niébé, Tiéouléoula, Taï ; Flampleu et Taté ; Ity ; et de Taï-pont et Nekaounié. Cette étape est primordiale dans la gestion des inondations puisqu'elle fournit des débits susceptibles d'apparaitre à des périodes données et en fonction du comportement du bassin. La loi de Weibull est celle qui a eu le plus de succès dans l'ajustement des échantillons du bassin soit 50% d'ajustements réussis sur l'ensemble des stations. Aussi la validation des techniques d'échantillonnage a révélé que la méthode supseuil donnait de meilleurs NASH donc de meilleurs quantiles par rapport à la méthode maxan. Plusieurs études ont montré l'intérêt de la méthode supseuil par rapport à la méthode maxan de par la précison des estimations [28], [29] en Serbie, [17] en France, [30] en Allemagne. La comparaison des quantiles de débits et des débits moyens annuels observés sur l'ensemble des stations a montré qu'aussi bien les débits de crues fréquentes (T = 2 à 10 ans) et de crues rares (T > 10 ans) sont supérieurs au débits instantanés moyens enregistrés au niveau de chaque station hydrométrique ; traduisant ainsi la responsabilité des crues fréquentes dans les inondation observées dans le bassin versant. De tels résultats ont été obtenus au Bénin par [31] dans le bassin versant de la Sota.

Par ailleurs, les résultats obtenus par la méthode supseuil ont servi à la construction des modèles QdF locaux finaux. Comparés aux résultats obtenus par application des modèles bassin de référence, l'analyse des courbes QdF a montré que le modèle Vandenesse est meilleur dans le domaine des fréquences observables ainsi que dans le domaine des fréquences rares. Aussi les domaines de validité des lois de Vandenesse et Soyans selon le NASH étant compris entre 2 et 20 montrent que la méthode d'extrapolation de type Gradex des modèles bassin de référence ne décrivent pas au mieux le bassin versant du Cavally.

5 CONCLUSION

La méthodologie adoptée dans cette étude a permis d'analyser les différents risques liés aux crues dans le bassin versant du Cavally à travers l'analyse fréquentielle des crues sur la base des techniques d'échantillonnage du maxan et du supseuil et à partir de la modélisation des intensités de débits de crue par la construction des courbes Débit-Durée-Fréquence QdF. Les évènements extrêmes ont été analysés sur la base des débits journaliers pour 10 stations hydrométriques installées sur le bassin versant du Cavally : Feté, Flampleu, Ity, Taï-pont, Taté, Toulepleu, Niébé, Nekaounié, Tiéouléoula et Taï. Les résultats du modèle QdF par ajustement statistique indiquent que la distribution de Weibull est le modèle dominant pour la description de la probabilité d'occurrence des crues dans le bassin versant du Cavally. Quant à la méthode d'échantillonnage, la méthode supseuil s'est révélée être la meilleure pour l'extraction des données. En outre le régime de crue a été explicité par une adéquation du modèle QdF de type bassins de référence de Vandenesse tant dans le domaine des fréquences observables que dans celui des fréquences rares. Ces courbes QdF décrivant l'intensité des débits journaliers ont montré des quantiles de débits de période de retour de 2 à 100 ans, tous supérieurs aux débits moyens observés dans le bassin versant. Ces résultats témoignent d'un risque élevé d'inondation dans ce bassin puisque, même les crues les plus fréquentes (ayant une probabilité sur deux de se produire) sont susceptibles de générer des inondations.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à traduire leur gratitude à l'endroit de la Direction de l'Hydrologie pour son aide et la mise à disposition des données hydrologiques nécessaires à la réalisation de cette étude.

REFERENCES

[1] Banque Mondiale, ''Integrating Environmental Considerations in Policy Formulation: Lessons from Policy-Based SEA Experience'', *Environment Department*, World Bank, Washington, D.C, report No 32783, 86p., 2005.

[2] Q.K. Ahmad, A.K. Biswas, R. Rangachari, M.M. Sainju, ''Région de Ganges-Brahampoutre-Meghna : un cadre pour le développement durable'', Dhaka, University Press Limited. 208p., 2001.

[3] K. Nakamura, K. Tockner, K. Amano, ''River and wetland restoration: lessons from Japan'', *Bioscience*, Vol.56, N°5, 419-429., 2006.

[4] P. Javelle, ''Caractérisation du régime des crues : le modèle débit-durée-fréquence convergent. Approche locale et régionale'' Sciences de l'environnement. Doctorat Mécanique de milieux géophysiques et environnement, Institut national polytechnique de Grenoble, 278p., 2001.

[5] N. Simona, L. Cédric, ''Gestion durable des zones inondables dans le delta du Danube (Roumanie), *1ères journées Scientifiques Inter-Réseaux de l'AUF*, Gestion intégrée des eaux et des sols. Ressources, Aménagements et Risques en milieux ruraux et urbains, pp. 6 – 9, 2007.

[6] OMM, Programme associé OMM-GWP de gestion des crues (APFM), ''Gestion intégrée des crues-Document de fond'' *Document technique N°1, deuxième Edition*, Genève, 2004.

[7] M.B. Saley, F.K. Kouamé, M.J. Penven, J. Biémi, H.B. Kouadio, ''Cartographie des zones à risques d'inondation dans la région semi-montagneuse à l'Ouest de la Côte d'Ivoire : apport des MNA et de l'imagerie satellitaire'' *Télédétection*, vol. 5 n° (1-2-3), pp ; 53 – 67, 2005.

[8] N. Rifai, A. Khattabi, L. Rhazi, ''Modélisation des crues des rivières pour la gestion intégrée du risque d'inondation : cas du bassin versant de Tahaddart (nord-ouest du Maroc)'', *Revue des sciences de l'Eau,* Vol.27, N°1, 57-69., 2014.

[9] A. Yahiaoui, B. Touaïbia, C. Bouvier, N. Dechemi, ''Modélisation du régime de crue en Débit-durée-Fréquence du bassin de l'oued Mekerra dans l'ouest Algérien'', *Revue des sciences de l'eau*, Vol.24, n°2, 103-115., 2011

[10] C. Ancey, ''Risques hydrologiques et aménagement du territoire'' version 7.1. 342p., 2012.

[11] E. Amoussou, Y. Tramblay, H. S.V. Totin, G. Mahé & P. Camberlin, ''Dynamique et modélisation des crues dans le bassin du Mono à Nangbéto (Togo/Bénin)'', *Hydrological Sciences Journal,* 59 :11, 2060-2071pp., 2014.

[12] A.M. Bouzada, G. Kennedy, ''Digitalization of Hydrological Data from Liberia'', *Norwegian Water Resources and Energy Directorate*, 20p., 2019.

[13] L. Jin, G. Galea, ''Modèles descriptifs synthétiques des connaissances régionales en crues, représentativité spatiale et domaine de validité''. *IRSTEA*. 250p., 1990.

[14] A.A. Assani, ''Recherche d'impacts d'une retenue sur le comportement d'une rivière ardennaise : hydrologie, sédimentologie, morphologie, végétation. Le cas du barrage de Butgenbach sur la Warche (Belgique)''. *Thèse de Doctorat en sciences géographiques*, Université de Liège. 482p., 1997.

[15] B. Renard, ''Détection et prise en compte d'éventuels impacts du changement climatique sur les extrêmes hydrologiques en France'', *Thèse de Doctorat*, l'INP Grenoble, 364p., 2006.

[16] M. Lang, P. Rasmussen, G. Oberlin, B. Bobee, "Echantillonnage par valeurs supérieures à un seuil : modélisation des occurrences par la méthode du renouvellement. *Revue des Sciences de l'Eau*, Vol. 10, N°3 : pp. 279-299., 1997.

[17] M. Lang, ''Les chroniques en hydrologie : Modélisation comparée par un système de gestion de base de données relationnel et orienté objet ; Traitements de bases et intervalles de confiance des quantiles de crues ; Techniques d'échantillonnage par la méthode du renouvellement'', Université Joseph Fourier, 296p., 1995.

[18] Wald, A. et Wolfowitz, J., 1940. On a test whether two samples are from the same population. Annals of Mathematical Statistics, 11, 147–162.

[19] C. Libiseller, A. Grimvall, ''Performance of Partial Mann-Kendall Test for trend Detection in the Presence of Covariates'', *Environmetrics*, 13: 71-84, 2002.

[20] N. Souanef, ''Analyse fréquentielle des débits max de crues de l'Oued Abiod'', Master en hydraulique. Université Mohamed Khider-Biskra. 134 p., 2015.

[21] A. Kouider, ''Analyse fréquentielle locale des crues au Québec''. Université du Québec, INRS-ETE, 2003.

[22] G. Soro, ''Modélisation statistique des pluies extrêmes en Côte d'Ivoire''. Thèse de doctorat, Univ. Nangui-Abrogoua, Côte d'Ivoire, 172p., 2011.

[23] B. Habibia, M. Meddi, P.J.J.F. Torfsc, R. Remaound, H.A.J. Van Lanenc, ''Characterisation and prediction of meteorological drought using stochastic models in the semi-arid Chéliff–Zahrez basin (Algeria)'', *Journal of Hydrology*: *Regional Studies*. Vol. 16, pp. 15 – 31., 2018.

[24] S. El Adlouni, B. Bobee, ''Analyse fréquentielle hydrologique : Logiciel Hyfran-Plus (Version-V2,1)'',71p., 2014.

[25] G. Galea, C. Prudhomme, ''Modèles débit-durée-fréquence et conceptualisation d'un hydrogramme de crue synthétique : validation sur le BVRE de Draix'', *Hydrologie Continentale*, Vol. 9, N°2 : 139-151, 1994.

[26] S. CTGREF, S.H. DIAME, ''Synthèse nationale sur les crues des petits bassins'', fascicule 2 : la méthode SOCOSE ; fascicule 3 : la méthode CRUPEDIX. 39p., 1980.

[27] J.E. Nash, J.V. Sutcliffe, River Flow Forecasting through Conceptual Model. Part 1—A Discussion of Principles. *Journal of Hydrology*, 10, 282-290, 1970.

[28] C. Cunnane, ''A note on the Poisson assumption in partial duration series models''. *Water Resources Research*, Vol. 15, N°2, 489-494. 1979.

[29] N. Bezak, M. Brilly ''Comparison between the peaks-over-threshold method and the annual maximum method for flood frequency analysis'', *Hydrological Sciences Journal*, pp.959-977, 2014.

[30] S. Fischer, A. Schumann, ''Comparison between classical annual maxima and peak over Threshold approach concerning robustness'', 20p. 2014.

[31] H. Koumassi, ''Risques hydroclimatiques et vulnérabilités des écosystèmes dans le bassin versant de la Sota à l'exutoire de Couberi. *Environnement et Société*. Université d'Abomey Calavi, 2014.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1429-1437
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Identification et analyse des germes responsables d'infections urinaires chez les femmes enceintes à Mbujimayi

[Identification and analysis of germs responsible for urinary tract infections in pregnant women in Mbujimayi]

Tuenda Mbombo José[1], Kalala Kabamba Marcel[2-3], Mukoma Cimunyi Postien[4], Mutombo Muanabuta Félicien[5], and Ciamala Kalala Saint-Augustin[6]

[1]Assistant 2, Département de Biologie, ISP katanda, RD Congo

[2]Assistant 2, Département d'Informatique, ISP katanda, RD Congo

[3]Faculté des Sciences Agronomiques, UPCC Mbujimayi, RD Congo

[4]Médecin Traitant, Département de Biologie, ISP katanda, RD Congo

[5]Assistant 2, Département d'Informatique, ISP katanda, RD Congo

[6]Assistant 2, Département de Biologie, ISP katanda, RD Congo

Copyright © 2023 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 presents an in-depth analytical cross-sectional study on the identification and analysis of germs that cause urinary tract infections in pregnant women. Given that urinary tract infection is the most common medical complication of pregnancy, exposing the newborn to the risk of low birth weight, prematurity and perinatal mortality; in the mother, to serious complications such as pyelonephritis, renal failure, sepsis or even death. The majority of pregnant women present numerous urinary leukocytes during the dipstick examination. This is why we provide our readers with this tool to better identify germs in pregnant women.

KEYWORDS: Biological diagnosis, Reagent, Bacterium, Pregnancy, Leucocyte, Sampling.

RESUME: Cet article présente une étude approfondie de type transversal analytique sur l'identification et l'analyse des germes qui provoquent les infections urinaires chez les femmes enceintes. Etant donné que l'infection urinaire est la complication médicale la plus fréquente de la grossesse, exposant le nouveau – né aux risques de présenter un faible poids de naissance, à la prématurité et la mortalité périnatale; chez la mère, à des complications graves telles que la pyélonéphrite, l'insuffisance rénale, la septicémie voir aussi la mort. La majorité des femmes enceintes présente de nombreux leucocytes urinaires lors de l'examen à la bandelette. C'est pour cela nous mettons à la disposition de nos lecteurs cet outil pour mieux identifier les germes chez les femmes enceintes.

MOTS-CLEFS: Diagnostic biologique, Réactif, Bactérie, Grossesse, Leucocyte, Prélèvement.

Corresponding Author: Tuenda Mbombo José

1 INTRODUCTION

Les infections urinaires (I.U) viennent en deuxième position parmi les maladies infectieuses contractées par l'être humain, après les maladies respiratoires [1].

L'infection en général correspond à l'agression d'un tissu par un ou plusieurs microorganisme (s) générant une réponse inflammatoire, des signes et symptômes de nature et d'intensité variable selon le site atteint, le microorganisme et le terrain [2].

L'infection urinaire est la complication médicale la plus fréquente de la grossesse [16], Elle expose le nouveau – né au risque de présenter un Faible poids de naissance, à la prématurité et la mortalité périnatale; chez la mère, à des complications graves telles que la pyélonéphrite, l'insuffisance rénale, la septicémie voir aussi la mort [3].

On parle d'infection urinaire en présence d'un germe pathogène dans l'urine, associé à une symptomatologie compatible. Les infections urinaires (IU) peuvent être localisées dans les voies urinaires basses (cystite, urétrite, prostatite, épididymite) ou hautes (pyélonéphrite ou pyélite). Ce sont les infections bactériennes les plus communes chez la femme: 50% des femmes souffriront d'au moins un épisode symptomatique au cours de leur vie. Un tiers des femmes ayant eu un premier épisode d'Infection Urinaire souffriront d'infections urinaires récidivantes [14].

Les données épidémiologiques récentes à travers le monde montrent qu'il y a une affluence des infections dans le monde avec notamment 14% de personnes infectées en Amérique et 15% au canada. En Amérique, parmi la population identifiée, on a trouvé que 10,18% des femmes enceintes présentaient une infection urinaire. Il s'agit donc d'un problème de santé publique[8]. La fréquence des infections urinaires au cours de la grossesse varie de 2 à 11%, les taux les plus élevés s'observent chez les multipares de bas niveau socio-économique [4].

La lutte contre l'infection urinaire au cours de la grossesse passe par l'éducation pour la santé et par un dépistage systématique (clinique et biologique) chez les gestantes [10].

En RDC, les infections uro-génitales prennent de plus en plus d'importance dans la pathologie féminine et plus particulièrement chez les jeunes femmes. Au sud – Kivu, les statistiques de l'OMS en 2012 montrent que parmi 40486 cas reçus, 18.533 présentaient une infection urinaire soit un pourcentage de 45,6% [13]. En 2014; plus de 42% et en 2015, plus de 31% des gestantes présentaient une infection uro – génitale [1].

Ces statistiques indiquent que les infections uro – génitales constituent un problème de santé qui a un impact sur la vie de la mère et de l'enfant dans notre pays. Ces faits soulèvent quelques questions sur la situation dans notre propre environnement:

- Quelle est la fréquence de l'infection urinaire chez la femme enceinte dans notre milieu ?
- Quelle est la nature des germes responsables ?
- Notre diagnostic répond – il à la définition de l'infection urinaire ?

Il sied de signaler que la fréquence de l'infection urinaire est élevée chez les femmes enceintes avec un taux de 60%. La majorité des femmes provenait de la commune de la Kanshi avec 15 cas, soit 50%, Un peu plus de la moitié des femmes enceintes étaient des femmes au foyer non salariées. Le germe le plus impliqué dans les infections gravidiques est l'Escherichia coli seul ou associé à d'autres bactéries.

Nos objectifs spécifiques étaient les suivants:

- Déterminer les aspects sociodémographiques des gestantes;
- Déterminer la fréquence de l'infection urinaire au cours de la grossesse;
- Identifier les germes responsables de l'infection urinaire chez les femmes enceintes;

Pour y arriver, une étude de type transversal analytique nous a en facilité en utilisant les matériel de l'hôpital Bonzola est situé dans la zone de santé de Bonzola, Commune de la Kanshi, ville de Mbuji-Mayi, Province du Kasaï Oriental, en République Démocratique du Congo.

Cette structure sanitaire a une capacité de 400 lits et organise les services médicaux suivants: Chirurgie, Gynécologie, Médecine interne, Pédiatrie, Neuropsychiatrie et Spécialisations (ORL et Dentisterie). L'hôpital compte un Service d'investigations composées d'une Unité de Radiologie et un laboratoire d'analyses médicales, ainsi qu'un Service de Kinésithérapie. Le laboratoire d'analyses médicales est subdivisé en sections: Biochimie, Immunohématologie, Parasitologie, Urgence et Bactériologie.

Nous avons mené une étude transversale descriptive prospective. Les données de notre travail ont été collectées sur terrain durant la période du 19 Février au 01 Avril 2023.

2 IDENTIFICATION DES GERMES RESPONSABLES D'INFECTIONS URINAIRES

2.1 MATÉRIELS

Nous avons utilisé les instruments et appareillage ci – après pour arriver à analyser et identifier les germes responsables d'infections chez les femmes enceintes:

- ✓ Autoclave de marque Bekso – SA
- ✓ Anse de latine
- ✓ Bac de coloration
- ✓ Balance de précision de marque MEMMERT
- ✓ Becher de 500ml de marque BURAN SCHOTT
- ✓ Boite de pétri
- ✓ Briquet
- ✓ Entonnoir
- ✓ Réchaud
- ✓ Tubes à vide de bouchons métalliques
- ✓ Portoir de tubes
- ✓ Erlen Meyer en pyrex de 100-500 ml
- ✓ Flacons stériles en plastique
- ✓ Four pasteur de marque Bekso-SA
- ✓ Frigo de marque Bekso – SA
- ✓ Incubateur de marque MEMMERT
- ✓ Lampe à alcool
- ✓ Lames portes objets
- ✓ Microscope optique de marque Olympus CX 21
- ✓ Râtelier à lames
- ✓ Pipette pasteur de 5ml
- ✓ Plaque chauffante de marque Bekso-SA

2.2 RÉACTIFS ET SOLVANTS

- ✓ Alcool à brûler
- ✓ Alcool acétone
- ✓ Bleu de méthylène
- ✓ Eau distillée
- ✓ Eau ordinaire
- ✓ Eau oxygénée
- ✓ Eau physiologique
- ✓ Fuchsine phéniquée diluer a 1/20ème
- ✓ Huile à immersion
- ✓ Lugol de Gram
- ✓ Violet de gentiane

2.3 MILIEUX DE CULTURE

1. Milieux d'enrichissement:
   - Bouillon cœur cervelle
   - Gélose nutritive
2. Milieux d'isolement
   - Gélose mac conkey
   - Gélose au sang
   - Gélose chocolat
3. Milieu sélectif
   - Gélose
   - Salmonelle shigella (ss)
   - Gélose chapman (MSA)
4. milieux d'identification
   - Milieu de kliger (TSI)
   - Milieu de ditrate de simons
   - M.I.U (Urée, Indole, Milieu)

2.4 POPULATION CIBLE

La population cible de cette étude est constituée de toutes les femmes enceintes venues à la consultation prénatale à l'hôpital Bonzola pendant notre période d'enquête. Notre échantillon était constitué de 30 femmes enceintes qui avaient répondu aux critères de sélection et avaient acceptées de nous remettre un échantillon d'urine.

Nous avons utilisé les **Critères de sélection** suivants**:**

- ✓ **Critères d'inclusion:** être enceinte et fréquenter la CPN de l'Hôpital Bonzola au cours de la période d'étude; avoir accepté de participer à notre enquête en nous donnant les renseignements nécessaires et un échantillon d'urines
- ✓ **Critères d'exclusion:** étaient exclues de notre étude, toute femme ne répondant pas aux critères d'inclusion cités ci-haut

3 TRAITEMENT ET ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES

Apres collecte des données, celles-ci ont été traitées à l'aide des logiciels Word et Excel; les données ont été présentées dans des tableaux de fréquence, nous avons recourus au calcul de moyennes et aux tests de chi-carrée (le seuil de signification des tests statistiques était fixé à 0,05).

3.1 PARAMÈTRES D'ÉTUDE

Les paramètres ci – après ont été pris en compte pour notre étude:

- Age de la gestante
- Provenance de la gestante
- Profession de la gestante
- Age de la grossesse (date de dernières règles)
- Parité
- Troubles mictionnels
- Présence de nitrites lors du test bandelette urinaire
- Présence d'unité formant colonie>10^5 lors de la culture d'urine
- Nombre de leucocytes dans le sédiment urinaire
- Nombre de leucocytes détectés par bandelette urinaire
- Nature du germe identifié par culture d'urine

3.2 DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE D'ANALYSE DES PRÉLÈVEMENTS

- Analyse par les bandelettes réactives urinaires a servi à déterminer le nombre d'unités formant colonies par ml
- Analyse du sédiment urinaire
- Coloration de Gram
- Isolement et identification des germes

3.3 RESULTAT

3.3.1 FRÉQUENCE DE L'INFECTION

L'infection urinaire a été diagnostiquée par culture d'urines (examen de choix) chez 18 femmes enceintes sur 30, soit une fréquence de 60% et non chez 12 femmes soit 40%.

3.3.2 AGE DES FEMMES ENCEINTES

L'âge moyen des femmes enceintes était de 29,23± 6,45 ans avec des extrêmes de 18 et 42 ans. La tranche d'âge la plus représentée était celle de 25-34 ans avec 13 cas, soit 43,3%.

Tableau 1. Répartition des femmes enceintes par tranches d'âge

Tranches d'âge (an)	N	%
< 25	9	30,0
25-34	13	43,3
≥ 35	8	26,7
Total	30	100,0

3.3.3 PROVENANCE

La majorité des femmes provenait de la commune de la Kanshi avec 15 cas, soit 50%, suivie de la commune de Didindi avec 7 cas, soit 23,3%. Par contre, la commune de Bipemba ne comptait aucun cas.

Tableau 2. Répartition des femmes enceintes selon la provenance

Commune	N	%
Kanshi	15	50,0
Diulu	3	10,0
Muya	5	16,7
Didindi	7	23,3
Bipemba	0	0,0
Total	30	100,0

3.3.4 PROFESSION DES FEMMES ENCEINTES

Un peu plus de la moitié des femmes enceintes étaient des femmes au foyer non salariées (FFNS), au nombre de 16, soit 53,3%, suivies par les commerçantes au nombre de 7, soit 23,3%.

Tableau 3. Répartition des femmes enceintes selon la profession

Profession	N	%
Commerçantes	7	23,3
Couturières	2	6,7
Domestiques	1	3,3
Etudiantes	2	6,7
Infirmières	2	6,7
Ménagères	16	53,3
Total	**30**	**100,0**

3.3.5 PROFIL CLINIQUE DES FEMMES ENCEINTES

Le profil clinique des femmes enceintes étaient pour la majorité d'entre elles celui de paucipares, au deuxième trimestre, sans aucun trouble mictionnel, avec respectivement 16 cas, soit 53,3%, 18 cas, soit 60% et 23 cas, soit 76,7% (Tableau V).

Tableau 4. Répartition des cas selon les paramètres cliniques

Paramètres cliniques	N	%
Parité		
Primipares	3	10,0
Paucipares (2 -3 enfants)	16	53, 3
Mutltipares (4-6 enfants)	11	36, 7
Age de la grossesse (trimestre)		
Premier	7	23,3
Deuxième	18	60,0
Troisième	5	16,7
Trouble de miction		
Dysurie	7	23,3
Aucun	23	76,7

N =30

3.3.6 DIAGNOSTIC DE L'INFECTION URINAIRE PAR LA RECHERCHE DES NITRITES

La détection de la présence des nitrites à l'aide des bandelettes réactives a permis le diagnostic de l'infection urinaire chez 15 femmes enceintes, soit 50%.

3.3.7 Diagnostic De L'infection Urinaire Par Culture Quantitative Des Urines

La culture quantitative des urines a permis de diagnostiquer l'infection urinaire sur la base d'une bactériurie supérieure à 10^5 UFC/ml dans 18 cas, soit 60%.

3.3.8 Tests De Performance Du Dépistage De L'infection De L'infection Par Bandelette Urinaire

La sensibilité du test par bandelette était de 12/18, soit 66,66%. La spécificité était de 9/12, soit 75%. La valeur prédictive positive était de 12/15, soit 80% et la valeur prédictive négative était de 9/15, soit 60%.

Tableau 5. Evaluation du dépistage de l'IU par bandelette

Dépistage de l'IU par bandelette	Infection urinaire		Total
	Oui	Non	
Positif	12	3	15
Négatif	6	9	15
Total	**18**	**12**	**30**

3.3.9 Numération Des Leucocytes Dans Le Sédiment Urinaire

Les femmes enceintes présentant un nombre de leucocytes normal dans le sédiment urinaire étaient légèrement plus nombreuses que celles avec un nombre de leucocytes pathologique, avec respectivement 16 cas, soit 53,3% et 14 cas, soit 46,7%.

3.3.10 Détection Des Leucocytes Urinaires Par Bandelette

La majorité des femmes enceintes au nombre de 23, soit 76,7% présentaient de nombreux leucocytes urinaires lors de l'examen à la bandelette.

3.3.11 Bactéries Responsables De L'infection Urinaire

Le profil bactériologique des femmes enceintes présentant une infection urinaire était dominé par E. coli qui était retrouvé seul ou associé à d'autres bactéries respectivement dans 4 cas, soit 13,4%, dans 3 cas, soit 10,0% et dans 1 cas, soit 3,3%. (Tableau VI).

