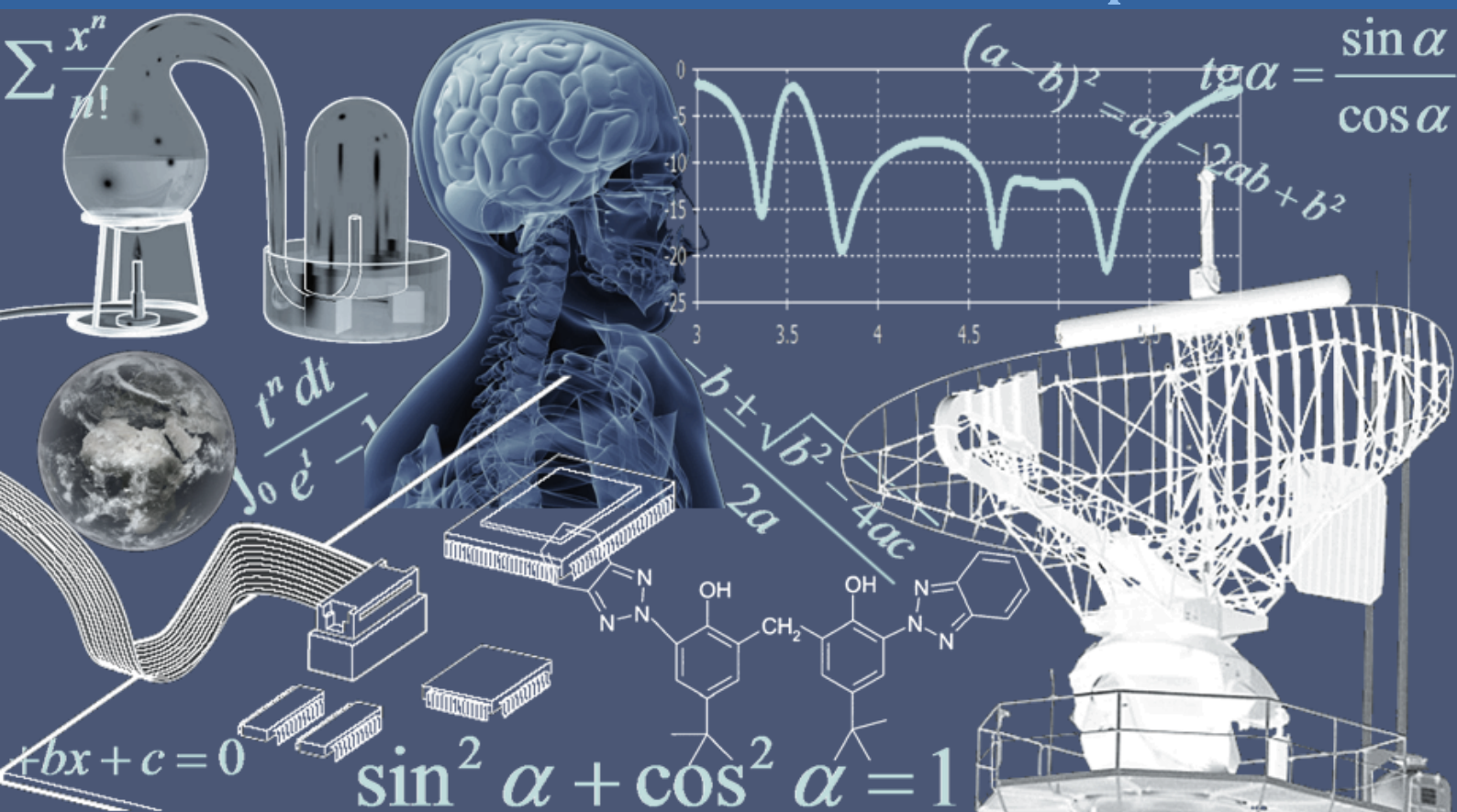


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND APPLIED STUDIES

Vol. 37 N. 2 September 2022



International Peer Reviewed Monthly Journal



International Journal of Innovation and Applied Studies

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

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

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

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

Editorial Advisory Board

Amir Samimi, Ph.D. of Science in Chemical engineering, Process Engineer & Risk Specialist of Oil and Gas Refinery Company, Iran
Mahsa Ja'fari, Department of Chemical Engineering, Abadan Faculty of Petroleum, Petroleum University of Technology, Abadan, Iran
Alin Velea, Paul Scherrer Institute, Switzerland
Kamyar Hasanzadeh, Aalto University, Finland
Ogbonnaya N. Chidibere, University of East Anglia, United Kingdom
Oumair Naseer, University of Warwick, United Kingdom
Wei Zheng, University of Texas Health Science Center at San Antonio, USA
Hu Zhao, University of Southern California, USA
Haijian Shi, Kal Krishnan Consulting Services, Inc, USA
Syed Ainul Abideen, University of Bergen, Norway
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 Kavrouidakis, University of the Aegean, Greece
Vaitsa Giannouli, Aristotle University of Thessaloniki, Greece
Nataša Pomazalová, Mendel University in Brno, Czech Republic
Hazem M. Shaheen, Damanhour University, Egypt
Shalini Jain, Manipal University Jaipur, India
Amin 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 Bumerdes, 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

Error analysis in the essays of engineering students: A comparative taxonomy <i>Antonio Daniel Juan Rubio and Isabel María