Tableau 6. Répartition des femmes enceintes selon les germes isolés

Germes Isolés	N	%
E.Coli	4	13,4
E.Coli&Candida	3	10,0
E.Coli&Staphylococcus epidermidis	1	3,3
Enterobacter	2	6,7
Klesiella	2	6,7
Klebsiella&Candida	1	3,3
Proteus vulgaris. &Streptocoques pyogènes.	1	3,3
Proteus	1	3,3
Staphylococcus aureus	1	3,3
Staphylococcus epidermidis	2	6,7
Aucun	12	40,0
N Total	30	100

3.3.12 Infection Urinaires Et Âge Des Femmes Enceintes

Les femmes enceintes ont présenté une infection urinaire dans les mêmes propositions dans le groupe d'âge inférieur à la moyenne de 29 ans et le groupe d'âge égal ou supérieur à la moyenne. (Tableau VII) le chi – carré n'a pas montré une différence statistiquement significative, p=1.

Tableau 7. Répartition des femmes enceintes selon l'infection urinaire et la tranche d'âge

Tranche d'âge (an)	Infection urinaire		Total N (%)
	Oui N (%)	Non N (%)	
<29	9 (60)	6 (40)	15 (100)
≥29	9 (60)	6 (40)	15 (100)
Total	**18 (60)**	**12 (40)**	**30 (100)**

P=1

3.3.13 INFECTION URINAIRE ET PROFESSION DES FEMMES ENCEINTES

La proportion d'infections urinaires chez les ménagères était plus importante que dans les autres professions avec 11 cas, soit 68,8% (Tableau VIII). Toutefois, le chi – carré ne montrait pas une différence statistiquement significative entre les deux groupes, p=0,5.

Tableau 8. Répartition des femmes enceintes selon l'infection urinaire et la profession

Profession	Infection urinaire		Total N (%)
	Oui N (%)	Non N (%)	
Ménagères	11 (68,8)	5 (31,2)	16 (100)
Autres	7 (50,0)	7 (50,0)	14 (100)
Total	**18 (60,0)**	**12 (40,0)**	**30 (100)**

P=0,50

3.3.14 INFECTION URINAIRE ET PARITÉ

Le groupe des primipares et paucipares ont présenté un taux d'infection urinaire élevé avec 10 cas, 90,9%, contre 8 cas, soit 42,1% dans le groupe des multipares et grandes multipares (Tableau IX). Le chi – carré a montré une différence statistiquement significative entre les 2 groupes, p=0,008

Tableau 9. Répartition des femmes enceintes selon l'infection urinaire et la parité

Parité	Infection urinaire		Total N (%)
	Oui N (%)	Non N (%)	
Primipares et paucipares	10 (90,9)	1 (9,1)	11 (100)
Multipares et grandes multipares	8 (42,1)	11 (57,9)	19 (100)
Total	**18 (60)**	**12 (40)**	**30 (100)**

3.4 INFECTION URINAIRE ET ÂGE DE LA GROSSESSE

Les femmes présentant la plus grande proposition d'infection urinaire étaient au deuxième trimestre de la grossesse avec 12 cas, soit 66,7%, suivi de celles au troisième trimestre avec 3 cas, soit 66,0%. (Tableau X) Toutefois le chi – carré n'a pas montré une différence statistiquement significative entre les groupes d'âge de grossesse, p=0,55.

Tableau 10. Répartition des femmes enceintes selon l'infection urinaire et l'âge de la grossesse

Age de la grossesse (trimestre)	Infection urinaire		Total N (%)
	Oui N (%)	Non N (%)	
Premier	3 (42,9)	4 (57,1)	7 (100)
Deuxième	12 (66,7)	6 (33,3)	18 (100)
Troisième	3 (60,0)	2 (40,0)	5 (100)
Total	**18 (60,0)**	**12 (40,0)**	**30 (100)**

P=0,55

4 DISCUSSION

4.1 FRÉQUENCE DE L'INFECTION

La fréquence de l'infection urinaire parmi les femmes enceintes était de 60% dans notre travail. Ce résultat se rapproche de celui rapporté par Bodika [12] s=dans son étude épidémiologique des infections urinaires chez les femmes enceintes, au terme de laquelle l'infection était présente chez 53% des gestantes **[15], [17].**

4.2 TESTS DE PERFORMANCE DES BANDELETTES POUR LE DIAGNOSTIC DE L'INFECTION URINAIRE

Les tests de performance de dépistage de l'infection par bandelette urinaire ont indiqué une sensibilité à 66,66%. La spécificité était de 9/12, soit 75%. La valeur prédictive positive était de 12/15, soit 80% et la valeur prédictive négative était de 9/15, soit 60%.

Ces performances sont bonnes et bien comparables aux valeurs rapportées par d'autres auteurs qui indiquaient que la bandelette urinaire est l'examen généralement recommandé pour le dépistage de la colonisation urinaire gravidique **[11].**

4.3 DIAGNOSTIC DE L'INFECTION URINAIRE PAR CULTURE QUANTITATIVE DES URINES

La culture quantitative des urines a permis de diagnostiquer sur la base d'une bactériurie supérieur à 10^5 UFC/ml dans 18 cas, soit 60%. Pour SPILF, le seuil de bactériurie considéré comme significatif est pour E. coli et streptococcus saprophyticus, >10^3UFC/ml; pour les autres entérobactéries, les entérocoques, Corynebacterium urealuticum, P. aeroruginosa et S. aureus >10^4 UFC/ml [5].

4.4 FACTEURS ASSOCIÉS À L'INFECTION URINAIRE CHEZ LES FEMMES ENCEINTES

L'âge des femmes enceintes et l'âge de la grossesse n'étaient pas associés à l'infection urinaire dans notre étude. Cela correspond aux données actuelles tirées des analyses multi variées. [5] Par contre, le bas niveau économique actuellement considéré comme un facteur n'est pas retrouvé dans notre étude. [9] Cela pourrait être en rapport avec le fait que les ménagères considérées comme en bas de l'échelle socioéconomique dans notre étude pourraient bien, pour certaines, se situer à un niveau plus élevé. Seule la parité influençait la survenue de l'infection urinaire avec une prédominance de l'infection parmi les primipares et les paucipares. Ceci est contraire aux données tant anciennes qu'actuelles qui considèrent la multiparité comme sans effet réel sur la survenue de k=l'infection urinaire.

Pour SPILF, les facteurs de risque de colonisation urinaire gravidique sont les antécédents d'IU, l'activité sexuelle ainsi qu'un bas niveau socioéconomique[6], [18].

4.5 BACTÉRIES IDENTIFIÉES

Le germe le plus impliqué dans les infections gravidiques était Escherichia coli seul ou associé à d'autres bactéries. Il était présent dans 26,7% des cas. D'autres bactéries comme Klebsiella, staphylocoque, enterobacter avaient un pourcentage bien plus faible. Ces résultats sont conformes aux études sur la colonisation gravidique qui ont montré que les entérobactéries prédominent: E. coli est majoritaire devant d'autres entérobactéries (Klebsiella sp, Proteux=s mirabilis, Enterobacter sp) et Staphylococcus saprophyticus **[7], [8]**.

5 CONCLUSION

L'infection urinaire étant la complication médicale la plus fréquente de la grossesse, exposant le nouveau – né aux risques de présenter un faible poids de naissance, à la prématurité et la mortalité périnatale; chez la mère, à des complications graves telles que la pyélonéphrite, l'insuffisance rénale, la septicémie voir aussi la mort; nous avons résolus dans le cadre de notre recherche comment réduire les risques ci-haut, en menant une étude sur l'analyse et indentification des germes responsables d'infections urinaires chez les femmes enceintes.

La fréquence de l'infection urinaire est élevée chez les femmes enceintes avec un taux de 60%. La majorité des femmes provenait de la commune de la Kanshi avec 15 cas, soit 50%, Un peu plus de la moitié des femmes enceintes étaient des femmes au foyer non salariées (FFNS), au nombre de 16, soit 53,3%, Le profil clinique des femmes enceintes étaient pour la majorité d'entre elles celui de paucipares, au deuxième trimestre, sans aucun trouble mictionnel, avec respectivement 16 cas, soit 53,3%.

La détection de la présence des nitrites à l'aide des bandelettes réactives a permis le diagnostic de l'infection urinaire chez 15 femmes enceintes, soit 50%, La culture quantitative des urines a permis de diagnostiquer l'infection urinaire sur la base d'une bactériurie supérieure à 10^5 UFC/ml dans 18 cas, soit 60%, la sensibilité du test par bandelette était de 12/18, soit 66,66%. La spécificité était de 9/12, soit 75%.

La valeur prédictive positive était de 12/15, soit 80% et la valeur prédictive négative était de 9/15, soit 60%. Les femmes enceintes présentant un nombre de leucocytes normal dans le sédiment urinaire étaient légèrement plus nombreuses que celles avec un nombre de leucocytes pathologique, avec respectivement 16 cas, soit 53,3%.

La majorité des femmes enceintes au nombre de 23, soit 76,7% présentaient de nombreux leucocytes urinaires lors de l'examen à la bandelette. Le profil bactériologique des femmes enceintes présentant une infection urinaire était dominé par E. coli, avec 4 cas, soit 13,4%.

Les entérobactéries avec E. coli en tête et loin devant, constituent les germes habituellement mis en évidence. Les bandelettes réactives pour le diagnostic de l'infection urinaire ont une sensibilité, une spécificité, une valeur prédictive positive et une valeur prédictive négative appréciables permettant d'orienter la réalisation de la culture.

REFERENCES

[1] OMS (2016) Recommandations de l'OMS concernant les soins prénatals pour que la grossesse soit une expérience positive.

[2] Chafai, N. (2008) Les infections urinaires à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech (2004-2006) Thèse Médecine.

[3] François, A. et al (2013) *Infections Urinaires*. Genèse: Hôpitaux Universitaires de Genève.

[4] Alan, E. (2015) Les infections urinaires communautaires bactériennes: évaluation des connaissances de l'équipe officinale et des conseils apportés aux patients. Thèse Docteur en Pharmacie. Nancy: Université de Lorraine.

[5] SPILF (Société de pathologie infectieuse de langue française) (2015), *Diagnostic des infections urinaires bactériennes de l'adulte* (en ligne), consulté le 20 juin 2018 sur l'url https://www.infectiologie.com/site.Infection-urinaire-long.pdf

[6] Centre de référence sur les agents tératogènes (CRAT) (2017). *Triméthoprime Grossesse et allaitement*.

[7] Mokube, M.N et al (2013). Bacteriuria amongst pregnant women in the Buea Health District, Cameroon: prevalence, predictors, antibiotic susceptibility patterns and diagnosis, Conly J, editor. Plos ONE. Public Library of Science;; 8 (8): e71086.

[8] Awonuga, D.O. et al (2011) Asymptomatic bacteriuria among an obstetric population in Ibadan. West Afr J Med. 30 (2): 89-93.

[9] SPLIF (2015) Diagnostic et antibiothérapie des infections urinaires bactériennes communautaires de l'adulte.

[10] Carbonelle, B et al (1987), *Bactériologie médicale*. Paris: Cinep.

[11] Chobriat, J. (2005) Tests de dépistage biologiques: sensibilité, spécificité, valeur prédictive (ENC).

[12] Bodika, S (1995) Infections urogénitales et reproduction: l'expérience d'une maternité au Zaïre. *Développement et santé* N°119.

[13] OMS (2013) Facteurs de risque associés à la mortalité néonatale dans un hôpital de niveau tertiaire de Bukavu/Sud-Kivu RDC.

[14] Audenet, F. & Bruyère, F. Infections urinaires de l'enfant et de l'adulte. https://www.urofrance.org/congrès-et-formations/formation-initiale/refer.

[15] Benhiba, I., Bouzekraoui, T & Zaidi. J (2015) Epidémiologie et antibio – résistance des infections urinaires à entérobactéries chez l'adulte dans le CHU de Marrakech et implication thérapeutique. *Uro* andro vol 1 N°4.

[16] CRAT (2017) *Acide clavulanique – grossesse et allaitement*. Consulté le 20 juin 2018 sur l'URL https://lecrat.fr/spip.php?page=article&id_article=321.

[17] Société de pathologie infectieuse de langue française (2015) Recommandations pratiques infections urinaires au cours de la grossesse.

[18] Garnier, D. (2000) Dictionnaire des termes de médecine. 26ème éd. Paris: Maloine.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1438-1451
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Diversité floristique et état de reconstitution des sites mis en défens dans l'espace du barrage hydroélectrique de Soubré (Côte d'Ivoire)

[Plant diversity and reconstitution level of protected habitats in the hydroelectric dam area of Soubré (Côte d'Ivoire)]

Kouassi Kouamé Attokora, Aboli Méabla Marie Noëlle Odile, and Vroh Bi Tra Aimé

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

Copyright © 2023 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: Ivorian forest rehabilitation policy was long time focused on exotic species plantations. Hence, few studies have concerned biodiversity assessment through naturally restauration. This study aimed to assess plant species diversity in habitats reserved for natural regeneration on a hydroelectric dam in the south-western of Côte d'Ivoire. Botanical inventories were carried out in six habitat types where none human activity has been authorized in the last eight years: lowlands, old cocoa and rubber farms, secondary forests, gallery forests and young fallow. Adult, saplings and seedling trees were counted and their diameters at breast height were measured in plot with 625 m^2 based on in each habitat type. Species diversity, structural parameters, and conservation value were compared between these habitats. 364 plants species were surveyed in all the habitats. Among them, 48 are rare, endemic, and/or threatened. The diversity of these species decreased from secondary forests to lowlands. The gallery forests, old plantations and young fallows had the same diversity level. Stem density decreased from secondary forests (277.7 stems/ha) to young fallows (150 stems/ha). Above-ground biomass was higher in the gallery forest. The current reconstitution trends of the plant diversity in these protected habitats shown that this method must be promoted for forest restauration.

KEYWORDS: Forest restoration, anthropic activity, Environmental Management Plan, conservation value, Ivory Coast.

RESUME: La politique de réhabilitation des forêts en Côte d'Ivoire s'est depuis longtemps accentuée sur les plantations forestières réalisées à partir des espèces exotiques. Des travaux se rapportant à la biodiversité des sites restaurés naturellement sont rares. Cette étude a eu pour objectif d'évaluer l'état de la diversité végétale des sites anciennement cultivés et mis en défens dans l'espace du barrage hydroélectrique de Soubré. Des inventaires botaniques ont été réalisés dans six types d'habitat mis en défens depuis huit ans: bas-fond, anciennes plantations de cacao et d'hévéa, forêts secondaires, forêt galerie et jeunes jachères. Les individus adultes, les jeunes arbres et jeunes plants des espèces arborescentes ont été dénombrés et leurs diamètres à hauteur de poitrine ont été mesurés dans des parcelles de 625 m^2 disposées dans chacun des habitats. La diversité des espèces et des paramètres structuraux ainsi que la valeur de conservation ont été comparées. Dans les six types d'habitat, 364 espèces végétales dont 48 sont rares, endémiques et ou menacées, ont été inventoriées. Le profil de diversité montre une diminution de la diversité des forêts secondaires au bas fond avec un même niveau de diversité pour les forêts galeries, les anciennes plantations, et les jeunes jachères. La densité des tiges dans les espaces anciennement cultivés diminue des forêts secondaires (277,7tiges/ha) aux jeunes jachères (150 tiges/ ha). La biomasse aérienne est plus importante dans les galeries forestières. Les tendances évolutives de la diversité végétale des espaces en restauration par la méthode de mise en défens démontrent que cette méthode de reconstitution de la surface forestière mérite d'être encouragée.

MOTS-CLEFS: Reconstitution forestière, activité anthropique, Plan de Gestion Environnemental, valeur de conservation, Côte d'Ivoire.

Corresponding Author: Kouassi Kouamé Attokora

1 INTRODUCTION

Avec 3,94 millions d'hectares de forêts détruites par an ces dix dernières années, l'Afrique a connu la plus grande perte de superficie forestière dans le monde [1]. Concernant la Côte d'Ivoire, elle a perdu 79% de sa couverture forestière classée en 56 ans [2]. Le rythme de destruction annuelle de 60 000 hectares par an en moyenne laisse penser au Ministère des eaux et forêts que d'ici quinze ans, la Côte d'Ivoire ne sera plus un pays forestier. En effet, De 16 millions d'hectares de forêts au début du 20ème siècle [3], le pays a perdu près de 90 % de sa surface forestière en 2020 [4]. Les activités anthropiques sont les principales causes de la destruction de ces forêts en Côte d'Ivoire.

Dans son rapport final de 2016, [5] a hiérarchisé les causes de la déforestation. Ainsi l'agriculture reste le moteur de la déforestation avec la cacaoculture et l'hévéa en tête de liste. D'autres facteurs directs comme l'exploitation forestière, l'extension des infrastructures (route, habitat, usine, barrage hydroélectrique...), l'exploitation minière et les feux de brousse contribuent également à cette action dévastatrice des forêts. Comme ailleurs en milieu tropical, le constat est que si rien n'est fait, de nombreuses espèces s'éteindront sans même que l'on ait connu leur existence [6].

Pour répondre aux besoins actuels et futurs et pour résoudre la question de disparition des forêts en Côte d'Ivoire, le gouvernement ivoirien s'est fixé un objectif national, celui de reconstituer au moins 20% du territoire national à l'horizon 2045, tout en améliorant les conditions de vie des populations par la création d'emplois verts et la restauration des sols [7]. Pour atteindre cet objectif, l'Etat a engagé différents acteurs à fournir davantage d'efforts pour la sauvegarde et la restauration des forêts. Ainsi, il a encouragé d'une part les agriculteurs à la pratique de l'agroforesterie et d'autre part, les communautés à la création de réserves naturelles volontaires et les entreprises, au développement de stratégies et politiques vis-à-vis de la biodiversité [7]. Dans cette dynamique, les entreprises devraient prendre en compte l'environnement dans la planification ou le développement des projets en vue d'assurer la protection de la biodiversité et la conservation des milieux de vie.

C'est dans ce cadre que pendant la mise en œuvre du projet de construction du barrage hydroélectrique de Soubré, l'entreprise d'état CI-ENERGIE qui se veut d'être une structure écocitoyenne, a délimité un espace de 200 ha dédié à la création d'une zone de conservation de la biodiversité. La création de cette zone a été initiée dans le cadre de la mise en œuvre du Plan de Gestion Environnemental et Social (PGES) du projet de construction du barrage hydroélectrique de Soubré. Le but de sa mise en place est de compenser les impacts sur la perte de la biodiversité causée par la construction du barrage [8]. Ainsi donc, l'entreprise CI-ENERGIE s'est donnée pour objectif de contribuer à la restauration du couvert forestier originel de la zone à travers la mise en défens comme méthode de restauration. Cette méthode de restauration forestière devrait pouvoir faire la différence avec les pratiques habituelles basées sur les plantations forestières notamment dans les forêts classées. En effet, le bilan mitigé du reboisement dans les plantations forestières ne fait pas de lui une meilleure option pour la conservation de la biodiversité car il favoriserait le développement des espèces exotiques au dépend des espèces natives [9]. Toutefois, le choix de la mise en défens comme stratégie de restauration forestière ne peut être définitif qu'après évaluation de sa capacité de résilience de la diversité végétale et de certaines fonctions écologiques dont la biomasse végétale.

Dans l'espace du barrage hydroélectrique de Soubré, après huit ans de mise défens, la présente étude a eu pour objectif d'évaluer la capacité de restauration de la flore dans différents types d'habitat. Les objectifs spécifiques ont été d'estimer les diversités floristiques et structurales de la végétation dans les habitats mis en défens et d'estimer la biomasse aérienne des arbres.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MILIEU D'ÉTUDE

L'espace du barrage hydroélectrique de Soubré se situe dans la région administrative de la Nawa; au Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. Le barrage a été construit sur le fleuve Sassandra, à 3 Km de la ville de Soubré.

La zone de conservation de la biodiversité dont il s'agit, couvre 200 ha et renferme différents types d'habitat de biodiversité dont les plus importants étaient: bas-fond, anciennes plantations de cacao et d'hévéa, forêts secondaires, forêt galerie et jeunes jachères. L'ensemble de la zone y compris ces habitats, a été mis en défens de toutes activités humaines notamment l'agriculture, les nouveaux défrichements, la chasse, etc. Au moment de la mise en défend, d'après [8], les plantations de cacao étaient vieilles (plus de 25 ans) et celles d'hévéa étaient jeunes (6 ans).

La végétation de la zone de conservation appartient au secteur ombrophile du domaine guinéo-congolais caractérisé par la forêt dense humide sempervirente qui relève spécialement de l'association végétale à Diospyro- Mapanietum [10]. Pour [11] ce type de forêt abrite trois groupes d'espèces à statut particulier à savoir: les espèces endémiques à l'Afrique de l'Ouest, les espèces endémiques à la Côte d'Ivoire et les espèces « Sassandriennes » comprises entre les fleuves Sassandra et Cavally. Le

climat est caractérisé par l'alternance de deux saisons de pluies et deux saisons sèches. La figure 1 suivante montre la zone de conservation.

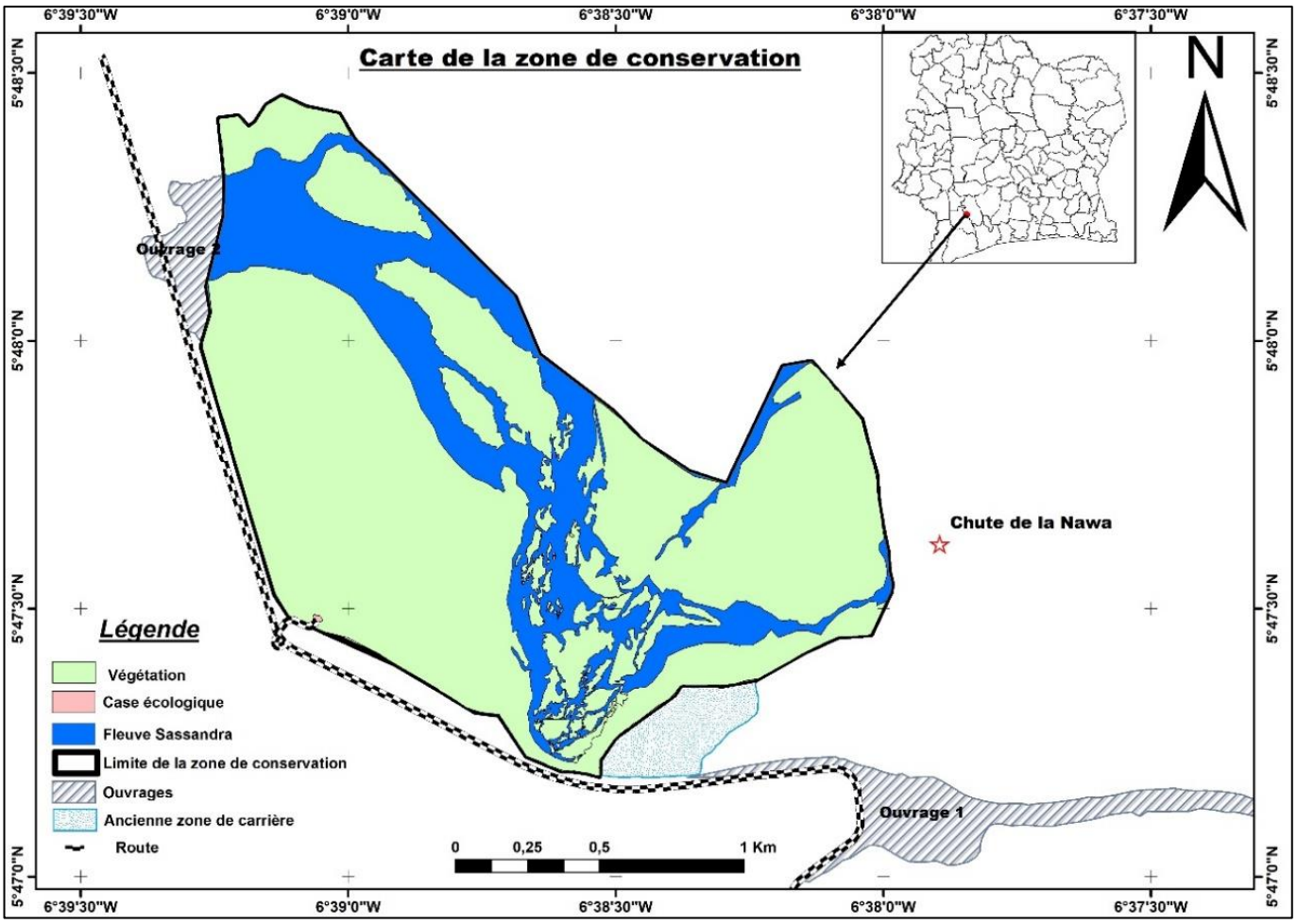


Fig. 1. Localisation de la zone de conservation du barrage hydroélectrique de Soubré

2.2 COLLECTE DES DONNÉES

Des inventaires botaniques ont été réalisés dans chaque type d'habitat: anciennes plantations de cacao et d'hévéa, jachères jeunes, bas-fonds, forêts galeries et forêts secondaires. Des placettes de 625 m^2 (25m x 25 m) ont été disposées dans ces différents habitats. Dans ces placettes, d'abord la présence de toutes les espèces végétales rencontrées, a été notée. Ensuite, pour les espèces arborescentes, le nombre d'individus ayant au moins 2,5 cm de diamètre, a été compté. Dans certains cas, des échantillons de plante ont été collectés pour l'identification ou la confirmation des noms botaniques par comparaison aux spécimens de l'herbier du Centre National de Floristique (CNF) de l'Université Félix Houphouët Boigny.

2.3 ANALYSE DES DONNÉES

Dans un premier temps, les nombres d'espèces, de genres et de familles ont été déterminés. Les types morphologiques (arbre ou arbuste, liane et herbe) ont été également déterminés pour chaque type d'habitat. Ce premier lot de paramètres a permis d'avoir une idée de la richesse et de la composition floristique de chaque habitat.

Des espèces figurantes sur la liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature ont été identifiées de même que celles endémiques à la Côte d'Ivoire (GCi), aux forêts de Haute Guinée (HG) ou aux blocs forestiers ouest-africains GCW). Les travaux de [12], [13] et la liste de [14] ont servi de base à la détermination de ces paramètres floristiques. Les espèces

à valeur commerciale ont été identifiées dans les différents habitats. En Côte d'Ivoire, en fonction de leurs valeurs technologiques et commerciales décroissantes, ces espèces se subdivisent en trois catégories: P1, P2 et P3 [15].

Les types biologiques des différentes espèces récoltées ont été définis selon le système de [16] modifié pour les zones tropicales par [17]. Les types de distribution phytogéographique ou phytochories ont été établis suivant les grandes subdivisions chorologiques pour l'Afrique proposées par [18]. Ce deuxième lot de paramètres a permis d'estimer la valeur de conservation de chacun des types d'habitat.

Dans un deuxième temps, pour les espèces arborescentes dont le diamètre des tiges a été mesuré, le profil de diversité a été conçu pour classer les communautés de faible à forte diversité [19]. Également, ces espèces ont servi pour estimer les ressemblances floristiques à travers la construction d'un diagramme de Venn [20].

Enfin, par type d'habitat, la densité, l'aire basale et la biomasse aérienne des tiges ont été calculées et des courbes de distribution des individus par classes de diamètres (structure diamétrique totale) ont été construites.

Pour le calcul de la biomasse aérienne, l'équation allométrique de [21] pour les forêts tropicales denses, a été utilisée. Sa formule mathématique est la suivante:

$$AGB = \rho \exp [-1{,}499 + 2{,}148 \ln (DHP) + 0{,}207(\ln (DHP))^2 - 0{,}0281[\ln (DHP)]^3$$

Dans cette formule, AGB (Above Ground Biomass) désigne la biomasse de l'arbre au-dessus; DHP, le diamètre du tronc à 130 cm au-dessus du sol; et ρ: la densité spécifique des espèces.

3 RESULTATS

3.1 RICHESSES ET COMPOSITIONS FLORISTIQUES

Dans les six habitats mis en défens, 364 espèces végétales ont été recensées. La richesse floristique décroît des forêts secondaires (145 espèces soit 22,97 %) aux bas-fonds (65 espèces soit 10,30 %) en passant respectivement par les forêts galeries (129 espèces soit 20,44 %), les anciennes cacaoyères (110 espèces soit 17,43%), les jeunes jachères (100 espèces soit 15,84 %) et les anciennes plantations d'hévéa (82 espèces soit 12,99 %).

Ces espèces appartiennent à 94 familles botaniques. Les familles les plus représentées sont celles des Fabaceae avec 26 espèces soit 7,14 %, Euphorbiaceae et Rubiaceae (6,04 % chacune). L'ordre de dominance des familles est assez variable au niveau des différents biotopes.

Quel que soit l'habitat, le spectre biologique des espèces inventoriées indique une dominance des microphanérophytes (12,63 à 2,74 %). Dans les forêts secondaires, les forêts galeries et les jeunes jachères, les microphanérophytes sont suivis des mésophanérophytes (7,69 à 1,64 %). Dans les anciennes plantations par contre, ce sont les nanophanérophytes qui viennent en deuxième position. Les géophytes, les chaméphytes et les hydrophytes sont très peu représentées.

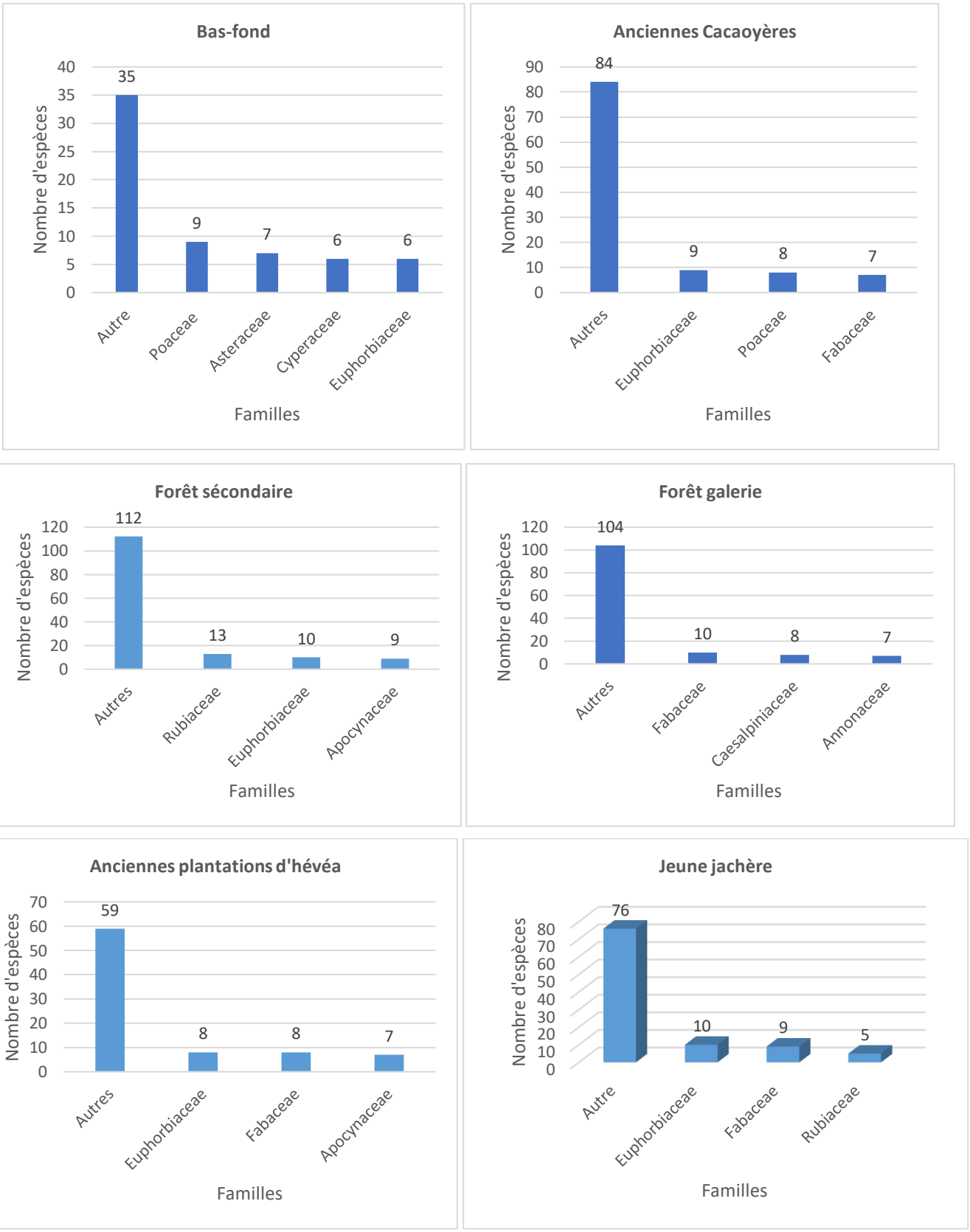


Fig. 2. Spectres des familles dominantes dans les différents habitats

La figure 2 montre les familles dominantes par type d'habitat.

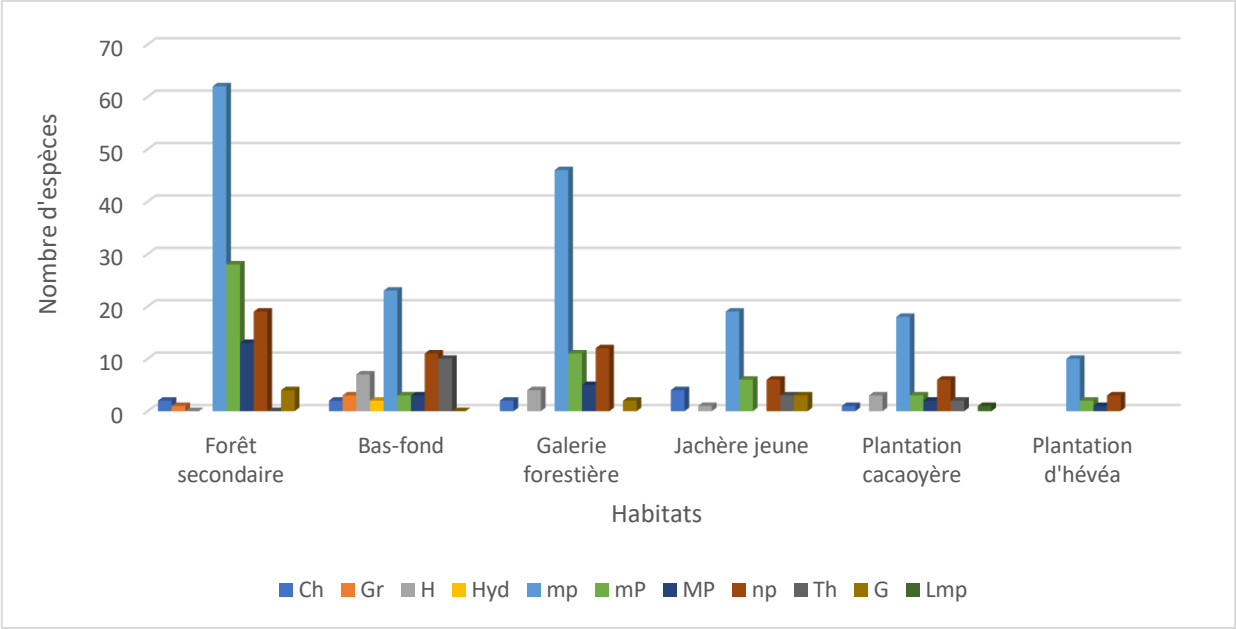


Fig. 3. Spectres des types biologiques dans les différents habitats mis en défens

La figure 3 indique le nombre d'espèces de chaque type biologique dans les habitats.

La zone de conservation de Soubré a une flore composée majoritairement de taxon de la région Guinéo-congolaise (GC) dans presque tous les habitats inventoriés (25 à 2,74 %). Viennent ensuite, les taxons de la zone de transition Guinéo-congolaise et Soudano-Zambésienne (GC- SZ) avec 6,04 à 2,74 % des espèces dans les forêts secondaires et galeries, les jeunes jachères et les cacaoyères. Dans les plantations d'hévéa par contre, les taxons de la région Guinéo-congolaise sont suivies par les Taxons endémiques du bloc forestier à l'Ouest du Togo (GCW). À l'opposé, ce sont les taxons de la zone de transition Guinéo-congolaise et Soudano-Zambésienne (GC- SZ) qui sont les plus dominants dans les bas-fonds (8,79%). Concernant les autres types phytogéographiques notamment les Taxons de la région Soudano-Zambézienne et les Taxons introduits ou cultivés, ils sont faiblement représentés. Concernant les espèces endémiques à la Côte d'Ivoire, 6 espèces ont été dénombrées.

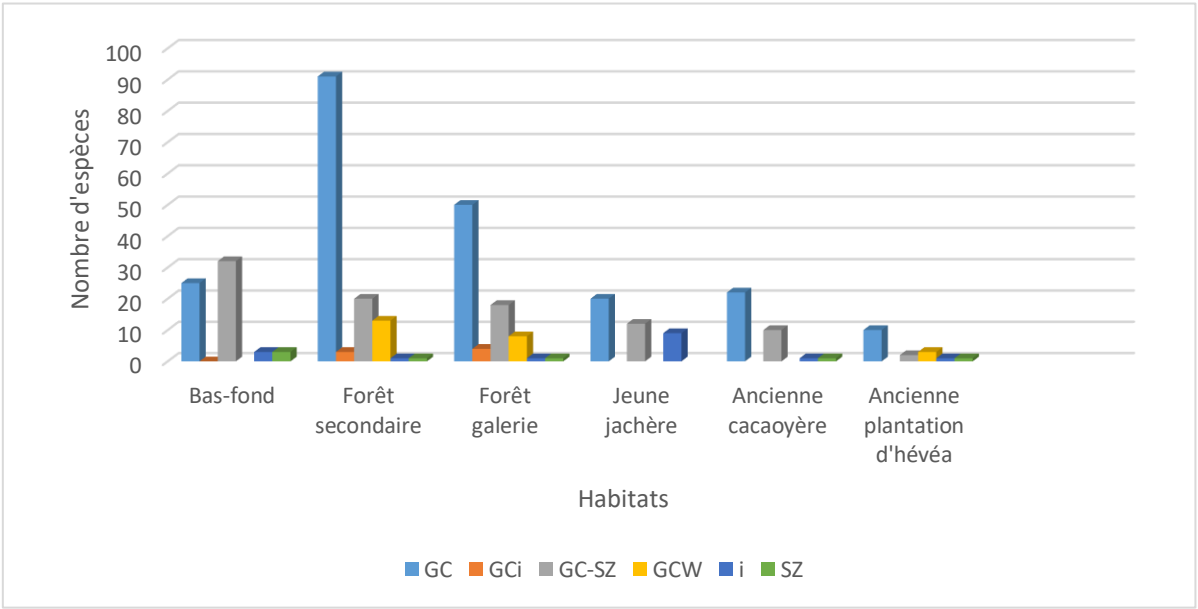


Fig. 4. Spectres des types phytogéographie dans les différents milieux de la zone refuge de Soubré

La figure 4 montre les types phytogéographiques des espèces de la zone de conservation du barrage de Soubré.

À l'issue des inventaires réalisés dans les différents habitats de l'espace du barrage hydroélectrique, il a été recensé 48 espèces à statut particulier. Elles sont reparties de la manière suivante: 35 taxons endémiques à la région phytogéographique de la Haute Guinée et ou aux blocs forestiers de l'Afrique de l'Ouest (HG / GCW), 9 espèces vulnérables inscrites sur la liste rouge de l'UICN, 8 espèces rares selon la liste locale des espèces rares, et 2 taxons endémiques à la Côte d'Ivoire (GCi). Les deux espèces GCi sont: *Baphia bancoensis* Aubrév. et *Leptoderris miegei* Aké Assi & Mangenot. Parmi les espèces à statut particulier, *Hibiscus comoensis* A. Chev. ex Hutch. & Dalz est à la fois rare et endémique à la côte d'Ivoire. En plus, *Milicia regia* A. Chev. et *Copaifera salikounda* Heckel sont à la fois endémiques et rares et/ou en voie de disparition.

Le tableau 1 suivant présente la liste des espèces à statut particulier par habitat, leur abondance dans les habitats et leur statut.

Tableau 1. Récapitulatif des espèces à statut particulier de la zone de refuge

Espèces	Endémisme	Statut		Abondance/ habitat					
		Aké-Assi	UICN	B F	Cacao	F S	FG	J J	Hévéa
Afzelia bella	GCW	-	-	-	1	1	-	-	-
Albizia ferruginea	-	-	VU	-	-	-	1	1	-
Ancistrocladus barteri	GCW/HG	-	-	-	-	-	1	-	-
Baissea zygodioides	HG	-	-	-	1	-	3	1	1
Baphia bancoensis	GCi	-	-	-	-	2	20	-	-
Brachystegia leonensis	HG	-	-	-	-	-	1	-	-
Bussea occidentalis	HG	-	-	-	-	3	-	-	-
Chassalia afzelii	GCW	-	-	-	-	2	-	-	-
Cissus miegei	HG	-	-	-	-	-	1	-	-
Cola caricaefolia	GCW/HG	-	-	-	1	1		-	-
Combretum comosum	GCW	-	-	-	-	-	-	-	1
Copaifera salikounda	GCW/HG	-	VU	-	-	-	-	-	-
Dialium aubrevillei	GCW/HG	-	-	-	-	5	7	-	-
Dichapetalum toxicarium	HG	-	-	-	-	1	-	-	-
Dictyophleba leonensis	GCW	-	-	-	-	-	1	-	-
Diospyros heudelotii	GCW	-	-	-	-	1	-	-	-
Entandrophragma angolense	-	-	VU	-	1	3	-	-	-
Entandrophragma cylindricum	-	-	VU	-	-	-	-	-	-
Euadenia eminens	GCW/HG	-	-	-	1	-	-	1	-
Eugenia miegeana	GCi	-	-	-	-	-	1	-	-
Garcinia afzelii	-	PRE	VU	-	-	-	6	-	-
Hibiscus comoensis	HG	PRE	-	-	-	-	1	-	-
Isolona cooperi	GCW/HG	-	-	-	-	-	-	-	1
Lannea nigritana	-	PRE	-	-	-	3	4	1	2
Leptoderris miegei	HG	-	-	-	-	1	-	-	1
Maranthes robusta	-	PRE	-	-	-	-	1	-	-
Milicia excelsa	-	PRE	-	-	1	-	3	1	4
Milicia regia	GCW/HG	PRE	VU	-	-	1	-	-	1
Millettia lane-poolei	GCW/HG	-	-	-	4	-	19	2	-
Millettia lucens	GCW/HG	-	-	-	-	-	2	-	-
Mitragyna ledermannii	-	-	VU	1	-	-	-	-	-
Mussaenda chippii	GCW/HG	-	-	-	-	-	-	-	1
Myrianthus libericus	HG	-	-	-	1		-	-	-
Nesogordonia papaverifera	-	-	VU	-	2	3	2	-	-

Neuropeltis prevosteoides	GCW/HG	-	-	-	-	1	-	-	-
Pararistolochia mannii	-	PRE	-	-	-	1	-	-	-
Penianthus zenkeri	GCW	-	-	-	1	4	-	-	-
Platysepalum hirsutum	GCW/HG	-	-	-	4	-	2	-	1
Rinorea subintegrifolia	GCW	-	-	-	-	-	12	-	-
Salacia lateritia	HG	-	-	-	-	-	1	-	-
Sherbournia calycina	GCW/HG	-	-	-	-	1	-	-	-
Strychnos dinklagei	GCW/HG	-	-	-	-	1	-	-	-
Tiliacora dinklagei	GCW	-	-	-	3	1	2	-	-
Triclisia patens	GCW/HG	-	-	-	-	1	-	-	-
Urera keayi	HG	-	-	-	-	1	-	-	-
Uvaria ovata	-	PRE	-	-	-	-	1	-	-
Uvariodendron occidentalis	GCW/HG	-	VU	-	-	-	1	-	-
Xylia evansii	GCW/HG	-	-	-	1	-	-	-	-

Légende: BF: Bas-fond; F S: Forêt secondaire; F G: Forêt galerie; J J: Jeune jachère; A P H: Plantation d'hévéa ; GCi: taxon endémique à la Côte d'Ivoire; GCW: taxon endémique du bloc forestier à l'ouest du Togo, comprenant le Ghana, la Côte d'ivoire, le Libéria, la Sierra Léone, la Guinée, la Guinée Bissau, la Gambie et le Sénégal; HG: taxon de la haute guinée; PRE: plantes rares, devenues rares et en voie d'extinction; VU: vulnérable; NT: Quasi menacé

La flore des habitats mis en défens abrite 29 espèces exploitées ou exploitables pour leur valeur commerciale. Ces espèces sont majoritairement rencontrées dans les forêts secondaire (13 espèces) et dans les anciennes cacaoyères (8 espèces). Les jeunes jachères abritent le plus faible effectif avec une seule espèce. Sur la base du critère de commercialisation, 17 espèces sont de la Catégorie 1, onze (11) sont de la Catégorie 2 et trois (3) sont de la Catégorie 3 (**Tableau 2).** *Sterculia tragacantha* Lindl est abondante et présente dans tous les habitats.

Concernant la ressemblance floristique, sur l'ensemble des espèces (76 espèces) ayant un diamètre à hauteur de poitrine supérieure à 2,5 cm (dhp > 2,5 cm), seule 5 espèces (soit 6,57 %) appartiennent à la fois aux bas-fonds, forêts secondaires, galeries, jachères et aux plantations (**Figure 5**). Il s'est agi de *Alchornea cordifolia* (Schum. & Thonn.), *Sterculia tragacantha* Lindl., *Ceiba pentandra* (Linn.) Gaerth. *Rauvolfia vomitoria* Afzel et *Elaeis guineensis* Jac.

Tableau 2. Abondances des espèces de plantes ligneuses à valeur commerciale dans les habitats mis en défens

Taxons	Catégorie	Familles	Bas-fond	Ancienne Cacaoyère	Forêt secondaire	Forêt galerie	Jachère jeune	Ancienne plantation hévéa
Afzelia bella	1	Caesalpiniaceae	-	1	1		-	-
Antiaris toxicaria	1	Moraceae	-	9	7	2	2	1
Antiaris toxicaria	1	Moraceae	-	-	5		-	-
Canarium schweinfutii	1	Burseraceae	-	-	1	-	-	-
Ceiba pentandra	1	Bombacaceae	2	5	1	2	1	-
Entandrophragma angolense	1	Meliaceae	-	1	3	-	-	-
Entandrophragma cylindricum	1	Meliaceae	-	-	-	-	-	-
Milicia excelsa	1	Moraceae	-	1	-	3	1	4
Milicia regia	1	Moraceae	-	-	1	-	-	1
Mitragyna ledermannii	1	Rubiaceae	1	-	-	-	-	-
Morus mesozygia	1	Moraceae	-	-	1	-	-	-
Nesogordonia papaverifera	1	Sterculiaceae	-	-	3	-	-	-
Pycnanthus angolensis	1	Myristicaceae	-	1	-	1	3	1
Terminalia superba	1	Combretaceae	1	-	1	-	-	-
Albizia ferruginea	2	Mimosaceae	-	-	-	1	1	-

Bombax buenopozense	2	Bombacaceae	-	-	1	-	1	-
Celtis milbraedii	2	Ulmaceae	-	-	1	-	-	-
Copaifera salikounda	2	Caesalpiniaceae	-	-	-	-	-	-
Funtumia africana	2	Apocynaceae	-	-	1	-	-	-
Klainedoxa gabonensis	2	Irvingiaceae	-	-	-	-	-	1
Ricinodendron heudelotii	2	Euphorbiaceae	-	-	-	-	1	-
Amphimas pterocarpoides	3	Fabaceae	-	-	2	-	-	9
Celtis zenkeri	3	Ulmaceae	-	-	3	-	-	-
Chrysophyllum pruniforme	3	Sapotaceae	-	-	-	-	-	1
Erythroxylum mannii	3	Erythroxylaceae	-	-	1	-	-	-
Lannea welwitschii	3	Anacardiaceae	-	-	-	4	1	-
Parkia bicolor	3	Mimosaceae	-	1	-	-	-	-
Pterocarpus santalinoides	3	Fabaceae	-	-	-	9	-	-
Sterculia tragacantha	3	Sterculiaceae	2	21	8	3	21	18
Xylia evansii	3	Mimosaceae	-	1	-	-	-	-

Le tableau 2 présente le nombre d'espèce à valeur commerciale par habitat

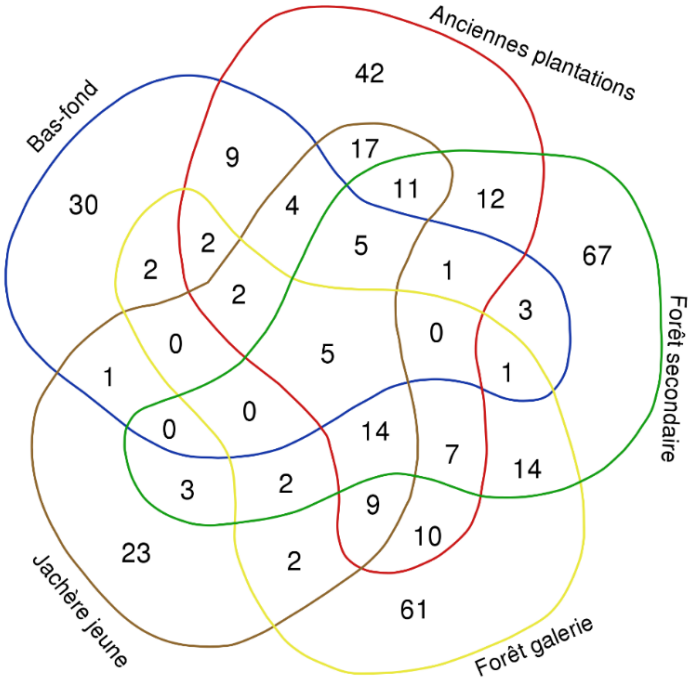


Fig. 5. Répartition des espèces présentes entre les types d'habitat

La figure 5 montre la ressemblance floristique entre les différents habitats de la zone.

3.2 PROFIL DE DIVERSITE DES DIFFERENTS TYPES D'HABITAT

Selon les profils de diversité la courbe des forêts secondaires se trouve au-dessus de toutes les autres courbes des différents habitats pour toutes les valeurs de α (Figure 6). Cela montre que les forêts secondaires sont plus diversifiées par rapport aux autres. A l'inverse, les bas-fonds sont les moins diversifiés. Les anciennes plantations de cacao, d'hévéa, les forêts galeries et les jeunes jachères ont le même niveau de diversité.

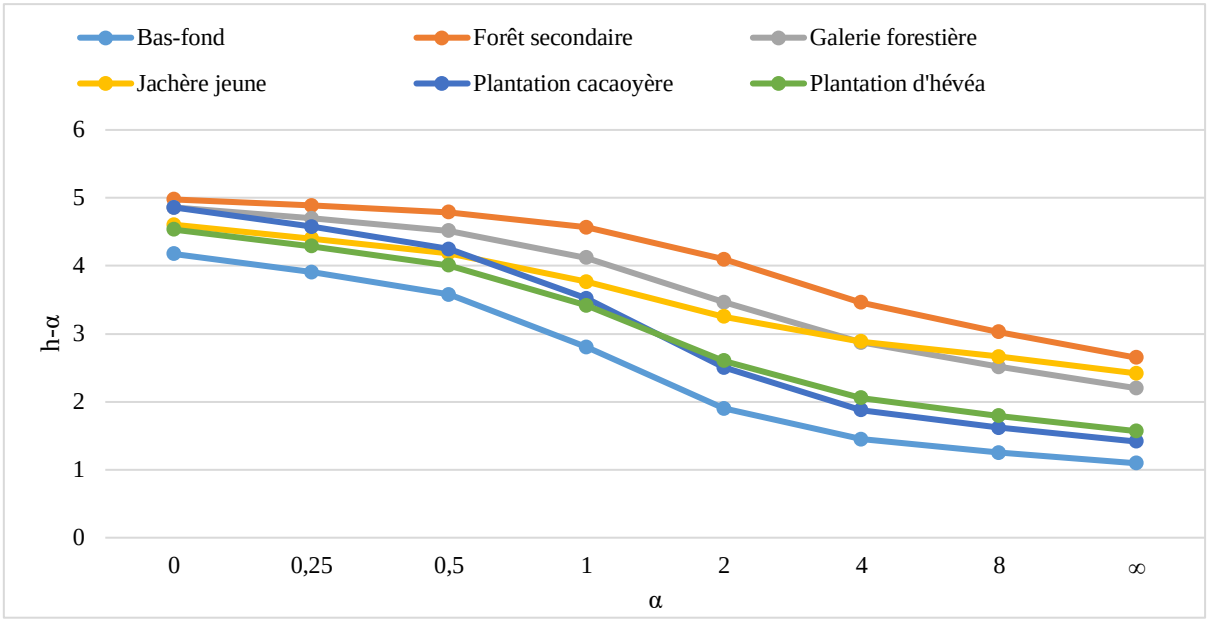


Fig. 6. Comparaison des habitats à travers le profil de diversité

La figure 6 montre la comparaison de la diversité floristique entre les habitats.

3.3 PARAMÈTRES STRUCTURAUX ET BIOMASSE AÉRIENNE

La structure horizontale de la zone de conservation présente différentes formes. Les tiges de petits diamètres ([2,5; 10 [) avec une proportion allant de 3,26 à 21,84 % des individus, sont dominantes dans tous les habitats. Ensuite viennent les tiges dont les diamètres sont compris entre 10 et 20 cm. En fin, une baisse du nombre de tiges est observée dans les plus grands intervalles de diamètre. L'évolution régressive du nombre de tige (des plus petits diamètres aux plus grands), donne des courbes en forme de « J inversé » pour les 4 types d'habitat: forêt galerie, jeune jachère et les plantations (cacao et hévéa). Par contre, les bas-fonds et les forêts secondaires ne respectent pas la forme « J inversé » (**Figure 7**). Dans ces biotopes, les tiges dont les diamètres sont compris entre 20 et 30 cm sont plus nombreuses que celles qui ont des diamètres compris entre 10 et 20 cm. Cette différence leurs confèrent une courbe avec une forme de cloche. La figure 7 suivante montre le nombre d'individus de chaque habitat par classes de diamètres.

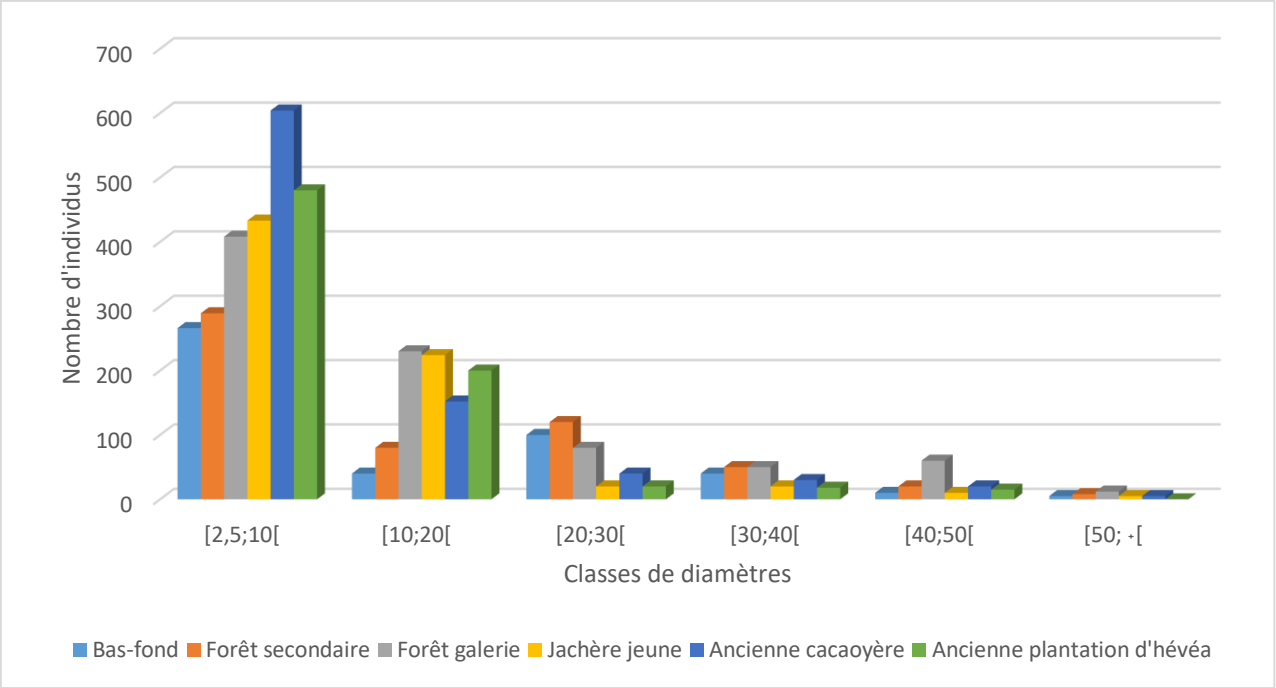


Fig. 7. Histogramme de répartition des tiges dans les classes de diamètre au niveau des types d'habitat

En considérant les arbres matures (dbh ≥10 cm), les bas-fonds sont exclus de la liste des habitats.

La plus forte valeur de densité a été obtenue dans les anciennes cacaoyères (483,3 tiges/hectare). Par contre, cette valeur de densité atteint sa plus faible valeur dans les jeunes jachères (150 tiges/hectare). Concernant les aires basales, la plus forte valeur a été obtenue au sein des forêts galeries (20,2 m^2 / ha). A l'opposé, les plus faibles valeurs ont été rencontrées dans les jeunes jachères (4,1 m^2/ha).

La quantité de biomasse de la zone de conservation de biodiversité varie considérablement d'un habitat à l'autre (**Tableau 3**). Elle est estimée à 188,57 t/ha sur l'ensemble de la zone de conservation. Cette valeur de biomasse est plus élevée dans la forêt galerie (102,9 t/ha) que les autres types d'habitat. La biomasse a atteint sa plus faible valeur dans les jeunes jachères.

Tableau 3. Récapitulatif des paramètres structuraux et de la biomasse

Types de biotope	Densité (tiges/ha)	Aire basale (m^2/ha)	Biomasse (t/ha)
Forêt secondaire	277,7	13,9	51,28
Forêt galerie	280	20,2	102,9
Jachère jeune	150	4,1	3,46
Ancienne cacaoyère	483,3	11,3	7,07
Ancienne plantation d'hévéa	216,6	11,9	23,86

4 DISCUSSION

Les habitats mis en défens dans l'espace du barrage hydroélectrique de Soubré abritent une importante richesse floristique estimée à 9,12 % des espèces de plantes à fleurs connues sur le territoire de Côte d'Ivoire [11]. Malgré la taille modeste de cet espace, cette grande richesse est liée à la diversité des habitats qui le composent. En effet, la combinaison des habitats naturels et anthropisés ainsi que leur cortège floristique qui constituent la zone de conservation permettent à celle-ci d'augmenter considérablement sa richesse floristique. Dans les anciennes plantations de cacao et d'hévéa, abondent des espèces rudérales; les jachères quant à elles, sont riches en espèces pionnières, alors que les bas-fonds et les forêts galeries présentent une forte richesse d'espèces particulièrement adaptées à la vie au contact de l'eau. Ce constat a été fait par [22] qui a souligné que lorsque les deux types de biotopes (naturels et anthropisés) coexistent, leurs cortèges floristiques s'entremêlent et augmentent la richesse floristique. Il est donc évident que les anciennes plantations (cacao et hévéa) d'abandon plus récent,

aient moins d'espèces. L'action de l'homme sur ces habitats a réduit les espèces natives, par conséquent leur régénération devient très lente.

Pris individuellement, les forêts secondaires sont plus riches et plus diversifiées que les autres types d'habitat. Assurément, la richesse floristique d'un habitat anthropisé augmente avec l'âge de l'abandon [23]. Cette plus forte richesse est donc liée à l'ancienneté du temps de l'abandon de cet habitat. Cependant, la faible richesse dans les bas-fonds et les forêts galeries peut être la résultante de la nature du substrat. En effet, pour les milieux marécageux et les forêts galeries, très peu d'espèces ont une disposition naturelle de se développer dans un milieu contraignant engorgeant permanemment de l'eau ou périodiquement inondé ~~substrat~~ [24], [25]. Selon [26], l'incapacité de survivre en milieu d'inondation permanente serait la cause de la rareté des espèces en milieu périodiquement inondé.

Du point de vue de la composition floristique, la dominance des Fabaceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae est une caractéristique à l'ensemble des forêts ivoiriennes [27]. Concernant les types biologiques, les phanérophytes dominent. En forêt, en milieu tropical, les phanérophytes forment la majeure partie du cortège floristique et les autres types biologiques sont minoritairement représentés [28], [25]. Singulièrement, les microphanérophytes dominent dans tous les habitats de la zone. Cette dominance des microphanérophytes met en évidence le degré de dégradation avancé, des habitats. La faible proportion des hémicryptophytes, des géophytes et des thérophytes, qui regroupent généralement des espèces herbacées héliophiles, adaptées au milieu ouvert, témoigne donc d'une installation progressive des espèces arborescentes après la mise en défens [29]. La dominance des espèces de la Région Guinéo-Congolais (GC) est une évidence, étant donné que l'espace d'étude est situé dans cette zone phytogéographique [30].

Cinq (5) espèces à savoir *Alchornea cordifolia, Sterculia tragacantha, Ceiba pentandra, Rauvolfia vomitoria* et *Elaeis guineensis,* sont présentes dans tous les habitats de la zone. Il s'agit toutes des espèces pionnières qui colonisent prioritairement des habitats après des activités anthropiques [31]. La richesse floristique de la zone refuge est également caractérisée par un nombre élevé d'espèces à statut particulier selon [14], [32]. L'important nombre d'espèces rares et/ou menacées, montre l'importance de la zone pour la conservation de la flore endémique et menacée de la région. Quant aux espèces endémiques, on y rencontre 2 catégories signalées par [33] à savoir les espèces endémiques à l'Afrique de l'Ouest et les espèces endémiques à la Côte d'ivoire. Pour [34], la présence de ces espèces endémiques témoigne d'un milieu relativement conservé et donc un signe d'une grande biodiversité. Elles donnent également à cet espace, une valeur de conservation assez importante du point de vue de la diversité des espèces [35 et 36]. Les habitats mis en défens dans l'espace du Barrage Hydroélectrique de Soubré constituent donc un refuge d'espèces prioritaires pour la conservation**.** Il est clair qu'une bonne conservation de cette zone serait un atout majeur pour la conservation des espèces rares, endémiques et vulnérables dans une zone qui est devenue depuis le début des années 1990, un point de chute des plantations cacaoyères et représente depuis un moment, la boucle du cacao [37]. Cependant, la présence de 39 % des espèces de bois d'œuvre et donc à valeur commerciale signalées en Côte d'Ivoire [38] ~~(Kouamé, 1998)~~ dans cette zone représente une raison supplémentaire pour l'accroissement de sa surveillance afin d'éviter les exploitations forestières clandestines.

Du point de vue de la structure horizontale, selon [39], la forme de « J inversé » obtenue de la distribution des classes de diamètres montre que les forêts galeries, les jeunes jachères et les plantations (cacao et hévéa) ont un bon potentiel de reconstitution en place.

En considérant les arbres matures (dbh ≥10 cm), la quantité de biomasse aérienne des forêts galeries est plus grande (102, 9 t/ha). Celle des forêts secondaires est de 51,28 t/ ha. Selon [40], la biomasse aérienne végétale du Sud-ouest de la Côte d'Ivoire varie entre 336 et 426 t /ha. De ce fait, les valeurs de biomasse végétale aérienne, obtenues dans les forêts galeries et secondaires dans la zone de conservation du barrage de Soubré, sont inférieures. L'infériorité de la biomasse dans cette zone démontre une fois de plus l'état de dégradation avancé de ladite zone.

5 CONCLUSION

L'étude menée dans la zone de conservation de biodiversité a permis d'évaluer la diversité floristique et l'état de reconstitution des parcelles mises en défens après huit années de protection. Elle a montré que cet espace est riche de 364 espèces reparties en 263 genres et appartiennent à 94 familles. Cette importante richesse est également caractérisée par le nombre élevé d'espèces à statut particulier (65 espèces) dont 27 taxons de la haute guinée, 23 espèces sont inscrites sur la liste rouge de [14], 8 espèces rares selon [31] 27 taxons endémiques du bloc forestier à l'ouest du Togo, comprenant le Ghana, la Côte d'ivoire, le Libéria, la Sierra Léone, la Guinée, la Guinée Bissau, la Gambie et le Sénégal et 7 taxons endémiques à la Côte d'Ivoire. Concernant la structure de la végétation, l'allure des histogrammes en forme de « J inversé » révèlent une bonne régénération de la flore de la zone refuge. Les résultats obtenus quant à la quantité de biomasse montrent que la mise en défens des terres culturales serait une bonne méthode de reconstitution forestière. Elle reste une meilleure méthode de

compensation dans le sens où elle conserve non seulement les espèces existantes dans le milieu mais favorise également le recrutement de nouvelles espèces tout en ayant une conservation plus accrue d'espèces animales et végétales. Par ailleurs d'autres études peuvent être menées pour montrer la dynamique de reconstitution de la zone de conservation de biodiversité.

REFERENCES

[1] FAO et PNUE. La situation des forêts du monde 2020. Forêts, biodiversité et activité humaine. Rome, 2020. [Online] Available: https://doi.org/10.4060/ca8642fr.

[2] Ministère des Eaux et Forêts Magazine d'informations du Ministère des Eaux et Fôrets N°1 / OCTOBRE 2017.

[3] J. P. Lanly. Régression de la forêt dense en Côte-d'Ivoire. Bois et forêts des tropiques 127 (127): 45 - 59, 1969.

[4] Open data Côte d'Ivoire 2020. Evolution de la surface forestière de la Côte d'Ivoire de 1990 à 2020. [Online] Available: https://data.gouv.ci/datasets/surface-forestiere-de-la-cote-divoire-de-1990-a-2020.

[5] REDD+ Côte d'Ivoire. Stratégie nationale REDD+ de la Côte d'Ivoire, 121 p, 2017.

[6] N. B Baatuuwie., N. A., Asare Osei E. M. & Quaye-Ballard J. A.- The restoration of degraded forests in Ghana: a case study in the Offinso forest district. *Agriculture and biology journal of North America* 1: 134-142, 2011.

[7] Ministère des Eaux et Forêts. Stratégie nationale de préservation, de réhabilitation et d'extension des forêts, 52p, 2020.

[8] KOUADIO Y. J.C., KPANGUI K. B., YAO N O, TIÉBRÉ M.S., OUATTARA D. & N'GUESSAN K. E. (2020) Disponibilité des plantes utilitaires dans la zone de conservation de biodiversité du barrage hydroélectrique de Soubré, Sud-Ouest, Côte d'Ivoire *Afrique* SCIENCE *16 (6) (2020) 65 - 74* 65 ISSN 1813-548X, [Online] Available: http://www.afriquescience.net

[9] Vroh B.T.A & Kone Y., 2021 Valeur écologique et produits de cueillette des plantations forestières de la Forêt classée de la Téné Volume 21 numéro 2 [Online] Available: https://journals.openedition.org/vertigo/32783.

[10] Guillaumet J. L. et Adjanohoun E., 1971.- La végétation de la Côte d'Ivoire. *In* Avenard J.M., Eldin E., Girard G., Sircoulon J., Touchebeuf P., Guillaumet J. L., Adjanohoun E. et Perraud A. (eds.) 1971. Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. ORSTOM, Paris, 50: 157-263.

[11] Chatelain, C., Aké Assi, L., Spichiger, R., & Gautier, L. (2011). Cartes de distribution des plantes de Côte d'Ivoire. Boissiera, 64 p.

[12] Aké-Assi, L. 2001. Flore de la Côte d'Ivoire 1, catalogue, systématique, biogéographie et écologie. Genève, Suisse: Conservatoire et Jardin Botanique de Genève; Boisseria 57, 396 p.

[13] Aké-Assi, L. 2002. Flore de la Côte d'Ivoire 2, catalogue, systématique, biogéographie et écologie. Genève, Suisse: Conservatoire et Jardin Botanique de Genève; Boisseria 58, 441 p.

[14] UICN, 2022, IUCN *Red List of Threatened Species,* International Union for Conservation of Nature (IUCN), [Online] Available: www.iucnredlist.org.

[15] Louppe, D. (2000). Le secteur forestier en Côte d'Ivoire et relance de la recherche. Cirad forêt campus international de Baillarguet Montpellier (France), 121p.

[16] Raunkiaer C., 1934.- The life forms of plants and statistical plant geography. London: *Clarenden Press,* 632 p.

[17] Aké-Assi. L., 1984. Flore de la Côte d'Ivoire: étude descriptive et biogéographique avec quelques notes ethnobotaniques. Thèse de Doctorat, Université Nationale d'Abidjan. Côte d'Ivoire 1206 p.

[18] White F., 1986. La végétation de l'Afrique. Mémoire accompagnant la carte de végétation de l'Afrique. UNESCO/ AETFAT/ UNSO ORSTOM UNESCO. 384 p.

[19] Kindt R., Van Damme P. & Simon A.J., 2006. Tree diversity in western Kenya: using profiles to characterise richness and evenness. *Biodivers. Conserv.,* 15, 1253- 1270.

[20] Bioinformatics & Evolutionary Genomics, [Online] Available https://bioinformatics.psb.ugent.be/webtools/Venn/.

[21] Chave J., C. Andalo, S. Brown, M.A. Cairns, J.Q. Chambers, D. Eamus, H. Folster, F. Fromard, N. Higuchi, T. Kira, J.P. Lescure, B.W. Nelson, H. Ogawa, H. Puig, B. Riéra and T. Yamakura. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. Oecologia 145 (1): 87–99.

[22] Kouamé, N. F. Structure de la végétation, flore et régénération des forêts classées de Duekoue et de Scio dans la zone de forêt dense humide de l'Ouest ivoirien. Thèse Doctorat Unique, Université Félix Houphouët-Boigny (Côte d'Ivoire), 282 p, 2016.

[23] Koffi, K. A. D., Adou, Y. C. Y., Vroh, B. T. A., Gnabgo, A., & N'guessan, K. E. (2015). Diversités Floristique et Structurale des Espaces Anciennement Cultivés du Parc National D'Azagny (Sud de la Côte d'Ivoire) European Journal of Scientific Research Vol. 134 No 4, pp.415-427.

[24] Dan, C. (2009). Études écologique, floristique, phytosociologique et ethnobotanique de la forêt marécageuse de Lokoli (Zogbodomey-Bénin). Thèse de Doctorat, Université Libre de Bruxelles, Belgique, 224 p.

[25] Akaffou Tchimou A, Neuba Danho Fursy R, Malan Djah F. (2020). Diversité Floristique Et Valeur De Conservation De La Forêt Classée De N'ganda-N'ganda (Sud-Est De La Cote D'ivoire). *European Scientific Journal, ESJ, 16 (36),* 1. [Online] Available: https://doi.org/10.19044/esj.2020.v16n36p329.

[26] Adou Yao, C. Y. (2007). Inventaire préliminaire de la flore et description de la végétation de la Forêt des Marais Tanoé. Rapport pour RASAP-CI, Abidjan, Côte d'Ivoire: 29 p.

[27] Kouamé, D. (2010). Rôle des animaux frugivores dans la régénération et la conservation des forêts: cas de l'éléphant (Loxodonta africanacyclotis Matschié, 1900) dans le Parc National d'Azagny (Sud-est de la Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Université de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire. 215pp.

[28] Missa K, Ouattara D, Koné M, Bakayoko A. 2015. Étude floristique et diversité de la forêt des Marais Tanoé-Ehy (Sud-Est de la Côte d'Ivoire). *Journal of Animal & Plant Sciences,* 25 (3): 3917-3938.

[29] Bangirinama, F., Bigendako, M. J., Lejoly, J., Noret, N., De Cannière, C., & Bogaert, J. (2010). Les indicateurs de la dynamique post-culturale de la végétation des jachères dans la partie savane de la réserve naturelle forestière de Kigwena (Burundi). Plant Ecology and Evolution 143: 138-147.

[30] Tiokeng, B., Mapongmetsem, P., Nguetsop, V. F., & Tacham, W. N. (2015). Biodiversité floristique et régénération naturelle sur les Hautes Terre de Lebialem (Ouest Cameroun). International Journal of Biological and Chemical Sciences 9 (1): 56 – 68.

[31] Aké-Assi, L. 1998. Impact de l'exploitation forestière et du développement agricole sur la conservation de la biodiversité biologique en Côte d'Ivoire. Le flamboyant, 46, pp 20-22.

[32] Vroh Bi Tra Aimé, N'guessan Kouakou Edouard1 and Adou Yao Constant Yves, 2017. Trees species diversity in perennial crops around Yapo protected forest, Côte d'Ivoire. Journal of Horticulture and Forestry 9 (11), pp. 98-108.

[33] Alonso, L. E., Lauginie, F., & Rondeau, G. (2005). Une évaluation biologique de deux forêts classées du sud-ouest de la Côte d'Ivoire (pp. 91 – 100), Conservation International, Washington D.C, USA.

[34] Adou Yao C. Y., 2005.- Pratiques paysannes et dynamiques de la biodiversité dans la forêt classée de Monogaga (Côte d'Ivoire). Thèse Doctorat, Université MNHN, Paris, France. 233 p.

[35] Jennings, S., R. Nussbaum, J. Judd et T. Evans 2003. The High Conservation Value Forest Toolkit Edition 1, ProForest, 27 p.

[36] Ouattara D, Vroh BTA, Kpangui KB, N'Guessan KÉ. 2013. Diversité végétale et valeur pour la conservation de la réserve botanique d'Agbaou en création, Centre-ouest, Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences,* 20 (1): 3034 - 3047.

[37] VROH B.T.A., ABROU N.E.J., GONE BI Z.B., ADOU YAO C.Y., 2019. Système agroforestier à cacaoyers en Côte d'Ivoire: connaissances existantes et besoins de recherche pour une production durable. Rev. Mar. Sci. Agron. Vét. 7 (1): 99-109.

[38] Kouamé N'. F., 1998.- Influence de l'exploitation forestière sur la végétation et la flore de les forêts classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). Thèse Doctorat 3è Cycle, UFR Biosciences, Université Cocody- Abidjan, Côte d'Ivoire, 227 p.

[39] Wala K., Sinsin B., Guelly K. A., Kokou K. & Akpagana K., 2005. Typologie et structure des parcs agroforestiers dans la Préfecture de Doufelegou (Togo). *Sécheresse,* 16 (3): 209 - 216.

[40] Lewis, S.L., Sonke, ´ B., Sunderland, T., Begne, S.K., Lopez-Gonzalez, G., van der Heijden, G.M.F., Phillips, O.L., Affum-Baffoe, K., Baker, T.R., Banin, L., Bastin, F.J., Beeckman, H., Boeckx, P., Bogaert, J., Cannière, D.C., Chezeaux, E., Clark C.J., Collins, M., Djagbletey, G., Djuikouo, M.N.K., Droissart, V., Doucet J.L., Ewango, C.E.N., Fauset, S., Feldpausch, T.R., Foli, E.G., Gillet, J.F., Hamilton, A.C., Harris, D.J., Hart, T.B., de Relations entre la diversité et la biomasse aérienne 325 Haulleville, T., Hladik, A., Hufkens, K., Huygens, D., Jeanmart, P., Jeffery, K.J., Kearsley, E., Leal, M.E., Lloyd, J., Lovett, J.C., Makana, J.-R., Malhi, Y., Marshall, A.R., Ojo, L., Peh, K.S.-H., Pickavance, G., Poulsen, J.R., Reitsma, J.M., Sheil, D., Simo, M., Steppe, K., Taedoumg, H.E., Talbot, J., Taplin, J.R.D., Taylor, D., Thomas, S.C., Toirambe, B., Verbeeck, H., Vleminckx, J., White, L.J.T., Willcock, S, Woell, H. and Zemagho, L. 2014. Above-ground biomass and structure of 260 African tropical forests. Philosophical Transactions: 1-14.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1452-1461
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Activité anti anémique d'un extrait aqueux de feuilles de *Petroselinum crispum* (Apiaceae)

[Anti-anemic activity of an aqueous extract of leaves of *Petroselinum crispum* (Apiaceae)]

Atto Virginie[1], Adépo Yapo Prosper[2], and Brou Konan André[1]

[1]Laboratory of Biology and Health, Félix Houphouët-Boigny, University, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

[2]Laboratory of Biotechnology, Agriculture and Development of Biological Resources, Félix Houphouët-Boigny University, 22 BP 582 Abidjan Côte d'Ivoire

Copyright © 2023 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 aims to enhance the African pharmacopoeia, for this purpose, we undertook to evaluate the therapeutic efficacy of the aqueous extract of leaves of *Petroselinum crispum* (Apiaceae), a plant used in the treatment of anemia. Qualitative phytochemical tests carried out with this extract have revealed the presence of sterols, polyterpenes, polyphenols, catechic tannins, flavonoids, alkaloids, quinones and saponosides. The study of acute toxicity by gavage in female mice, according to the guidelines of the OECD-423 revealed that the extract is not toxic. Anemia was induced in Wistar rats by oral administration of phenylhydrazine hydrochloride. Gavage of anemic rats with an aqueous extract of leaves of *Petroselinum crispum* (Apiaceae), at 500 or 1000 mg/kg body weight or Ranferon® reference substance corrected the anemia after 14 days. Red blood cell count, hemoglobin, hematocrit, mean corpuscular volume, mean corpuscular hemoglobin content and mean corpuscular hemoglobin concentration impaired by phenylhydrazine were restored. At a dose of 1000 mg/kg, the extract was more effective than Ranferon®. It appears from this study that this extract has anti-anaemic properties in accordance with the effectiveness recognized in traditional medicine. This activity is similar to that of Ranferon® and would be due to the presence of phytochemicals it contains.

KEYWORDS: Petroselinum crispum, phenylhydrazine, Anemia, Antianaemia, haematological parameters.

RESUME: Ce présent travail vise à valoriser la pharmacopée africaine, à cet effet, nous avons entrepris d'évaluer l'efficacité thérapeutique de l'extrait aqueux de feuilles de *Petroselinum crispum* (Apiaceae), une plante utilisée dans le traitement de l'anémie. Les tests phytochimiques qualitatifs réalisés avec cet extrait ont permis de mettre en évidence la présence de stérols, de polyterpènes, de polyphénols, de tanins catéchiques, de flavonoïdes, d'alcaloïdes, de quinones et de saponosides. L'étude de la toxicité aiguë par gavage chez des souris femelles, selon les directives de l'OCDE-423 a révélé que l'extrait n'est pas toxique. L'anémie a été induite chez le rat Wistar par l'administration par voie orale de la phénylhydrazine hydrochloride. Le gavage des rats anémiés par l'extrait aqueux de feuilles de *Petroselinum crispum* (Apiaceae), à 500 ou 1000 mg/kg de PC ou du Ranferon® substance de référence a corrigé l'anémie au bout de 14 jours. Le nombre de globules rouges, les taux d'hémoglobine, d'hématocrite, le volume globulaire moyen, la teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine et la concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine détériorés par la phénylhydrazine ont été restauré. A la dose 1000 mg/kg de PC, l'extrait a été plus efficace que le Ranferon®. Il ressort de cette étude que cet extrait a des propriétés antianémiques en accord avec l'efficacité qui lui est reconnue dans la médecine traditionnelle. Cette activité est semblable à celle du Ranferon® et serait due à la présence de composés phytochimiques qu'il contient.

MOTS-CLEFS: *Petroselinum crispum,* phénylhydrazine, Anemia, Antianémique, paramètres hématologiques.

1 INTRODUCTION

L'anémie est la forme de carence en micronutriments la plus répandue dans le monde. En effet l'OMS rapporte qu'environ 50% des cas d'anémie sont dus à la carence en fer ainsi que les carences en certains vitamines et minéraux (les vitamines B9, B12 et A, le cuivre)

Corresponding Author: Atto Virginie

[1]. 1, 62 milliards d'individus seraient anémiés dans le monde [2]. En Afrique et en Asie, l'anémie serait responsable de 3.7% à 12.8% des décès maternels au cours de la grossesse et de l'accouchement [3].

Malgré l'avènement de la médecine moderne, l'utilisation des plantes à des fins thérapeutiques demeure la principale source de santé primaire [4], [5]. L'OMS estime qu'en Afrique plus de 80% des populations ont recours aux plantes pour les soins de santé [6]. Des études menés dans plusieurs régions de la Côte d'Ivoire ont rapporté que plus 90% de la population ont recours à la médecine traditionnelle pour leurs premiers soins de santé [5]. L'utilisation des plantes thérapeutiques connaît un essor grâce à son accessibilité aussi bien géographique, économique et culturelle [2]. Parmi ces plantes, les extraits des herbes culinaires de la famille des Apiacées. Cette famille comprend des plantes condimentaires et des plantes alimentaires [7]. Ceux-ci sont utilisés comme un complément important du régime alimentaire humain et source alternative dans le traitement de plusieurs pathologies.

Petroselinum crispum (Appiacées) communément appelé persil est l'une de ses herbes culinaires utilisé pour sa saveur dans la cuisine. De plus les feuilles de *Petroselinum crispum* sont utilisées pour le traitement des maladies de la peau, la dysménorrhée, des calculs rénaux, pour atténuer la mauvaise haleine et appliquées sur les blessures [8], [9]. Elles sont également utilisées contre le diabète, hypertension, comme diurétique, anti inflammatoire et contre l'anémie [10], [11], [12]. L'intérêt porté à cette plante est considérable, toutefois très peu d'études scientifiques ont été réalisées. C'est dans ce contexte que s'inscrit le présent travail dont l'objectif général est d'évaluer les effets pharmacologiques d'un extrait aqueux de feuilles de *Petroselinum crispum* (Apiacées) sur l'anémie induite chez le rat Wistar.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MATÉRIEL

2.1.1 MATÉRIEL ANIMAL

Des souris (mâles et femelles) de l'espèce *Mus Musculus* (Muridae) de souche Swiss, pesant entre 18 à 20 g, ont été utilisées pour le test de toxicité. Des rats de l'espèce *Ratus Norvegecus* (Muridae) de souche Wistar albinos de poids corporel compris entre 150 et 300 g ont été utilisés pour les études pharmacologiques sur l'anémie. Ces animaux provenaient de l'animalerie de l'Unité Pédagogique de Recherche Physiologie Animale du Laboratoire de Biologie et Santé. Ceux-ci avaient libre accès à la nourriture et à l'eau. Ils étaient nourris au granulé standard fabriqué par IVOGRAIN. La salle avait reçu un éclairage et l'obscurité d'un cycle de (12/12h) avec une température de 28° ± 3°C. Les protocoles expérimentaux ont été suivis conformément aux protocoles de protection des animaux d'expérimentation du Conseil Européen sur la Législation 2012/707 (EU, 2012) [13].

2.1.2 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Les feuilles de *Petroselinum crispum* ont été récoltées dans la commune d'Adjamé (Abidjan, Côte d'Ivoire). Cette plante a été identifiée au Centre National de Floristique de l'Université Félix Houphouët-Boigny en comparaison avec l'herbier UCJ 019001.

2.2 MÉTHODES

2.2.1 PRÉPARATION DE L'EXTRAIT AQUEUX DE FEUILLES DE PETROSELINUM CRISPUM (APIACEAE)

Cent (100) grammes de feuilles fraîches de *Petroselinum crispum* ont été broyé au mixeur puis porter à ébullition pendant 15min dans 1,5 L d'eau distillée. Le décocté obtenu a été filtré sur du coton hydrophile puis sur du papier filtre Whatman n°2. Le filtrat recueilli a été séché à l'étuve (Thermo SCIENTIFIC VT 6060 M, Finland) à 50°C pendant 48 heures. Après séchage, l'extrait aqueux de feuilles de *Petroselinum crispum* se présentait sous forme de poudre. Il a été utilisé pour les tests de toxicité et les études pharmacologiques sur l'anémie chez les rats.

2.2.2 SCREENING PHYTOCHIMIQUE DE L'EXTRAIT AQUEUX DE FEUILLES DE PETROSELINUM CRISPUM (APIACEAE)

La mise en évidence des métabolites secondaires (alcaloïdes, composés phénoliques, terpenoïdes, stérols, coumarines, flavonoïdes, tanins et saponosides) a consisté en des essais de caractérisation des grands groupes de composés chimiques contenus dans l'extrait aqueux. La détection de ces composés est basée sur le principe qu'ils induisent des réactions chimiques en présence de réactifs appropriés [14]. Ces tests ont été réalisés par les techniques analytiques décrites dans [15], [16].

2.2.3 ÉTUDE TOXICOLOGIQUE

L'expérimentation a été conduite suivant la ligne directrice 423 de l'OCDE (Organisation pour la Coopération et le Développement Economique). Au total, 9 souris (femelles) de poids compris entre 18 et 22 g réparties en 3 lots de 3 souris avaient servi à l'expérience. Les animaux du lot 1 avaient reçu 1 ml d'eau distillée et ceux des deux autres lots (lot 2 et lot 3) 1 ml, respectivement des doses 2000 et 5000 mg/kg de PC de l'extrait aqueux de feuilles de *Petroselinum crispum.* Une attention particulière était accordée pendant les premières 4 heures et quotidiennement pendant 14 jours après l'administration de l'extrait.

2.2.4 ÉTUDE PHARMACOLOGIQUE SUR L'ANÉMIE

2.2.4.1 PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

L'anémie a été induite par l'administration par voie orale de la phénylhydrazine hydrochloride à la dose de 8 mg/Kg de P.C pendant 7 jours [17]. Cette étude a été réalisée sur 24 rats repartis en six (06) lots de quatre (04) rats dont cinq (05) ont été traités par la phénylhydrazine hydrochloride. Ces six (06) lots de rats avaient été gavés pendant 14 jours après l'induction de l'anémie avec un volume de 2ml de chaque substance test comme indiqué ci-dessous:

Lot 1: rats non anémiés qui avaient reçu uniquement de l'eau distillée.

Lot 2: rats anémiés qui avaient reçu uniquement de l'eau distillée.

Lot 3: rats anémiés traités avec le Ranferon (substance antianémique de référence) à la dose de 5 mg/Kg de PC

Lots 4; 5 et 6: rats anémiés traités avec respectivement les doses 100; 500 et 1000 mg/Kg de P.C. de l'extrait aqueux de feuilles fraîches de *Petroselinum crispum*.

2.2.4.2 PRÉLÈVEMENT SANGUIN ET DOSAGE DES PARAMÈTRES HÉMATOLOGIES

Les prélèvements sanguins ont été réalisés par ponction veineuse au niveau du sinus rétro-orbital après anesthésie des rats avec une solution d'éther. Environ 2 ml de sang ont été prélevés dans des tubes contenant un anticoagulant l'éthyldiamine tetraacétique (EDTA), avant l'administration de la phénylhydrazine hydrochloride, puis aux jours J0 (à la fin de l'induction et début du gavage), J7 et J14 (après l'administration des substances tests). Les paramètres hématologiques ont été dosés à l'aide d'un compteur des cellules sanguines (URIT 3000 PLUS).

3 ANALYSE STATISTIQUE

La différence statistique entre les résultats a été réalisée grâce à l'analyse des variances (ANOVA) suivie du test de comparaison multiple de Turkey-Kramer, avec un seuil de signification $P<0,05$. Toutes les valeurs sont présentées sous la forme moyenne ± ESM (Erreur Standard sur la moyenne). Le logiciel Graph Pad Prism 8.4 (San Diégo, Californie, USA) a été utilisé pour l'analyse des données.

4 RESULTATS

4.1 ETUDE PHYTOCHIMIQUE DE L'EXTRAIT AQUEUX DE FEUILLES DE PETROSELINUM CRISPUM

Ce test a révélé la présence de plusieurs composés chimiques notamment les stérols, les polyterpènes, les polyphénols, les tanins catéchiques, les flavonoïdes, les alcaloïdes, les quinones et les saponosides. Par contre, il a été noté l'absence de tanins galliques dans l'EAPc (Tableau 1).

Tableau 1. Résultats du tri phytochimique de l'extrait aqueux de feuilles de Petroselinum crispum

Composés recherchés		*Test ou réactifs*	Résultat
Stérols et polyterpènes		*Liebermann*	+
Polyphénols		*Chlorure ferrique*	+
Flavonoïdes		*Cyanidine*	+
Saponosides		*Agitation vigoureuse*	+
Composés quinoniques		*Borntraeger*	+
Alcaloïdes		*Dragendorff*	+
		Bouchardat	+
Tanins	Catechiques	*Stiasny*	+
	Galliques	*Acide chlorhydrique*	-

***(+):** Présence du composé **(–):** Absence du composé*

4.2 Etude De La Toxicité Aigue De L'extrait Aqueux De Feuilles De Petroselinum Crispum

Le gavage de l'EAPc à une dose de 2000 mg/kg de poids corporel n'avait pas modifié leur comportement des souris. Cependant, la dose maximale de 5000 mg/kg de pc avait entraîné une diminution de la motricité, des regroupements dans les coins de la cage. Au cours de la période d'observation de 14 jours, ni les doses 2000 et 5000 mg/kg de pc n'avaient causé de mort de souris. La dose létale 50% (DL50) est supérieure à 5000 mg/kg de pc.

4.3 Effet De La Phenylhydrazine Hydrochloride Sur Les Paramètres Hématologiques

Les valeurs moyennes des paramètres hématologiques à savoir le nombre de globules rouges (GR), des taux d'hémoglobine (Hb), d'hématocrite (Ht), du volume globulaire moyen (VGM**),** de la teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine (TCMH**)** et de la concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine (CCMH**)** des rats avant l'administration de la phénylhydrazine hydrochloride (PHZ) ont été respectivement de 6,90 ±0,32x 10^{12}/l; 14,7 ±3,46g/l; 45,9 ±3,46 %; 63,64 ±2,78 fl; 21,3±1,04 pg et 32,1±1,21 g/dl. L'administration pendant 7 jours de la phénylhydrazine à la dose 8 mg /Kg/Jour de PC a provoqué une diminution significative ($p < 0.05$) du nombre de GR, des taux Hb, d'hématocrite et de la CCMH chez l'ensemble des rats par rapport à ceux n'ayant pas reçu la phénylhydrazine. Cette diminution correspond à une baisse de 41,74 %; 29,93 %; 24,84 % et 7,16 % respectivement pour le nombre de GR, la concentration en Hb, le taux d'hématocrite et la CCMH. Par contre, il a été observé une augmentation significative ($p< 0,05$) du VGM et de la TCMH correspondant respectivement à 39,38 % et 25,82 % (Tableau 2).

Tableau 2. Effets de la phénylhydrazine hydrochloride sur quelques paramètres hématologiques de diagnostic de l'anémie

	Avant PHZ		Après PHZ		PV	
	RN	RT	RN	RT	RN	RT
GR 10^{12}/L	7,11 ± 0,34	6,9±0,32	7,0±0,30	4,02±0,25	-1,55%	-41,74%
Hb g/dL	13,6 ± 0,5	14,7±3,46	13,8±0,51	10,3±0,40	+1,47%	-29,93%
Ht %	39,8 ± 2,1	45,9±3,46	40,3±1,58	34,5±1,48	+1, 26%	-24,84%
VGM fL	56,1 ± 1,3	63,6±2,78	59,9±1,34	88,7±1,92	+6,96%	+39,38%
TCMH pg	19,2 ± 0,2	21,3±1,04	19,1±0,25	26,8±0,56	-0,52%	+25,82%
CCMH g/dL	34,3 ± 0,6	32,1±1,21	34,1±0,25	29,8±0,86	-0,58%	-7,16%

4.4 Effet De L'extrait Aqueux De Feuilles De Petroselinum Crispum Sur Les Paramètres Hématologiques

4.4.1 Effet De L'extrait Aqueux De Feuilles De Petroselinum Crispum (Eapc) Sur Le Nombre De Globules Rouges

Au jour 0, le nombre de globules rouges (GR) des rats anémiés était de 3,8 ± 0,30x10^{12}/L, avec une différence hautement significative ($p < 0,001$) par rapport à celui du lot témoin non anémié (6,82 x 10^{12}/L) dont les paramètres hématologiques dosés n'avaient pas significativement varié ($p > 0,05$) pendant les 14 jours d'expérimentation.

L'administration par gavage de l'EAPc et du Ranferon® avait entraîné une augmentation du nombre de globules rouges des lots traités au 7ème Jour. En effet, le nombre de GR était passé de 3,8 ± 0,30x10^{12}/L à 5,44 x 10^{12}/L; 6 x 10^{12}/L et 5,77 x 10^{12}/L respectivement pour

les lots traités avec les doses de 100, 500 et 1000 mg /Kg P.C de EAPc. Les valeurs des lots traités avec 100 et 1000 mg /Kg P.C de EAPc avaient présenté une différence très significative ($p < 0.01$) et celles du lot traité avec 500 mg /Kg P.C de EAPc ainsi que celles des rats traités avec le Ranferon® ($6,01 \times 10^{12}$/L) avaient présenté une différence significative ($p < 0,05$) comparativement au lot témoin non anémié. Au jour 14, une augmentation dose-dépendante du nombre de globules rouges avait été observée dans tous les lots traités avec EAPc. Ces valeurs tout comme celle obtenue chez les rats traités avec le Ranferon avaient présenté une différence non significative ($p > 0,05$) comparativement au lot témoin non anémié. Pour les rats anémiés non traités, le nombre de GR avait également augmenté mais avec une différence significative (Figure 1).

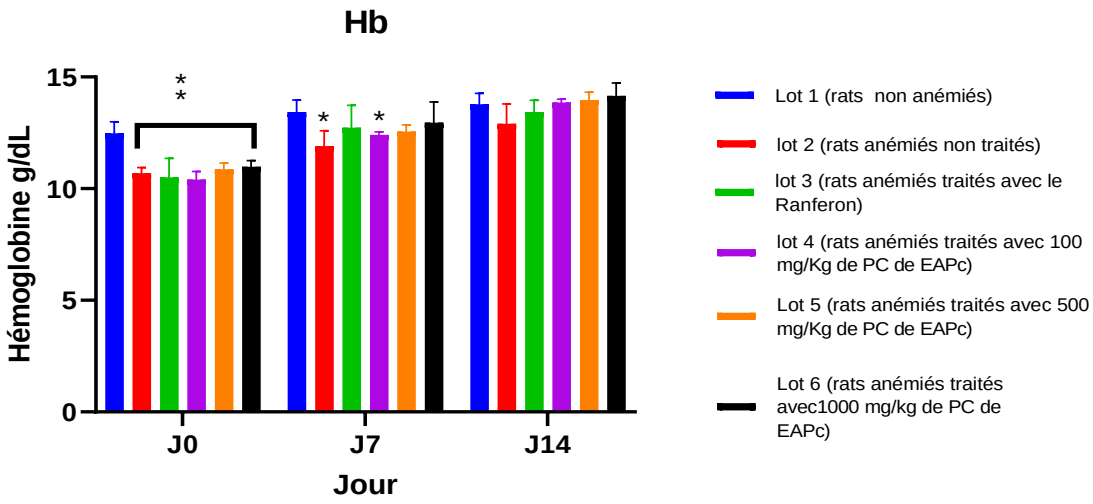


Fig. 1. Effet de l'extrait aqueux de feuilles de Petroselinum crispum (EAPc) sur la concentration en hémoglobine

*Les valeurs exprimées représentent la moyenne de la concentration en hémoglobine (Hb); avec n=4 dans chaque groupe.*P<0,05; **P<0,01. L'EAPc entraine une augmentation de la concentration en hémoglobine jusqu'à sa normalisation au bout de 7 jours pour les doses de 500 et 1000 mg / Kg de PC.*

4.4.2 EFFET DE L'EXTRAIT AQUEUX DE FEUILLES DE PETROSELINUM CRISPUM (EAPC) SUR LA CONCENTRATION EN D'HÉMOGLOBINE

Au jour 0, le taux d'hémoglobine (Hb) des rats anémiés avait été de 10,3 g/dL ± 0,56 g/dl, avec une différence très significative ($p < 0,01$) par rapport à celui du lot témoin non anémié (12,48 g/dL ± 0,5 g/dl).

Au jour 7, une augmentation de la concentration de Hb qui avait atteint la valeur normale avait été observée chez les rats traités avec Ranferon® et chez ceux ayant reçu l'EAPc par gavage. En effet la valeur de Hb chez les rats ayant reçu le Ranferon® et les doses 500 ou 1000 mg/kg de pc était passée respectivement à l'ordre de 12,73 g/dL; 12,55g /dL; 12,96 g/dL avec une différence non significative ($p > 0,05$) en comparaison avec le groupe témoin non anémié (13,43 g /dL). Quant aux groupes de rats anémiés non traités (11,90 g/dL) une différence significative avait été observée ($p < 0,05$). De plus au jour 14, une augmentation dose-dépendante non significative ($p > 0,05$) de ce taux avait été observée dans tous les groupes (Figure 2).

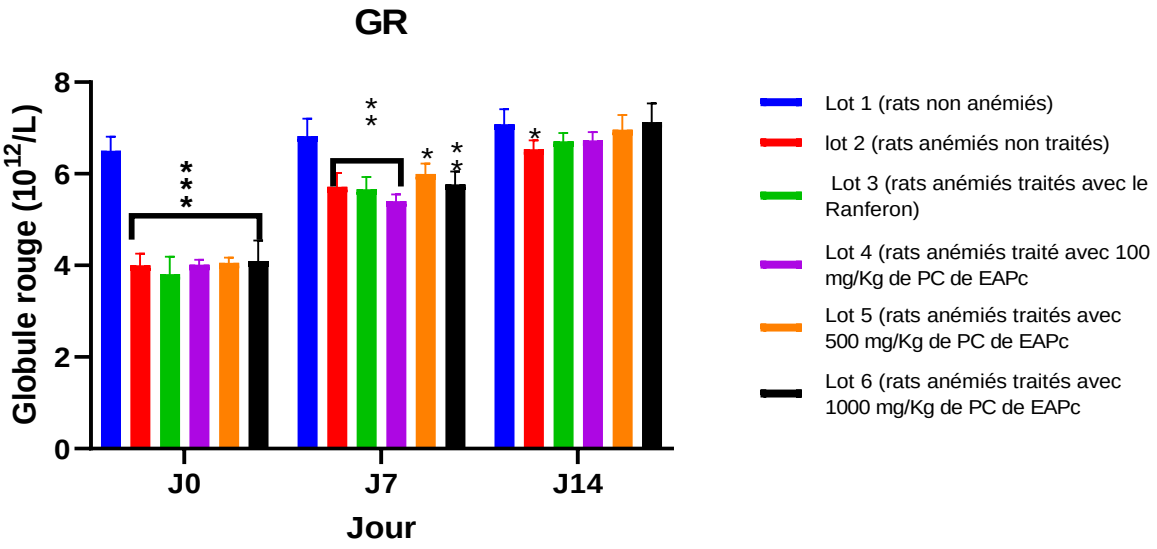


Fig. 2. Effet de l'extrait aqueux de feuilles de Petroselinum crispum (EAPc) sur le nombre de globules rouges

*Les valeurs exprimées représentent la moyenne du nombre de globules rouges (GR); avec n=4 dans chaque groupe.*P<0,05; **P<0,01; **** P < 0,0001 par rapport aux rats témoins non anémiés. L'EAPc entraine une augmentation dose dépendante du nombre de globules rouges jusqu'à sa normalisation au bout de 14 jours de traitement.*

4.4.3 Effet De L'extrait Aqueux De Feuilles De Petroselinum Crispum (Eapc) Sur Le Taux D'hématocrite

Au jour 0 le taux d'hématocrite pour les groupes de rats anémiés de l'ordre de 34,5 ± 0,88 %, avait présenté une différence très significative ($p < 0.01$) par rapport à celui du lot non anémié (40,75± 0,21 %).

L'administration par gavage de l'EAPc avait entraîné une augmentation du taux d'hématocrite dans tous les lots comparativement au lot témoin non anémié au 7ème jour. Les valeurs obtenues ce jour pour ces différents lots n'avaient pas présenté de différence significative ($p > 0,05$) en comparaison avec le lot témoin non anémié (38,78± 0,38 %). Au jour 14 seul le groupe des rats traités avec la dose 1000 mg/kg de pc de l'EAPc avait leur taux significativement différente ($p < 0,05$) par rapport au lot témoin non anémié (Figure 3).

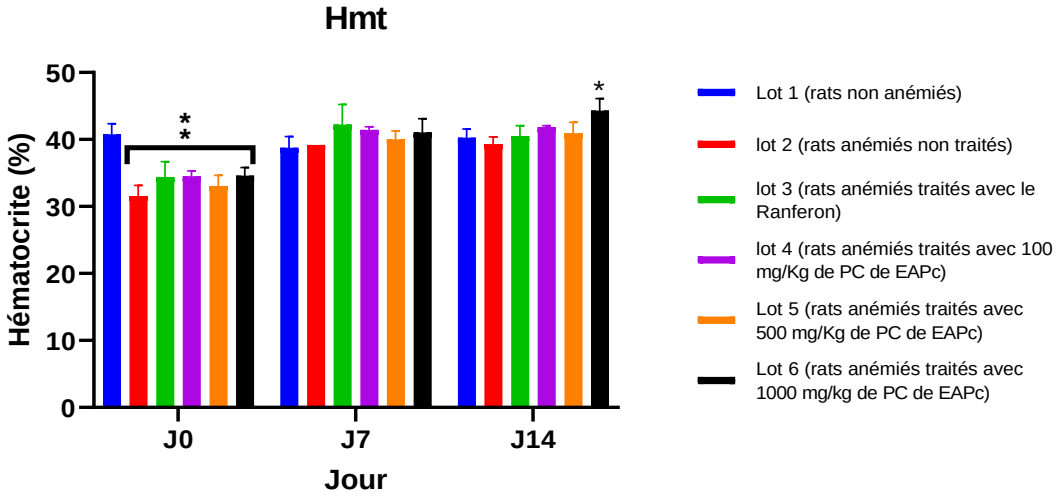


Fig. 3. Effet de l'extrait aqueux de feuilles de Petroselinum crispum (EAPc) sur le taux d'hématocrite

*Les valeurs exprimées représentent la moyenne du taux d'hématocrite (Hmt); avec n=4 dans chaque groupe.*P<0,05; **P<0,01 par rapport aux rats témoins non anémiés. L'EAPc entraine une augmentation du taux d'hématocrite jusqu'à sa normalisation au 7ème jour. La dose de 1000 mg/kg de pc l'EAPc induit une augmentation plus efficace.*

4.4.4 Effet De L'extrait Aqueux De Feuilles De Petroselinum Crispum (Eapc) Sur La Concentration Corpusculaire Moyenne En Hémoglobine

Au jour 0, la concentration corpusculaire moyenne en hémoglobine (CCMH**)** des rats anémiés était de 29 ± 0,60 g/dl, avec une différence très significative ($p < 0,01$) par rapport à celle du lot témoin non anémié (34,1 ± 0,8 g/dl).

Au jour 7, une augmentation de la CCMH avait été observée chez les rats ayant reçu l'EAPc par gavage. En effet cette valeur chez les groupes de rats traités avec les doses de 500, 1000 mg/kg de pc de l'extrait était passée respectivement de 29 ± 0,60 g/dl à 32,41± 0,34 g/dL et 31,53 ± 0,50 g /dL. Ces valeurs avaient présenté une différence statistiquement non significative en comparaison avec le groupe témoin non anémié (34,03± 0,58 g/dL) traduisant un retour à la valeur normale à partir de 7ème jour pour les doses de 500 et 100 mg/kg de P.C. Cependant pour les groupes de rats traité avec l'EAPc à la dose de100 mg/kg ainsi que ceux des rats traités avec le Ranferon (30,27 ± 0,31 g/dL) et ceux anémiés non traités (29,85 ± 0,19 g/dL), cette différence était significative ($p < 0,05$). Au jour 14 les valeurs de la CCMH avaient augmenté jusqu'à la valeur normale dans tous les groupes (Figure 4).

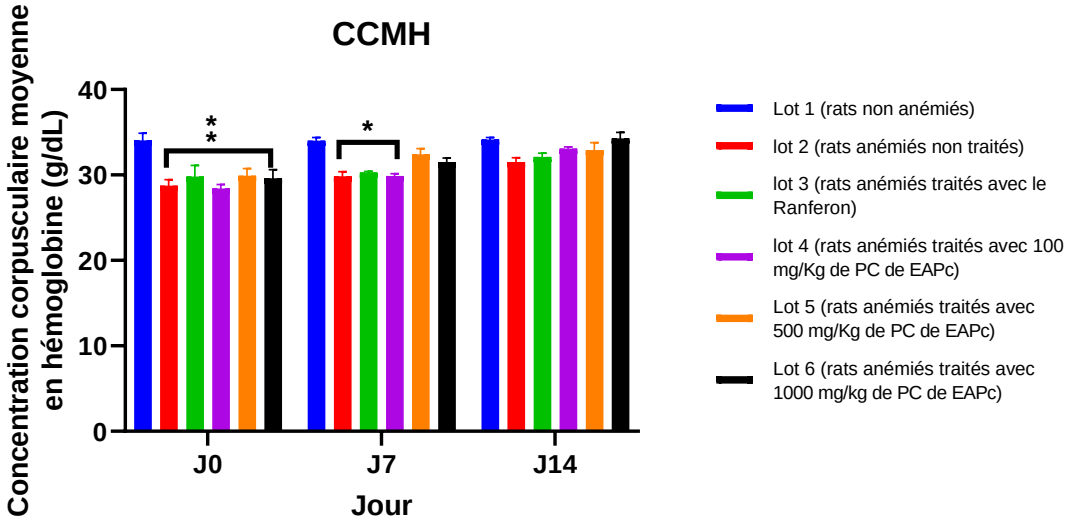


Fig. 4. Effet de l'extrait aqueux de feuilles de Petroselinum crispum (EAPc) sur la Concentration Corpusculaire Moyenne en Hémoglobine

*Les valeurs exprimées représentent la moyenne de la concentration corpusculaire en hémoglobine; avec n=4 dans chaque groupe. *P<0,05; **P<0,01 par rapport aux rats témoins non anémiés. L'EAPc entraine une augmentation de la CCMH jusqu'à sa normalisation au 7 jour pour les doses de 500 et 1000 mg/Kg de P.C.*

4.4.5 Effet De L'extrait Aqueux De Feuilles De Petroselinum Crispum (Eapc) Sur Le Volume Globulaire Moyen

Au jour 0, le volume globulaire moyen (VGM) des rats anémiés était de 88,7 ± 4,1 fl, avec une différence hautement significative ($p < 0,0001$) par rapport à celui du lot témoin non anémié (59,9± 2,1 fl).

L'administration par gavage de EAPc avait entraîné une diminution dose-dépendante du VGM des lots traités comparativement au lot témoin non anémiés au 7ème jour. En effet, le VGM était passé de 88,7 ± 4,1 fl, à 76,57 ± 1,32 fl, 72,58 ±2,44, fl et 70,90 ±0,67 fl respectivement pour les lots traités avec les doses de 100; 500 et 1000 mg /Kg P.C de EAPc. Pour les rats traités avec le Ranferon et ceux anémiés non traités, le VGM a également diminué avec une différence hautement significative ($p < 0,001$) comparativement au lot témoin non anémié. Au jour 14, une diminution non significative ($P > 0,05$) du VGM par rapport à celui du lot témoin non anémié a été observée avec les doses 500 et 1000 mg/kg pc de l'EAPc. À ces doses un retour à la concentration normale de VGM (59,9± 2,1 fl) a été observé. Par contre une différence significative ($p < 0,05$) a été observée chez les groupes de rats traités avec le Ranferon (66,43 ±0,23 À fl) et ceux des rats anémiés non traités (68,68 ± 0,05 fl). Chez ces derniers le VGM n'était pas totalement restauré après 14 jours de traitement (Figure 5).

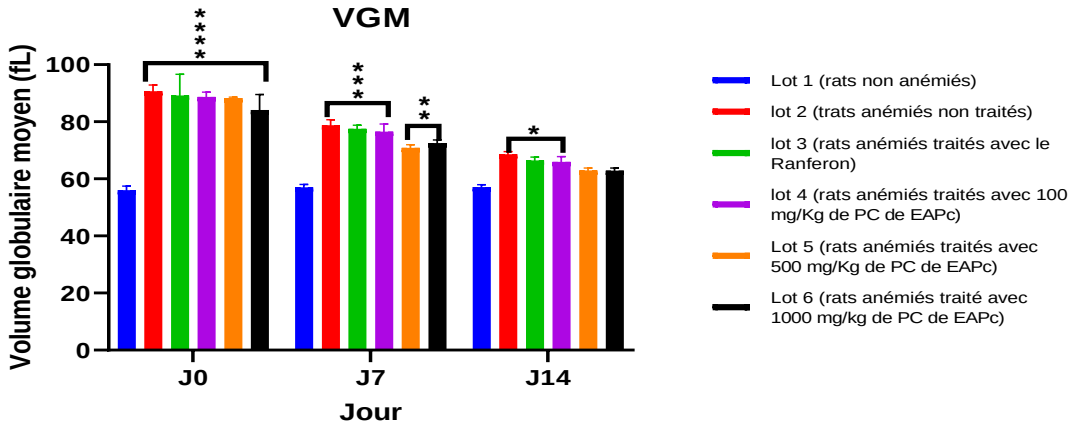


Fig. 5. Effet de l'extrait aqueux de Petroselinum crispum (EAPc) sur le volume globulaire moyen

*Les valeurs exprimées représentent la moyenne du VGM; avec n=4 dans chaque groupe.*P<0,05; **P<0,01; *** P < 0,001; **** P < 0,0001 par rapport aux rats témoins non anémiés. L'EAPc entraine une diminution plus prononcée du VGM.*

4.4.6 Effet De L'extrait Aqueux De Feuilles De Petroselinum Crispum Sur La Teneur Corpusculaire Moyenne En Hémoglobine

J0, la teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine (TCMH) des rats anémiés, était de 23,3 ± 1,26 pg, avec une différence hautement significative (p < 0,0001) en comparaison au lot témoin non anémié (19,1pg). Au Jour 7 comparativement à la valeur du lot témoin non anémié, une diminution significative de la TCMH a été observée suite à l'administration par gavage de l'EAPc aux doses de 500 (22,37pg) et 1000 (22,08pg) mg/Kg pc. Par contre chez les rats traités avec Ranferon® (23,70pg) et ceux anémiés non traités (22,58 pg), la différence était très significative (p < 0,01). L'EAPc à ces doses avait entrainé une diminution de la TCMH jusqu'à sa normalisation au 14ème jour. Par contre chez le groupe traité avec le Ranferon® et chez celui non traité la TCMH avait significativement (p < 0,05) diminué sans atteindre la valeur normale (Figure 6).

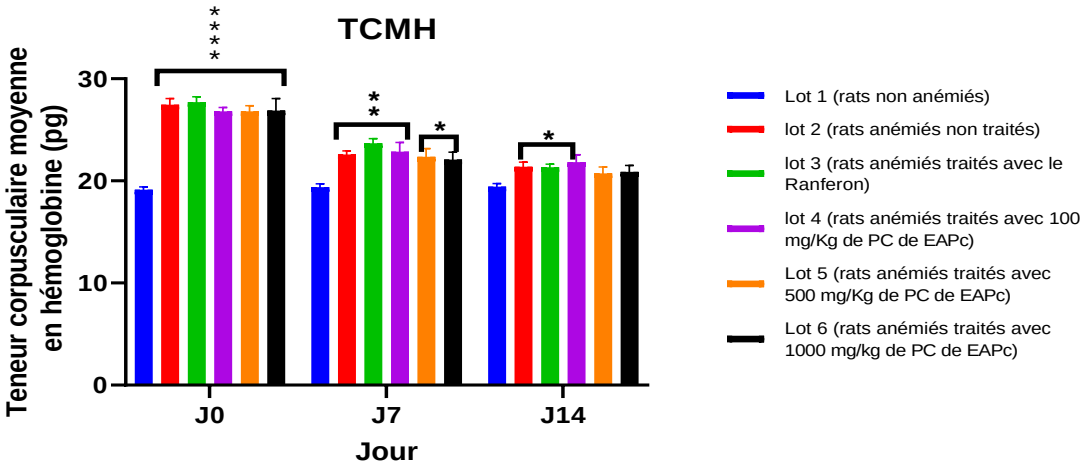


Fig. 6. Effet de l'extrait aqueux de feuilles de Petroselinum crispum (EAPc) sur la Teneur Corpusculaire moyenne en hémoglobine

*Les valeurs exprimées représentent la moyenne de la teneur corpusculaire moyenne en hémoglobine; avec n=4 dans chaque groupe.*P<0,05; **P<0,01; **** P < 0,0001. L'EAPc induit les diminutions les plus significatives de la TCMH.*

5 Discussion

Les tests phytochimiques qualitatifs réalisés avec l'extrait aqueux de feuilles de *Petroselinum crispum* (Apiacées) (EAPc) ont permis de mettre en évidence la présence de stérols, de polyterpènes, de polyphénols, de tanins catéchiques, de flavonoïdes, d'alcaloïdes, de

quinones et de saponosides. Par contre, il a été noté l'absence de tanins galliques dans cet extrait. Une étude effectuée sur l'extrait hydroalcoolique de feuilles de *Petroselinum crispum,* a révélé les mêmes composés observés dans l'EAPc, à l'exception des stérols et polyterpènes [18].

L'étude de la toxicité aigüe de l'extrait aqueux de feuilles de *Petroselinum crispum* chez les souris femelles a permis de donner une estimation, selon les directives et recommandations de l'OCDE 423 [19] de la dose létale 50% (DL 50). Les résultats ont montré que l'administration de EAPc aux doses de 2000 puis 5000 mg/Kg de pc n'avait entrainé aucun signe de toxicité ou de comportement anormal et aucune mort d'animaux en 24 heures et pendant 14 jours d'observation. Cette absence de toxicité a été aussi observée avec d'autres plantes de la pharmacopée traditionnelle africaine telles que les feuilles de *Moringa oleifera* (Moringaceae), de *Mitragyna inennis* (rubiaceae) par cette même voie sur les souris [20], [21].

L'étude des effets anti anémiques de l'extrait aqueux de feuilles de *Petroselinum crispum* sur les paramètres hématologiques chez les rats *Wistar* a montré que, avant l'administration de la phénylhydrazine (PHZ), les valeurs des paramètres hématologiques chez les rats Wistar étaient pour le nombre de globules rouges, les taux d' hémoglobine, d'hématocrite, le VGM, la TCMH et la CCMH dans les limites des valeurs de références décrites par [22]. La phénylhydrazine (PHZ) a été reconnu comme ayant la capacité d'induire une anémie hémolytique chez les rats lorsqu'elle est administrée par voie parentérale et orale en diminuant les concentrations des paramètres sanguins tels que l'hémoglobine (Hb), globules rouges (GR) et d'hématocrite [17]. Ainsi dans notre expérimentation l'administration de la PHZ *per os* a provoquée d'une part une diminution significative de la concentration en Hb, du nombre de GR, du taux d'hématocrite et de la CCMH. Et d'autre part une augmentation significative du VGM et de la TCMH par rapports aux témoins non anémiques Ces résultats confirment l'induction d'une anémie hémolytique chez les rats. Nos résultats sont proches de ceux de [23], [24]. Le traitement des rats anémiques avec l'EAPc a entraîné une augmentation significative ($p < 0,05$) des valeurs moyennes de GR, d'hémoglobine et d'hématocrite en vu d'un retour aux valeurs normales. L'effet de l'EAPc est comparable à celui du Ranferon, un médicament anti-anémique utilisé tout au long du traitement. Un tel résultat a été obtenu avec les extraits aqueux de *Allium eriophyllum* Boiss, de fruit de *Solanum torvum* et l'extrait éthanolique de *Justicia carnea* Vahl respectivement par [25], [26], [27]. Selon les études de [28], la plante de *Petroselinum crispum* est riche en Fer, en vitamine B9 et C; ce qui justifierait le retour à la normale de ces paramètres par conséquent la correction de l'anémie. Le fer est en effet, un constituant essentiel de l'hémoglobine, il entre dans la constitution de l'hème et participe à l'érytropoièse [29].

L'augmentation du VGM et de la TCMH, après l'administration de PHZ ainsi que la diminution de la CCMH, reflète une libération de globules rouges moins saturés en hémoglobine (hypochromie) et indique une anémie macrocytaire [30]. Ces différentes variations ont été corrigées dans les groupes de rats anémiques traités avec l'EAPc et Ranferon. Ces résultats corroborent ceux obtenus par [31] au Nigeria qui ont utilisé un extrait aqueux de feuilles de *Sorghum bicolor.*

L'Effet de EAPc sur l'anémie induite par PHZ pourrait être dû aux constituants phytochimiques contenus dans cet extrait et à la présence de minéraux et de vitamines. Ces constituants (saponines, flavonoïdes et alcaloïdes) sont des facteurs hématopoïétiques bien connus qui ont une influence directe sur la production de sang dans la moelle osseuse [32]. De même les flavonoïdes se sont révélés capables de stimuler directement l'hématopoïèse et probablement via l'érythropoïétine [33].

6 CONCLUSION

L'extrait aqueux de feuilles de *Petroselinum crispim* (EAPc) a été révélé non toxique par voie orale. Cette voie d'administration est donc préconisée pour l'usage pharmacologique de cet extrait. Les effets de l'EAPc sur l'anémie induite seraient liés à la composition vitaminique, minérale et chimique que posséderaient les feuilles de *Petroselinum crispum*. Cette plante a donc une activité antianémique en accord avec l'efficacité qui lui est reconnue dans la médecine traditionnelle. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour isoler et identifier les molécules responsables de ces effets.

REFERENCES

[1] OMS, Suppléments alimentaires pour la prise en charge de la malnutrition aiguë modérée chez les nourrissons et les enfants âgés de 6 à 59 mois. Note technique, p 19, 2012.
[2] OMS/UNICEF, Rapport Mondial sur le paludisme Génève-New York, Mai 2005, p 120, 2005.
[3] K. S. Khan, D. Wojdyla, L. Say, A. M. Gulmezoglu, and P. F. Van Look, WHO analysis of causes of maternal death: a systematic review, *Lancet,* vol. 367, no 9516, pp. 1066-1074, 2006.
[4] E. A. Khalil., F. U. Afifi, and M. Al-Hussaini, Evaluation of the wound healing effect of some Jordanian traditional medicinal plants formulated in Pluronic F127 using mice (Mus musculus), *Journal of Ethnopharmacology,* vol. 109, pp. 104-112, 2007.
[5] P. Manda, O. Manda, M. O. Vangah-Manda., E. Kroa, and S. D. Dano, Étude des toxicités aigue et subaiguë du remède nature utilisé dans le traitement du paludisme, *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologie,* vol. 29, pp. 145-158, 2017.
[6] OMS, Stratégie de l'OMS pour la médecine traditionnelle pour 2002- 2005. WHO/EDM/TRM, p 65, 2002.

[7] O. Naouel, Etude chimique et biologique des huiles de coriandre, fenouil et de persil. Thèse pour obtenir le grade de docteur en chimie organique. Université d'Oran 1 Maroc, 239 p, 2015.

[8] G. Katzer and J. Fansa, Das Gewürzhandbuch Göttingen, Verlag Die Werkstatt *Ed. Dia,* Berlin, 359 p, 2007.

[9] A. A. J. J. Aljanaby, Antibacterial activity of an aqueous extract *of Petroselinum crispum* leaves against pathogenic bacteria isolated from patients with burns infections in Al-najaf Governorate, *Iraq Reserch Chemestry. Intermedicine,* vol.39, no 8, pp. 3709-3714, 2013.

[10] R. Tossou, J. O. Gbenou, P. Dansou, M. Fossou, and M. Moudachiro, Etude des propriétés antianémiques de *Justicia secundo* (Acanthaceae) chez des rats de souche *Wistar*. *Revue Africaine et Malgache de Recherche Scientifique - Série A,* vol. 6, pp. 26-29, 2008.

[11] G. Benítez, M. R. González-Tejero, and J. Molero-Mesa, Pharmaceutical ethnobotany in the western part of Granada province (southern Spain): ethnopharmacological synthesis. *Journal of Ethnopharmacology,* vol.129, no 1, pp. 87-105, 2010.

[12] K. Savikin, G. Zduric, N. Merkovic, J. Zivkovic, N. Cujic, M.Terescenko, and D. Bigovic, Ethnobatonical Study on traditional use of medicinal plants in south-west Serbia, Zlatibor district, *Journal of Ethnopharmacology,* vol. 146, no 3, pp. 803-810, 2013.

[13] EU. Commission implementing decision of 14 november 2012 establishing a common format the submission of the information pursuant to Directive 2010/63/EU of the Europeen parliament and the council on the protection of animals used for scientific purposes (notified under document C (2012) 8064) text with EEA relevance. Special Education Croatian, vol.15, no 28, pp. 163-180, 2012. http://data.europa.eu/eli/dec_impl/2012/707/oj.

[14] H. Wagner and S. Bladt, Plant drug analysis. A thin layer chromatography atlas. Springer, 2001.

[15] G. V. Lazureski, I. V. Terenteva, and A. A. Chamchurin, Praticheskii raboti po khimii soedinienii, Vischaya Chkola, (Moscou, Russie), 334 p, 2007.

[16] K. J. C. Abo, De la plante à la molécule: toxicité, effets pharmacologiques et mécanisme d'action de *Justicia secunda* (Acanthaceae), plante antihypertensive, sur le système cardiovasculaire de mammifères. Thèse de doctorat d'état ès Sciences Naturelles, Université Félix Houphouët-Boigny (Abidjan, Côte d'Ivoire), n° 752/2013, 351 p, 2013.

[17] M. L. Benomar, Combinaison adaptative des informations texture et couleur pour la segmentation d'images médicales. Thèse pour obtenir le grade de docteur en informatique. Université ABOU-BEKR-TLEMCEN Algérie. 168 p, 2018.

[18] T. A. Akhtar, Y. Matsuba, I. Schauvinhold, G. yu, H. A. Lees, S. E. Klein, and E. Pichersky, The tomato cis-prenyl transferase gene family, *The plant journal,* vol. 73, pp. 640-652, 2013.

[19] OCDE, Test guideline 423: OECD guideline for chemicals. Available [http:/www.oecd.org/document/htm], 2001.

[20] I. J. Asiedu-Gyekye, S. Frimpong-Manso, C. Awortwe, D.A. Antwi, and A. K. Nyarko, Micro- and macro elemental composition and safety evaluation of the nutraceutical *Moringa oleifera* leaves, *Journal Toxicology,* pp.786-979, 2014.

[21] J-B. N. Oussou, I. J. Asiedu-Gyekye, A. F. Yapo, B. B. N'guessan, P. Amoateng, K. L. Kouakou, I. K. Asante and E. E. Ehile, In-vitro scavenging activity and acute toxicity study of methanol leaves extract and fraction of *Lophira lanceolata* Tiegh.Ex Keay (Ochnaceae) in rats, *International Journal of Phytomedicine,* vol. 8, pp. 411-421, 2016.

[22] F. Descat, Hématologie du rat: hémogramme et myélogramme. Thèse pour l'obtention du grade de Docteur médecine vétérinaire. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. Toulouse, France, 91p, 2002.

[23] P. A. Aka, C. E Okolo, T. C. Okoye, and N. V. Offiah, Aqueous extract and methanol fractions of leaves of *Brillantaisia* nitens *Lindau* reverses phenylhydrazine - induced anemia in rats, *Journal of Medicinal Plants Research,* vol. 4, no 3, pp. 271-277, 2010.

[24] S. P. G. Sédagbandé, J. S. Irié-Bi, S. A. Azonbakin, and K. J. C. Abo, Potentiel antianémique et effets pharmacologiques d'un extrait aqueux de *Sorghum bicolor* (Poaceae) sur l'hématopoïèse chez des rats anémiés, *Journal of Chemical, Biological and physical Sciences,* vol. 11, no 2, pp. 354-363, 2021.

[25] M. M. Zangeneh, A. Zangeneh, S. Salmani, R. Jamshidpour, and F. Kosari, Protection of phenylhydrazine-inducedhematotoxicity by aqueous extract of Ocimum basilicum in Wistar male rats, *Comparative Clinical Pathology,* vol. 28, no 2, pp. 331-338, 2019.

[26] P. O. Igbinaduwa, K. M. Kabari, and T. C. Chikwue, Phytochemical and Anti-Anaemic properties of Ethanol Leaf extract of Justicia carneaVahl (Acantheceae), *Nigerian Journal of Pharmaceutical and Applied Science Research,* vol. 8, no 2, pp. 55-61, 2019.

[27] B. N. Gnangoran, Y. S. Coulibaly, K. F. N'dia, and A. P. Yapo, Influence of an aqueous fruit extract of solanum torvum swartz on phenylhydrazine induced hemolytic anemia in wistar rats, *pharmacology online,* vol. 1, pp. 195-205, 2020.

[28] S. Sarwar, M. A. Ayyub, M. Rezgui, S. Nisar, and M. I. Jilani, Parsley: A review of habitat, phytochemistry, ethnopharmacology and biological activities, *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences,* vol. 9, pp 49-55, 2016.

[29] HAS, Choix des examens métabolisme du fer en cas de suspicion de carence en fer. Haute Autorité Santé, mars, 2011, pp. 57-61, 2011.

[30] J. Rossant-Lumbrosso and L. Rossant, Les anémies, Société française d'hématologie, Orientation diagnostique devant une anémie, American Heart Journal, vol.108, no1984, pp.188-193, 2017.

[31] O. O. Ogwumike, Hemopoietic effect of aqueous extract of the leaf heath of Sorghum bicolor in albinos rats, *African Journal of Biomedical Research,* vol. 5, pp. 69-71, 2002.

[32] K. Sembulingam and P. Sembulingam, Essentials of medical physiology. 5th édition, Jaypee Brothers Medical Limited, India, 2010.

[33] L. Zhang, A. G.W. Gong, RiazKashif, and K. W. K Tsim, Protective effect of flavonoids agains treactive oxygen species production in sickle cell anemia patients treated with hydroxyurea, *FEBS Journal,* vol. 7, no 3, pp. 318-323, 2017.

International Journal of Innovation and Applied Studies
ISSN 2028-9324 Vol. 39 No. 3 May. 2023, pp. 1462-1474
© 2023 Innovative Space of Scientific Research Journals
http://www.ijias.issr-journals.org/

Effet des différents types de Systèmes Agroforestiers Traditionnels sur le rendement en cacao (Centre-Ouest, Côte d'Ivoire)

[Effect of different types of Cocoa Traditional Agroforestry Systems on yield (Central West, Côte d'Ivoire)]

Dramane Koffi Bakari[1], Koulibaly Annick[2], Kouadio N'Dah Kouamé Cyriac[2], Boko Brou Bernard[1], and Soro Gnénéma[3]

[1]UFR Environnement, Université Jean Lorougnon Guédé, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

[2]UFR Agroforesterie, Université Jean Lorougnon Guédé, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

[3]Cabinet Agroplus, BP 1150 Daloa, Côte d'Ivoire

Copyright © 2023 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: Cacaoculture intensification has led to a reduction of the forest area and a continuous decline of woody trees number in cocoa plantations. In the context of climate change, Côte d'Ivoire, the world's largest producer of cocoa beans, has opted for agroforestry practices to ensure sustainable cocoa production. However, the impact of this choice on cocoa production is not evaluated, let alone the characteristics of existing agroforestry systems. Our objective is to study the effect of different types of agroforestry systems on cocoa yield. Data on flora, DBH diameter, total height of the trees as well as on cocoa pod were collected in 60 plots of 400 m^2 each. In addition, tree shading, and potential yield were calculated. The results showed that the diversity of agroforestry systems with cocoa trees includes 47 plant species distributed between 41 genera and 20 families. Factorial Multiple Analysis based on associated tree diversity, dimensions and shading has identified three types of agroforestry systems. Light shading systems had the highest cocoa yields (> 1000 kg/ha/year) while the yield with a dense shading varied from 500 to 1000 kg/ha/year. The absence of shading has a negative effect leading to less than 500 kg/ha/year. These results could help promote efficient Cocoa Agroforestry Systems.

KEYWORDS: Sustainable agriculture, Agroforestry, Biodiversity, Shade, Productivity.

RESUME: L'intensification de la cacaoculture a conduit à une réduction de la surface forestière et à une baisse continuelle du nombre de ligneux dans les plantations de cacaoyers. Dans le contexte actuel du changement climatique, la Côte d'Ivoire, premier producteur mondial de fèves de cacao, a opté pour l'adoption de pratiques agroforestières afin de garantir une production durable de cacao. Cependant, les conséquences de ce choix sur la production de cacao n'est pas évalué, encore moins les caractéristiques des systèmes agroforestiers existants. Notre objectif est d'étudier l'effet de différents types de systèmes agroforestiers sur le rendement en cacao. Les données sur la flore, le diamètre (DBH), la hauteur totale des arbres ainsi que sur les cabosses ont été collectées dans 60 parcelles de 400 m^2 chacune. En plus, l'ombrage des arbres et le rendement potentiel ont été calculés. Les résultats ont montré que la diversité des systèmes agroforestiers à cacaoyers comprend 47 espèces végétales réparties entre 41 genres et 20 familles. L'analyse Factorielle Multiple basée sur la diversité, les dimensions et l'ombrage des espèces associées aux cacaoyers a permis d'identifier trois types de Systèmes Agroforestiers. Les systèmes à ombrage léger ont présenté les valeurs les plus élevées de rendements en cacao (> 1000 kg/ha/an) tandis que le rendement à l'ombrage dense a varié de 500 à 1000 kg/ha/an. L'absence d'ombrage a un effet négatif conduisant à moins de 500 kg/ha/an. Ces résultats pourraient permettre de promouvoir des Systèmes Agroforestiers à cacaoyers performants.

MOTS-CLEFS: Agriculture durable, Agroforesterie, Biodiversité, Ombrage, Productivité.

Corresponding Author: Dramane Koffi Bakari

1 INTRODUCTION

La Côte d'Ivoire, comme la plupart des pays africains, a hérité du rôle d'exportateur de cacao en 1912 et se positionne comme premier producteur mondial de fèves de cacao depuis 1978 avec une production annuelle estimée à près de 47 p.c. de l'offre mondiale ([1], ([2], ([3]). Cette culture est très importante dans le développement économique et social du pays. En effet, la cacaoculture occupe une population agricole de plus d'un million de planteurs et procure de nombreux emplois dans les secteurs secondaire et tertiaire [4]. La vente du cacao contribue à plus de 15 p.c. au Produit Intérieur Brut (PIB) et procure plus de 50 p.c. des recettes d'exportation [4], [1], [5]. Ces bénéfices ont cependant été obtenus à travers l'installation de plantations de cacaoyer par un mode extensif, sur des défriches forestières [6]. Aussi, l'intensification de la cacaoculture ces dernières années a conduit au passage des systèmes agroforestiers pluristratifiés, à des cultures sous ombrage modéré ou même en plein soleil. Ceci a fait de la cacaoculture l'une des principales causes de la réduction du couvert forestier et de la perte de la biodiversité [7], [8], [9], [10], [11]. Cette situation serait également responsable de l'apparition de nombreuses contraintes de production dont le vieillissement des plantations [12], [13], [14], la baisse de fertilité des sols, l'augmentation des attaques d'insectes tels que les mirides et les foreurs de tige [15], l'apparition de maladies virulentes comme le Swollen shoot [16], [17] et le phénomène de dégradation précoce des plantations de cacaoyers entrainant la baisse du rendement en cacao [18].

Face à cette situation, le retour aux Systèmes Agroforestiers (SAF) semble être une bonne alternative [19], [20], [21], [22], [23]. En effet, l'agroforesterie se définit comme étant « l'intégration simultanée ou séquentielle d'arbres et d'autres végétaux ligneux, ou d'animaux, sur les exploitations et dans le paysage agricole, dans le but d'en améliorer les bénéfices sociaux, économiques et environnementaux » [24], [25], [26], [27], [28]. L'état ivoirien s'est donc engagé dans plusieurs programmes dont le mécanisme international REDD+ en 2011 et l'Initiative Cacao et Forêts (ICF) avec une trentaine d'entreprises de l'industrie du cacao et du chocolat [29]. Ces engagements en faveur de l'agroforesterie et de la durabilité ont conduit à des investissements dans la certification et l'initiation de campagnes de distribution d'arbres par les organisations environnementalistes dont *Rainforest alliance* (RA) et *Utz* [1], [30].

En Côte d'Ivoire, les travaux réalisés sur les systèmes agroforestiers signalent la préservation et l'introduction d'espèces ligneuses dans les plantations de cacaoyers [10], [31], [32], [33]. Ils montrent que la richesse floristique des plantations de cacaoyers est plus élevée dans les premières années [9], [34]. Puis au cours de son développement, la plantation de cacaoyers présente trois phases principales de modification de sa composition floristique avec une période critique entre 6 et 20 ans [35]. Ceci conduit à une réduction sévère de la flore dont la diversité varie en fonction de plusieurs facteurs tels que l'âge de la plantation, la variété des cacaoyers cultivés, l'origine ethnique, l'âge et les besoins du producteur [36], [37], [33]. Ces espèces ligneuses associées aux cacaoyers servent à assurer les besoins quotidiens des populations locales dans divers domaines tels que l'alimentation, la fourniture en bois et la médecine traditionnelle [36], [38]. Il a été aussi démontré que l'utilisation des arbres fixateurs d'azote entraîne une amélioration rapide de la fertilité du sol au bout de 3 à 4 ans, au lieu de 10 à 15 ans pour des jachères naturelles [39]. Cependant, l'influence de l'ombrage sur le rendement en cacao dans les SAF demeure peu étudiée. Notre étude qui s'est déroulée dans la région du Haut-Sassandra, deuxième zone de production de fèves de cacao en Côte d'Ivoire [40] s'est fixée pour objectif général de contribuer à une meilleure production de cacao dans les Systèmes Agroforestiers. Il s'est donc agi de (1) décrire les caractéristiques de la flore ligneuse des SAF à cacaoyers (2) définir une typologie des SAF sur la base de l'ombrage fourni, (3) déterminer l'effet des types de SAF sur le rendement en cacao.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 DESCRIPTION DU SITE D'ÉTUDE

Cette étude s'est déroulée dans la localité de Doboua situé à Daloa au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire dans la région du Haut-Sassandra (Figure 1). Cette région est caractérisée par une végétation de forêt semi-décidue avec une pluviométrie moyenne annuelle de 930,60 mm depuis les trente (30) dernières années [41], [42], [43]. La température oscille entre 27,46 et 28,16 °C avec une moyenne de 26,47 °C. Le relief est constitué en grande partie de plateau comportant de nombreuses vallées. Au plan hydrographique, la région est sous l'influence du fleuve Sassandra et de ses affluents (le Lobo et le Davo) et du lac du barrage de Buyo [44]. Les sols sont de types ferralitiques d'origine granitique faiblement dénaturés [45], [46]. En plus des sols ferralitiques, cette région compte des sols peu évolués (d'apport alluvial, et/ou colluvial) et des sols hydromorphes. Les sols de composition ferralitique présentent de bonnes aptitudes agricoles et se prêtent à tous les types de cultures.

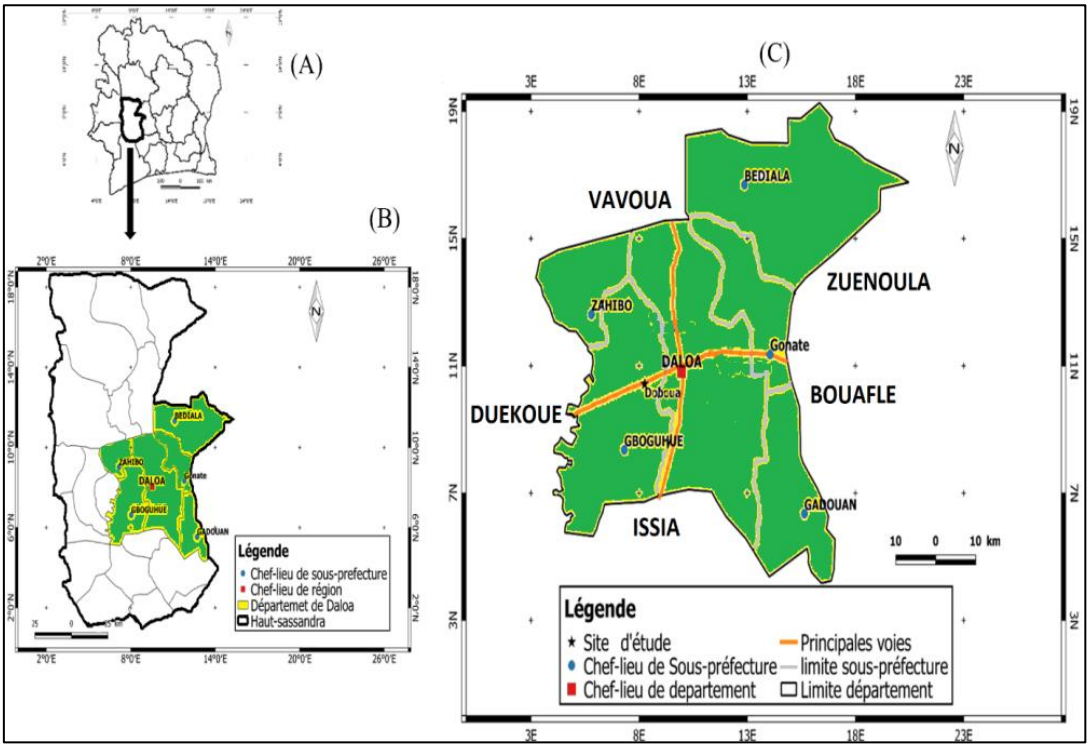


Fig. 1. Localisation de la région du Haut-Sassandra en Côte d'Ivoire (A), du département de Daloa (B) et du site d'étude (C)

2.2 Inventaire Et Mesures Dendrométriques

La collecte des données floristiques et structurales s'est effectuée dans 60 parcelles de 20 m x 20 m (400 m^2) installées de façon aléatoire dans les zones les plus homogènes des agrosystèmes cacaoyers de plus de 8 ans. Dans chaque parcelle délimitée, toutes les espèces ligneuses ont été inventoriées. **Ensuite, la hauteur totale de tous les individus ligneux autres que les cacaoyers, supérieur ou égal à 2 m et la circonférence à 1,30 m du sol ont été mesurées.**

2.3 Mesure Des Paramètres De L'ombrage Et Du Rendement

Le taux d'ombrage a été calculé pour tous les individus ligneux dont la hauteur est supérieure aux cacaoyers environnants. Pour chaque individu considéré, la circonférence à 1,30 m au-dessus du sol, la hauteur totale, la hauteur du tronc et le diamètre de la canopée ont été mesurés. La densité de la canopée quant à elle a été estimée à partir d'une échelle variant de 0 p.c. à 100 p.c.

0 p.c. représentant une canopée laissant passer 100 p.c. de la lumière et 100 p.c. représentant une canopée ne laissant pas passer la lumière.

L'évaluation du rendement s'est effectuée par comptage et marquage des cabosses à la peinture. Le nombre moyen de cabosses par cacaoyer (Nbcab) a été estimé à partir du comptage du nombre de fruits d'une longueur supérieure à dix centimètres effectués sur huit (8) cacaoyers dans chaque parcelle de 400 m^2. Ces fruits ne sont plus susceptibles d'être atteints par le wilt physiologique référence [47] cités par la référence [48] et nous ferons l'hypothèse que leur développement ira à son terme. En plus du comptage et du marquage de cabosse qui ont été effectués, un comptage de tous les cacaoyers et un étiquetage sur lequel est inscrit le numéro de la parcelle et celui du pied de cacaoyer ont été effectués.

2.4 Classification De L'ombrage

Le taux de recouvrement au sol ou ombrage des espèces ligneuses autres que le cacaoyer a été calculé à l'aide du logiciel Shademotion 4.0.30. Le logiciel a été programmé pour calculer l'ombrage produit par l'arbre à midi. L'ombrage de la parcelle a été apprécié à partir de l'échelle modifiée de Braun-Blanquet [49], « r » désignant l'ombrage exprimé en pourcentage (p.c.):

- 1: (Sans ombrage ou plein soleil) pour r = 0 p.c.;
- 2: (Ombrage faible) pour r compris entre] 0 p.c.– 25 p.c.];
- 3: (Ombrage moyen) pour r compris entre] 25 p.c. – 50 p.c.];
- 4: (Ombrage fort) pour r > 50 p.c.

2.5 Evaluation Du Rendement Potentiel

Le rendement potentiel d'une cacaoyère (Rdtcm) est exprimé en kg de cacao marchand ha^{-1} et dépend du nombre moyen de cabosses par cacaoyer et de la densité des cacaoyers. Il a été calculé selon la référence [50] par la relation mathématique suivante:

$$Q = Nbcab \times 0{,}115 \times 0{,}35 \times d$$

Où

Q= rendement en cacao marchand (kg ha^{-1})
Nbcab: nombre moyen de cabosses par cacaoyer
0,115: Masse moyenne de fèves fraiches par cabosse (kg)
0,35 : coefficient de transformation masse de fèves fraîches/masse de cacao marchand
d : nombre de cacaoyers ha^{-1}

2.6 Classification Du Rendement Potentiel

Les rendements potentiels calculés ont été appréciés à partir de l'échelle suivant:

- 1: (Rendement faible) pour Q < 500 kg/ha/an;
- 2: (Rendement moyen) pour Q compris entre] 500 – 1000 kg/ha/an];
- 3: (Rendement élevé) pour Q > kg/ha/an.

2.7 Analyse Statistique

Pour déterminer les types de SAF à cacaoyers, nous avons réalisé une Analyse Factorielle Multiple (AFM) mettant en relation d'une part les espèces et leurs dimensions et d'autre part les modalités d'ombrage correspondantes dans chaque parcelle.

Pour déterminer le rendement potentiel des types de SAF à cacaoyers, une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) a été effectuée à partir des types de SAF auquel correspondent les parcelles et leurs rendements potentiels.

3 Resultats

3.1 Composition Floristique Des SAF À Cacaoyers

La flore des SAF à cacaoyers de Doboua renferme au total, 47 espèces réparties entre 41 genres et 20 familles. Dans les SAF étudiés, 7 familles ont été dominantes en termes de nombre d'espèces. Ce sont: les Malvaceae avec 15 p.c. suivies des Euphorbiaceae (11 p.c.), ensuite viennent les Fabaceae et les Anacardiaceae avec 9 p.c. chacune, les Moraceae (8 p.c.) et les Apocynaceae et les Rutaceae avec 6 p.c. chacune (Figure 2). Les espèces rencontrées lors de cette étude se sont présentées sous 4 types biologiques qui sont les microphanérophytes (mp), les mésophanérophytes (mP), les mégaphanérophytes (MP) et les nanophanérophytes (np) voir Figure 3. Les microphanérophytes sont les plus dominants en nombre d'espèce avec 57 p.c.

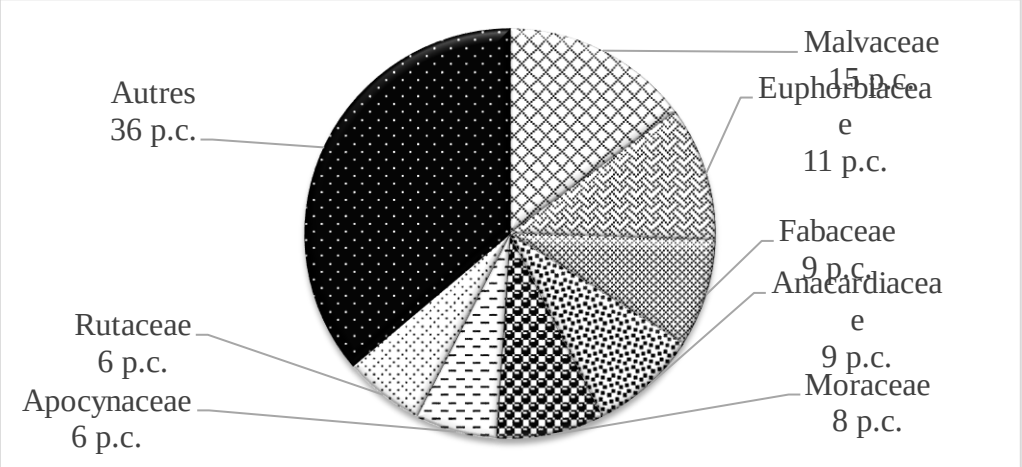


Fig. 2. Spectre des familles dominantes des SAF à cacaoyers

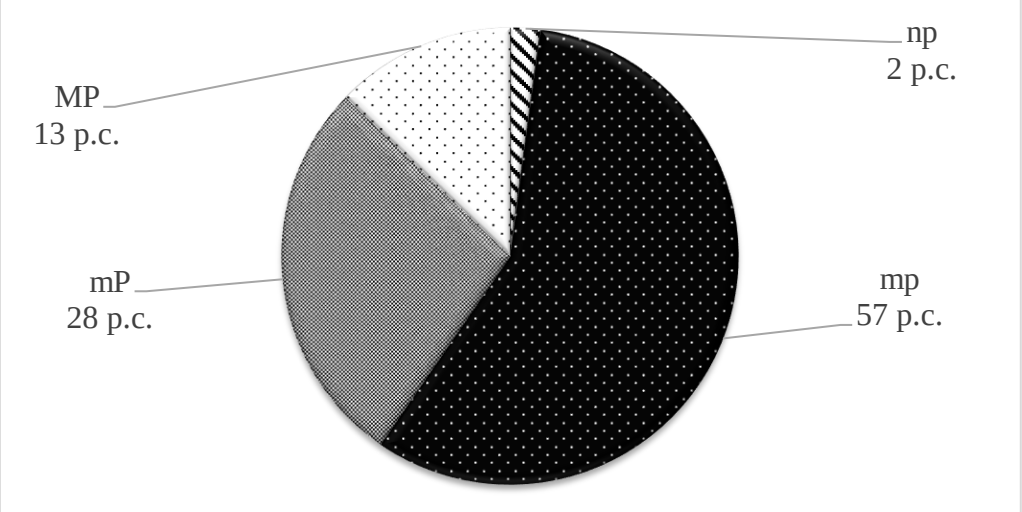


Fig. 3. Spectre des types biologiques des SAF à cacaoyers

mp: Microphanerophyte; np: Nanophanérophyte; mP: Mésophanérophyte; MP: Mégaphanérophyte.

3.2 MODALITÉS D'OMBRAGE DANS LES SAF À CACAOYERS

La classification de l'ombrage indique que les SAF à cacaoyers sont conduits selon quatre modalités (Figure 4). Dans 38 p.c. des parcelles il n'y a pas d'arbres plus grands que les cacaoyers. Ces parcelles sont dites « Sans ombrage", alors que 62 p.c. sont dites « sous ombrage ». Les parcelles sous ombrage ont présenté un ombrage faible (27 p.c.), un ombrage moyen (23 p.c.) et un ombrage fort (12 p.c.).

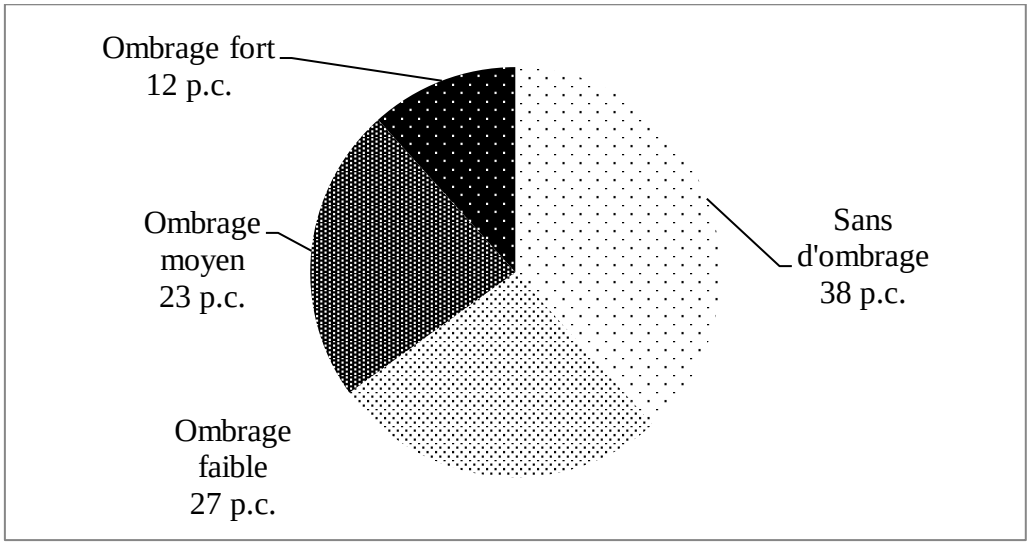


Fig. 4. Proportion des modalités d'ombrage des SAF à cacaoyers

3.3 TYPES DE SAF À CACAOYERS RENCONTRÉS

L'analyse factorielle multiple (AFM) basée sur les paramètres de la variabilité structurale et les modalités d'ombrage a permis de distinguer trois groupes distincts (Figure 5). Les deux premiers axes mis ensembles représentent 62,29 p.c. de l'information avec 33,67 p.c. pour l'axe 1 et 28,62 p.c. pour l'axe 2. Le résultat présente deux graphes divisés chacun en quatre (4) secteurs superposables. Le groupe 1 correspondant à un type de SAF sans ombrage (0 p.c.), renferme des espèces de petites dimensions (hauteur < 4 m et diamètre < 10 cm) telles que *Citrus sinensis, Coffea canephora Anacardium occidentale, Ficus exasperata* etc... Le groupe 2 correspond à un type de SAF à ombrage léger (< 25p.c.), renferme des espèces de dimensions moyennes (hauteur située entre 4 et 12 m et diamètre situé entre 10 et 30 cm) comme *Sterculia tragacantha, Myrianthus arboreus, Albizia zygia, Newbouldia laevis, Margaritaria discoidea,* etc... Le groupe 3 renfermant le type de SAF à ombrage fort (> 25p.c.) avec des espèces de grandes dimensions (hauteur > 12 m et diamètre > 30 cm) telles que *Terminalia superba, Piliostigma thonningii, Lannea acida, Ricinodendron heudelotii* etc...

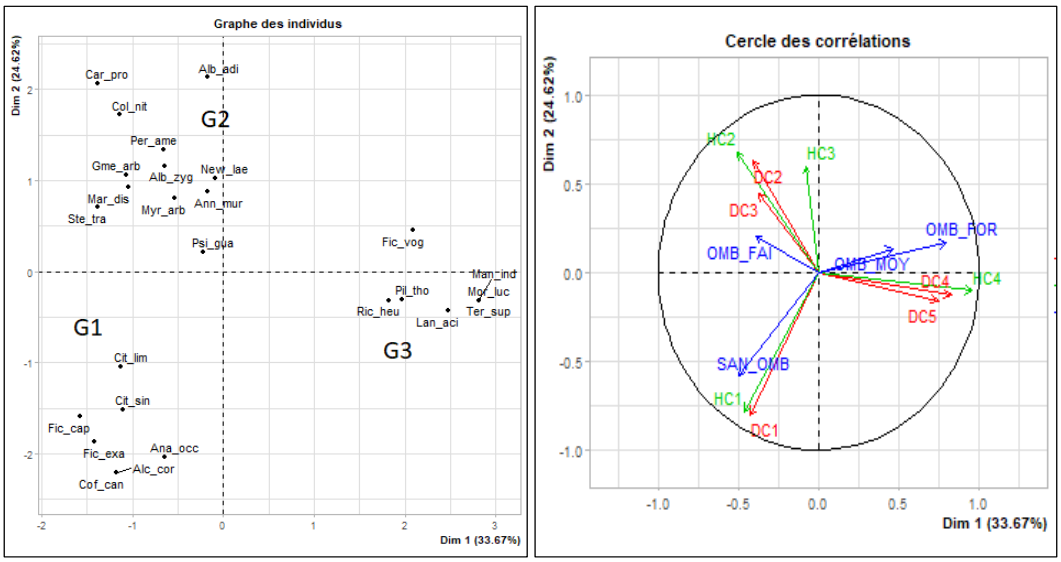


Fig. 5. Représentation graphique des espèces, des modalités d'ombrage et des classes hauteur et de diamètres selon les axes 1 et 2 de l'Analyse Factorielle Multiple (AFM)

DC1: < 10 cm; DC2: [10 – 20 cm [; DC3: [20 – 30 cm [; DC4: [30 – 40 cm [et DC5: ≥ 40
HC1: [2 – 4 m [; HC2: [4 – 8 m [; HC3: [8 – 12 m [et HC4: ≥ 12 m.
SAN_OMB=Sans ombrage, OMB_FAI=Ombrage faible, OMB_MOY=Ombrage moyen, OMB_FOR=Ombrage fort.

Codes	Espèces	Groupes	Types de SAF
Cit_lim	*Citrus limon*	G1	SAF sans ombrage
Alc_cor	*Alchornea cordifolia*	G1	
Fic_cap	*Ficus capensis*	G1	
Fic_exa	*Ficus exasperata*	G1	
Cof_can	*Coffea canephora*	G1	
Cit_sin	*Citrus sinensis*	G1	
Ana_occ	*Anacardium occidentalis*	G1	
Alb_adi	*Albizia adianthifolia*	G2	SAF à ombrage léger
Col_nit	*Cola nitida*	G2	
Car_pro	*Carapa procera*	G2	
New_lae	*Newbouldia laevis*	G2	
Per_ame	*Persea americana*	G2	
Gme_arb	*Gmelina arborea*	G2	
Psi_gua	*Psidium guajava*	G2	
Alb_zyg	*Albizia zygia*	G2	
Mar_dis	*Margaritaria discoidea*	G2	
Ann_mur	*Annona muricata*	G2	
Ste_tra	*Sterculia tragacantha*	G2	
Myr_arb	*Myrianthus arboreus*	G2	
Ter_sup	*Terminalia superba*	G3	SAF à ombrage dense
Lan_aci	*Lannea acida*	G3	
Ric_heu	*Ricinodendron heudelotii*	G3	
Fic_vog	*Ficus vogelii*	G3	
Pil_tho	*Piliostigma thonningii*	G3	
Man_ind	*Mangifera indica*	G3	
Mor_luc	*Morinda lucida*	G3	

3.4 Rendement Potentiel Et Ses Composantes

La densité moyenne des cacaoyers des SAF est de 1213,33 individus/ha avec une production de 20 cabosses par individu sur toute l'année Concernant le rendement potentiel moyen en cacao des SAF de Doboua, il est de 988,07 kg/ha/an (Tableau I).

Tableau 1. Rendement potentiel moyen en cacao et ses composantes à Doboua

Paramètres	Valeurs moyennes
Nombre de cabosse/indivus/an	20 ± 9,89
Nombre de cacaoyers/ha	1213,33 ± 289,17
Rendement Potentiel	988,05 ± 580,69

3.5 Relation Entre Les Types De SAF Et Le Rendement Potentiel En Cacao

Concernant l'étude de l'effet des SAF sur le rendement potentiel en cacao, il a été révélé à travers l'Analyse Factoriel des correspondances (AFC) basée sur les variables « types de SAF » et « rendement potentiel » (Figure 6). Les deux premiers axes mis ensembles représentent 54 p.c. de l'information avec 28,28 p.c. pour l'axe 1 et 25,72 p.c. pour l'axe 2. L'analyse a montré que les SAF à ombrage léger ont un rendement potentiel en cacao de plus 1000 kg/ha/an. Les SAF à ombrage dense ont quant à eux un rendement potentiel en cacao compris entre 500 et 1000 kg/ha/an. S'agissant des rendements potentiels des SAF sans ombrage, ils sont inférieurs à 500 kg/ha/an.

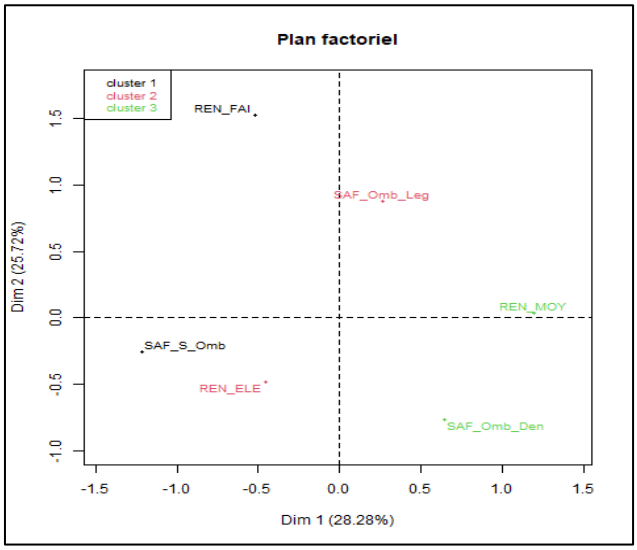


Fig. 6. Regroupement graphique des systèmes de culture et le rendement des cacaoyères à partir du plan factoriel de l'AFC

REN_FAI=Rendement faible, REN_MOY=Rendement moyen, REN_ELE=Rendement élevé.
SAF_S_Omb=SAF sans ombrage, SAF_Omb_Leg= SAF à ombrage legé, SAF_Omb_Den= SAF à ombrage dense.

3.6 NIVEAU D'OMBRAGE FAVORABLE AU RENDEMENT

L'analyse de l'évolution du rendement potentiel en fonction de l'ombrage des parcelles effectuée à partie d'une courbe de moyenne mobile indique que le meilleur rendement potentiel moyen est obtenu à 20 p.c. d'ombrage (Figure 7).

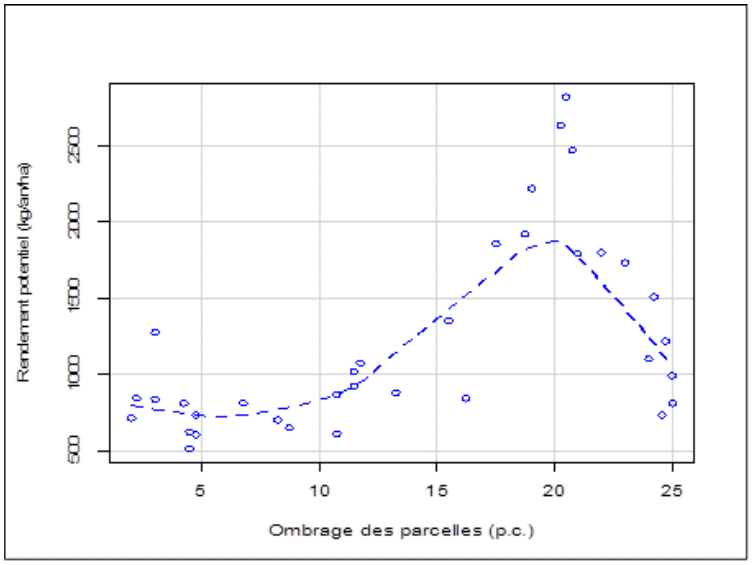


Fig. 7. Courbe de l'évolution de l'ombrage des parcelles en fonction du rendement potentiel dans les SAF à cacaoyers

4 DISCUSSION

4.1 DIVERSITÉ FLORISTIQUE ET STRUCTURALE DES SAF À CACAOYERS

Les travaux réalisés dans la localité de Doboua ont montré que les SAF à cacaoyers sont riches de 47 espèces réparties entre 41 genres et 21 familles. La liste floristique a révélé des espèces telles que *Ceiba pentandra, Ficus exasperata, Myrianthus libericus, Ricinodendron heudelotii, Morus mesozygia, Terminalia superba* qui sont citées par la référence [51] comme caractéristiques d'une forêt en reconstitution. Leur présence dans ces SAF à cacaoyers informe de l'installation de ces SAF suite

à des coupes dans les forêts [9], [31], [32]. La richesse spécifique obtenue dans cette localité se rapproche de celle trouvée par les références [23], [52], [53] respectivement dans les cacaoyères de Doboua, de Bantikro et de Zepreguhé dans le Département de Daloa (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire) qui était de 59, 58 et 55 espèces. Elle est par contre largement supérieure à celles obtenues par la référence [54] dans de la région de M'Brimbo (14 à 26 espèces), au Centre-Sud de la Côte d'Ivoire.

Les familles les plus dominantes dans les SAF à cacaoyers de Doboua sont: les Malvaceae, les Euphorbiaceae (11 p.c.), les Fabaceae, les Anacardiaceae, les Moraceae, les Apocynaceae et les Rutaceae. Ce cortège de famille a été aussi cité dominant dans les agrosystèmes cacaoyers de Daloa au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire par la référence [23]. Les Moraceae et les Euphorbiaceae ont été cités dominantes par la référence [34] et les Fabaceae, les Rutaceae, les Anarcadiaceae et les Bombacaceae ont quant à elles été cités dominantes dans des SAF à cacaoyers de Zepreguhé par la référence [53]. La dominance de ces familles pourrait s'expliquer par la localisation de notre région d'étude, qui est en zone de forêt semi-décidue, domaine de prédilection de ces familles [55]. En effet, ces familles ont été signalées comme caractéristique de la zone forestière du continent africain et des forêts ivoiriennes [56]. Concernant les types biologiques, les microphanérophytes étaient les plus dominants. Cette dominance des microphanérophytes serait due à leur forme de vie pérenne comprenant une repousse végétative, qui constitue le mode de régénération quantitativement important dans les agrosystèmes cacaoyers comme rapporté dans le département d'Oumé et la région de la réserve de Lamto [36], [57].

4.2 Pratiques Agricoles Paysannes Rencontrées Dans La Localité De Doboua

Les producteurs de la localité de Doboua conservent et introduisent des arbres d'ombrage dans les cacaoyères à des proportions différentes. Dans cette localité, 38 p.c. des parcelles sont sans ombrage et 27 p.c. sont sous un ombrage faible (moins de 25 p.c. d'ombrage). Plusieurs études menées sur l'ombrage en Côte d'Ivoire ont présenté des résultats similaires. La référence [58] estimait déjà à cette époque que 66 p.c. des plantations cacaoyères étaient sans ombrage sur l'ensemble du territoire. Une autre étude menée récemment dans le Centre-Sud de la Côte d'Ivoire par la référence [54] a montré que plus de 70 p.c. des parcelles étudiées sont en plein soleil ou sous un léger ombrage. Ces systèmes se sont développés à la faveur de la mise au point des variétés à haut rendement et résistantes aux maladies fournissant ainsi un meilleur rendement [59], [60]. Ce faible taux d'ombrage dans les SAF à cacaoyers ivoiriens serait dû au fait que la plupart de ces systèmes ont été établies sans ombrage, et les cacaoyers sont donc pour la plupart exposés directement aux rayons solaires, après abattis et brûlis complets des forêts primaires et des défriches forestières [1]. Malgré la mise en place de programme de distribution des arbres aux producteurs, des efforts de préservation et de réintroduction des arbres dans les plantations par ces derniers [9], [31], la culture du cacao sans ombrage ou sous ombrage léger reste dominante dans les agrosystèmes cacaoyers en Côte d'Ivoire.

Dans la localité de Doboua, les producteurs associent des espèces ligneuses de dimensions variables aux cacaoyers. Cette situation a permis de distinguer, à travers une Analyse Factorielle Multiple basée sur l'organisation structurale et l'ombrage fourni, 3 types de SAF dans la zone d'étude. Il existe des SAF sans ombrage qui sont caractérisés par la présence de nombreux arbustes fruitiers, plus petits que le cacaoyer. Cette tendance est commune à d'autres régions d'Afrique occidentale et centrale où beaucoup de producteurs favorisent le développement d'espèces alimentaire [61], [62], [63]. Des SAF à ombrage léger caractérisés par la dominance d'espèces spontanées qui sont des arbres de dimensions moyennes et qui recouvrent plus ou moins la strate cacaoyère sont obtenus par l'association recommandé avec des espèces ligneuses, surtout des légumineuses telles que *Gliricidia sepium, Albizia adianthifolia* et *Albizia zygia*. Le troisième type concerne des SAF à ombrage dense, caractérisés par la présence d'espèces forestières de grandes dimensions préservées lors du défrichement de la parcelle pour la prise en compte de l'ombrage et la protection des jeunes cacaoyers contre le rayonnement solaire.

4.3 Production Durable Des SAF À Cacaoyers

Malgré son premier rang mondial de producteur de cacao, le rendement moyen en cacao marchand de la Côte d'Ivoire est faible [64]. Ce rendement est à la baisse depuis l'année 2000 [65]. En 2018, le rendement moyen en Côte d'Ivoire était de 489 kg/ha/an [65]. Cependant, les études menées en milieu paysan dans la localité de Doboua ont permis d'obtenir un rendement potentiel moyen en cacao de 988,07 kg/ha/an. Ce rendement est largement supérieur au rendement moyen en Côte d'Ivoire. Ce résultat montre que le rendement des cacaoyers pourrait être améliorée avec l'application des bonnes pratiques agricoles et une bonne gestion des maladies et ravageurs dans les agrosystèmes.

Concernant le rendement des cacaoyères, Les SAF à ombrage léger ont présenté les rendements potentiels les plus élevés avec plus 1000 kg/ha/an. Ils sont suivis des SAF à ombrage dense avec des rendements potentiels situés entre 500 et 1000 kg/ha/an. Les plus faibles rendements sont observés dans les SAF sans ombrage avec des rendements potentiels inférieurs à 500 kg/ha/an. Ces résultats diffèrent de ceux de la référence [54] à M'Brimbo au Centre-Sud de la Côte d'Ivoire qui avaient

montré que les plus hauts rendements étaient obtenus dans les parcelles sans ombrage. Les faibles rendements obtenus dans les SAF sans ombrage dans notre étude pourraient être en partie dû à l'âge des cacaoyères. En effet, les cacaoyères étudiées dans cette étude ont une moyenne d'âge de 19 ans. Tandis que les cacaoyères de M'Brimbo avaient un âge comprit entre 5 et 10 ans. Cette tranche d'âge correspond au stade physiologique pendant lequel les rendements des cacaoyères sans ombrage sont satisfaisants [66]. Toutefois, selon les références [66], [67], ce niveau de rendement reste éphémère, et pourrait être en baisse après environ 15 ans. Les rendements potentiels obtenus dans les SAF à ombrage montrent qu'il est possible de cultiver le cacaoyer dans des SAF à ombrage tout en obtenant des niveaux de rendements supérieurs à ceux des SAF sans ombrage. Cependant, il est important de très bien gérer l'ombrage dans les SAF à cacaoyers. Ainsi, dans le but de mettre à la disposition des producteurs des résultats plus précis, une courbe de l'évolution du rendement potentiel en fonction de l'ombrage des arbres a été effectuée. Les résultats montrent que les plus hauts rendements potentiels sont obtenus lorsque l'ombrage des arbres est de 20 p.c. Nos résultats diffèrent de ceux de la référence [68] qui a observé un meilleur rendement en cacao avec un niveau d'ombrage de 30 p.c. Aussi, la référence [69] a démontré au Ghana qu'un niveau d'ombrage de l'ordre de 30 p.c. n'affecte pas les rendements en comparaison avec les monocultures. Dans le contexte actuel de baisse de la pluviométrie et d'intensification accrue des sécheresses en Côte d'Ivoire (Dufumier, 2016), les SAF à ombrage léger avec un ombrage de 20 p.c. caractérisé par la dominance de légumineuses serait donc les plus performants en termes de rendement.

5 CONCLUSION

Les études menées dans la localité de Doboua montrent que les SAF à cacaoyers ont une flore riche et semblable à ceux de l'Afrique de l'ouest avec des espèces fruitières, spontanées et forestières. Malgré l'élimination de plusieurs espèces natives lors de l'installation des cacaoyères, on note la présence d'espèces forestières de grandes dimensions telles que *Ricinodendron heudelotii, Terminalia superba, Ceiba pentandra,* etc... Il existe une stratégie paysanne d'organisation structurale des SAF avec trois niveaux, motivée par la gestion de l'ombrage, qui répartie les espèces en fonction de leur dimension. La gestion paysanne de l'ombrage permet de définir trois types de SAF qui sont les SAF sans ombrage avec la présence de nombreux arbustes fruitiers, les SAF à ombrage léger qui renferment des plantes spontanées et les SAF à ombrage dense dominés par les espèces forestières de grandes dimensions. Les SAF à ombrage léger ont présenté les rendements les plus élevés avec un rendement potentiel de plus de 1000 kg/ha/an. Pour garantir un bon rendement en cacao dans les SAF du département de Daloa, il serait recommandé de mettre en place des SAF à ombrage léger dont l'ombrage est de 20 p.c.

Nos résultats apportent un éclairage nouveau sur la gestion des SAF à cacaoyers en Côte d'Ivoire dont les effets sur le rendement étaient jusqu'à présent peu étudié. Cette étude montre que les SAF sans ombrage ont atteint leurs limites et ne peuvent plus être reproduit dans le contexte actuel.

REFERENCES

[1] Dufumier M. (2016). L'adaptation de la cacaoculture ivoirienne au dérèglement climatique: L'agroécologie pourrait-elle être une solution ? Plate-Forme pour le Commerce Equitable, 16 p.

[2] ICCO. (2017). Annual report 2014/2015. International Cocoa Organization, 76 p.

[3] ICCO. (2020). Rapport annuel 2019/2020. International Cocoa Organization (ICCO), Londres WC1A (Royaume Uni), 5 p.

[4] ICCO. (2015). What are the effects of intensive commercial production of cocoa on the environnement? Westgate House W5 1YY, United Kingdom. Rapport Annuel ICCO, 25p.

[5] BAD (2020). Le rapport dénommé Diagnostic-pays sur le financement à long terme (LTF) pour la Côte d'Ivoire, 56 p.

[6] Freud E.H., Petithuguenin P. & Richard J. (2000). Les champs de cacao: un défi de compétitivité Afrique - Asie. Editions Karthala et CIRAD, Paris (France), 207 p.

[7] Aké-Assi L. & Boni D. (1988). Développement agricole et protection de la forêt. Quel avenir pour la forêt ? *Mitteilungen aus dem Institut für Allgemeine Botanik,* 23 (a): 169-176.

[8] Aké-Assi L. (1998). Impact de l'exploitation forestière et du développement agricole sur la conservation de la biodiversité biologique en Côte d'Ivoire. *Le flamboyant,* 46: 20-21.

[9] Koulibaly.A.V., (2008). Caractéristiques de la végétation et dynamique de la régénération, sous l'influence de l'utilisation des terres, dans des mosaïques forêts-savanes, des régions de la réserve de Lamto et du Parc National de la Comoé, en Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat de l'Université Félix Houphouet Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire, 137 p.

[10] Koulibaly A., Kouamé N.F., Traoré D. & Porembski S. (2010). Structure et régénération de la végétation ligneuse, le long de transects forêts-savanes, dans la région de la réserve de Lamto (Côte d'Ivoire). *Annales de Botaniques de l'Afrique de l'Ouest,* 6: 56-72.

[11] Konaté Z., Assiri A.A., Messoum F.G., Sekou A., Camara M. & Yao-kouame A. (2015). Antécédents culturaux et identification de quelques pratiques paysannes en replantation cacaoyère en Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine,* 27 (3): 301-314.

[12] Aguilar P., Paulin D., N'kamleu G., Raillard A., Deheuvels O., Pétithuguenin P. & Gockowski J. (2003). L'évolution des vergers de cacaoyers en Côte d'Ivoire entre 1995 et 2002. In: COPAL. Actes de la 14ème conférence internationale sur la recherche cacaoyère. Accra, Ghana: 1167-1175.

[13] Konaté Z. (2008). Etude comparative des pratiques paysannes de plantation ou de replantation cacaoyère en Côte d'Ivoire. Mémoire de DEA. UFR STRM, Université de Cocody- Abidjan (Côte d'Ivoire), 91 p.

[14] Assiri A.A., Kacou E.A., Assi F.A., Ekra K.S., Dji K.F., Couloud J.Y. & Yapo A.R. (2012). Rentabilité économique des techniques de réhabilitation et de replantation des vieux vergers de cacaoyers (*Theobroma cacao* L.) en Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences,* 14 (2): 1939-1951.

[15] N'guessan K. F. & Coulibaly N. (2000). Dynamique des populations de mirides et de quelques autres déprédateurs du cacaoyer dans la région Ouest de la Côte d'Ivoire. In: COPAL. Actes de la 13ème conférence internationale sur la recherche cacaoyère. Kota Kinabalu, Malaisie: 425-436.

[16] Kébé B.I., Kouakou K., N'Guessan N.F., Assiri A.A., Adiko A., Aké S. & Anno A.P. (2006). Le swollen shoot en Côte d'Ivoire: situation actuelle et perpectives. In: 15ème conférence internationale sur la recherche cacaoyère, San José, Costa Rica: 907-922.

[17] Koffié K., Kebe B.I., Kouassi N., Anno A.P., Ake S. & Muller E. (2011). Impact de la maladie virale du swollen shoot du cacaoyer sur la production de cacao en milieu paysan à bazré (Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences,* 43: 2947-2957.

[18] Koko L. K., Kassin K. E., Yoro G., N'goran K., Assiri A. A., Yao-Kouamé A. (2009). Corrélations entre le vieillissement précoce des cacaoyers et les caractéristiques morphopédologiques dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences,* 24: 1508-1519.

[19] Rice R.A. & Greenberg R. (2000). Cocoa Cultivation and the Conservation of Biological Diversity. *AMBIO: Journal of the Human Environment,* 29: 167-173.

[20] Leakey R., Tchoundjeu Z., Schreckenberg K., Shackleton S.E. & Shackleton C.M. (2005). Agroforestry Tree Products: Targeting Poverty Reduction and Enhanced Livelihoods. *International Journal of Agricultural Sustainability,* 3 (1): 1-23.

[21] Sonwa D.J., Bernard A., Nkongmeneck A., Weise F., Tchatat M., Akin A.A. & Janssens M.J.J. (2007). Diversity of plants in cocoa agroforests in the humid forest zone of Southern Cameroon. *Biodiversity and Conservation,* 16: 2385-2400.

[22] Adou Yao C.Y., Kpangui K.B., Vroh B.T.A. & Ouattara D. (2016). Pratiques culturales, valeurs d'usage et perception des paysans des espèces compagnes du cacaoyer dans des agroforêts traditionnelles au centre de la Côte d'Ivoire. *Revue d'ethnoécologie,* 20 p.

[23] Boko B. B., Koulibaly A., Amon-Anoh D. E., Dramane K.B., M'Bo K.A.A. & Porembski S. (2020). « Farmers Influence on Plant Diversity Conservation in Traditional Cocoa Agroforestry Systems of Côte D'Ivoire » *International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences* (IJRSAS), 6 (12): 1-11. https://doi.org/10.20431/2454-6224.0612001.

[24] Bene J.G., Beall H.W. & Côté A. (1977). Trees, Food and People: Land Management in the Tropics. Ottawa, Canada, IDRC-084e, 52 p.

[25] Nair P.K.R. (1993). An introduction to agroforestry. Published by Kluwer Academic Publishers, P.O. Box 17, 3300 AA Dordrecht, The Netherlands, 489 p.

[26] Leakey R. (1996). « Definition of agroforestry revisited ». *Agroforestry Systems,* 8: 5-7.

[27] Torquebiau E. (2007). L'Agroforesterie. Des arbres et des champs. Eds. L'Harmattan.

[28] Atangana A., Khasa D., Chang S. & Degrande A. (2014). Tropical Agroforestry. Springer Publishing. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7723-1.

[29] ICF (Inititive Cacao-Forêt). (2020). Bilan partiel de la phase pilote de l'initiative cacao et forets janvier 2018 – décembre 2019. Côte d'Ivoire, 46 p.

[30] Sanial E., Fountain A.C., Hoefsloot H. & Jezeer R. (2020): L'agroforesterie dans le secteur du cacao, un besoin d'approches de paysage collaboratives ambitieuses. Document de consultation pour le Baromètre du Cacao 2020. Rapport, 12 p.

[31] Tano A.M. (2012). Crise cacaoyère et stratégies des producteurs de la sous-préfecture de Méadji au Sud- Ouest ivoirien. Doctorat de l'Université Toulouse 2 Le Mirail, 261 p.

[32] Tondoh J.E., N'Guessan K.F., Guéi A.M., Sey B., Koné A.W. & Gnessougou N. (2015). Ecological changes induced by full-sun cocoa farming in Côte d'Ivoire*. Global Ecology and Conservation,* 3: 575-595.

[33] Koulibaly A. (2019). Développement agricole durable: la phytodiversité comme outil de gestion des plantations de cultures de rente en Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine,* 8: 138-149.

[34] Konan D., Goetze D., Koulibaly A., Porembski S. & Traoré D. (2011). Etude comparative de la flore ligneuse des plantations de cacao en fonction de l'âge et des groupes ethniques dans le Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Annales de botanique de l'Afrique de l'Ouest,* 7: 59-79.

[35] Koulibaly A., Kouamé D., Groga N., Kouassi K.E., Bakayoko A. & Porembski S. (2016). Floristic characteristics of the mosaic and how forest progress on savanna in the Lamto Reserve region (Côte d'Ivoire). *International Journal of Development Research,* 6 (5): 7792-7799.
[36] Piba S.C., Koulibaly A., Goetze D., Porembski S. & Traore D. (2011). Diversité et importance sociale des espèces médicinales conservées dans les agrosystèmes cacaoyers au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Annexe botanique Afrique de l'Ouest,* 7: 80-96.
[37] Kpangui K.B., Vroh B.T.A., Goné B.Z.B. & Adou Yao C.Y. (2015). Diversité floristique et structurale des cacaoyères du « V baoulé »: cas de la sous-préfecture de kokumbo (Centre, Côte d'Ivoire). *European scientific journal,* 11 (36): 40-60.
[38] Koulibaly A., Monian M., Ackah J.A.A.B., Koné M.W. & Traoré Karidia. (2017). Étude ethnobotanique des plantes médicinales: cas des affections les plus fréquentes d'une région agricole Daloa (Centre Ouest, Côte d'Ivoire). *Journal of Animal & Plant Sciences,* 31 (2): 5021-5032.
[39] Kouadio K.K.H., Doudou D.T., Tschannen A., Dao D. et Girardin O. (2011). Techniques agroforestières à base de *Gliricidia sepium* à l'Est de la Côte d'Ivoire: impacts et perspectives. J*ournal of Animal & Plant Sciences* 11, 1374-1379.
[40] N'guessan A.H., N'Guessan K.F., Kouassi K.P., Kouame N.N. & N'Guessan P.W. (2014). Dynamique des populations du foreur des tiges du cacaoyer, Eulophonotus myrmeleon Felder (Lépidoptère: Cossidae) dans la région du Haut-Sassandra en Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences,* 83: 7606-7614.
[41] Eldin M. (1971). Le climat. In: Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. *Mémoire ORSTOM,* 50, Paris France: 73-108.
[42] Declert C. (1990). Manuel de phytopathologie maraîchère tropicale: cultures de Côte d'Ivoire. Rapport final, 333 p.
[43] Anonyme (2020). Source des données de SODEXAM (Société d'exploitation de développement aéroportuaire aéronautique météo). Station de Daloa.
[44] Koffié-bikpo C.Y. & Kra K.S. (2013). La région du haut-Sassandra dans la distribution des produits vivriers agricoles en Côte d'Ivoire. *Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement,* 2: 95-103.
[45] Perraud A. (1971). Les sols. In: Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Mémoires ORSTOM 50: 69-390.
[46] Lecomte P. (1990). Place et intégration de l'arbre dans l'exploitation agricole ivoirienne du Centre-Ouest. Cas de la région d'Oumé. Mémoire de fin d'étude CNEARC, Montpellier (France), 109 p.
[47] Bos M.M., Steffan-Dewenter I. & Tscharntke T. (2006). Shade tree management affects fruit abortion, insects pests and pathogens of cacao. *Agriculture, Ecosystems § Environment,* 120: 201-205.
[48] Jagoret P., Michel-Dounias I. & Malézieux E. (2011). Long term dynamics of cocoa agroforests: a case study in central Cameroun. *Agroforestry Systems,* 81: 267-278.
[49] Jean-Michel N.W. (2006). Méthodes d'étude de la végétation. Méthode du relevé floristique: Introduction (première partie), 23 p.
[50] Lachenaud P. (1984). Une méthode d'évaluation de la production de fèves fraîches applicable aux essais entièrement randomisés. *Café Cacao Thé,* 1 (2): 21-30.
[51] Guillaumet J.L. & Adjanohoun E. (1971). La végétation dela Cote d'Ivoire. *In* Le milieu naturel de Côte d'Ivoire. Mémoires ORSTOM 50: 161-263.
[52] Dramane K.B., Koulibaly A.V. & Boko B.B. (2021). Déterminants du niveau d'ombrage des Systèmes Agroforestiers cacaoyers traditionnels de la région de Daloa (Centre-Ouest, Côte d'Ivoire). *Agronomie Africaine,* 33 (1): 51-60.
[53] Dramane K.B., Koulibaly A.V. & Boko B.B. (2022). Impact of Cropping Systems on the Yield of Cocoa Trees in the Daloa Department. *International Journal of Science and Research* (IJSR), 11 (3): 996-1004.
[54] Gala B.T.J., Bohoussou N., Akotto Y.O.F. & Yao K.A. (2017). Impact des arbres associés sur l'exploitation cacaoyère dans les zones de transition forêt-savane: cas de M'brimbo (Centre-Sud de la Côte d'Ivoire). *European Scientific Journal,* 13 (1): 1857-1881.
[55] Aké-Assi L. (2002). Flore de la Côte d'Ivoire 2, catalogue systématique, biogéographique et écologie. Conservatoire et jardin botanique Genève (Suisse), 401 p.
[56] Kouamé N.F. (1998). Influence de l'exploitation forestière sur la végétation et la flore de la forêt classée du Haut-Sassandra (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). Thèse Doctorat 3e Cycle, UFR Biosciences, Université Cocody- Abidjan (Abidjan, Côte d'Ivoire), 227 p.
[57] Koulibaly A., Kouamé D., Groga N., Kouassi K.E., Bakayoko A. & Porembski S. (2016). Floristic characteristics of the mosaic and how forest progress on savanna in the Lamto Reserve region (Côte d'Ivoire). *International Journal of Development Research,* 6 (5): 7792-7799.
[58] Ruf F. & Zadi H. (1998). Cacao: from deforestation to reforestation. Conférence sur la production durable du cacao au Panama, 30 Mars au 21 Avril 1998, 8 p.
[59] Gnahoua G.M., Ouallou K. & Balle P. (2012). Les légumineuses à croissance rapide comme plantes d'ombrage dans la replantation des cacaoyers en zone de forêt semi décidue de Côte d'Ivoire. INAFORESTA symposium, *Cocoa based Agroforestry: Sustainability and Environment*. Yaoundé, 21-22.

[60] Ruf F. (2011). The Myth of Complex Cocoa Agroforests: The Case of Ghana. *Human Ecology, 39* (3): 373-388. https://doi.org/10.1007/s10745-011-9392-0.

[61] Asare R. (2005). Cocoa Agroforests in West Africa: a look at activities on preferred trees in the farming systems. *Forest and Landscape,* 6: 89 p.

[62] Koko L.K., Snoeck D., Lekadou T.T., Assiri A.A. (2013) Cacao-fruit tree intercropping effects on cocoa yield, plant vigour and light interception in Côte d'Ivoire. *Agroforestry systems,* 87 (5): 1-10.

[63] Sonwa D.J., Weise S.F., Schroth G., Janssens M.J. & Shapiro H. (2014). Market and Livelihoods demand implications on plant diversity management inside cocoa agroforest in forest landscape of West and Central Africa. *Agroforestry Systems,* (special cocoa issue).

[64] CCC (Conseil Café-Cacao). (2015). Manuel technique de cacaoculture durable; à l'attention du technicien, 166 p.

[65] FAOSTAT. (2020). FAO Statistical Databases. Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nations, http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC, (13/08/20).

[66] Koko L.K., Yoro R.G., N'Goran K. & Assa A. (2008). Evaluation de la fertilité des sols sous cacaoyers dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine,* 20 (1): 81-95.

[67] Jagoret P., Deheuvels O. & Bastide P. (2014). Production durable de cacao; S'inspirer de l'agroforesterie. La Recherche Agronomique pour le Développement, *perspective,* 27: 4 p.

[68] Asare R., Markussen B., Asare A.R. & Anim-Kwapong G. (2018). On-farm cocoa yields increase with canopy cover of shade trees in two agroecological zones in Ghana. *Climate and Development,* 11 (5): 435-445.

[69] Blaser W.J., J. Oppong S.P. Hart J. Landolt E. Yeboah & J. Six. (2018). Climate-smart sustainable agriculture in low-to-intermediate shade agroforests. *Nature Sustainability, 1* (5): 234-239. https://doi.org/10.1038/s41893-018-0062-8.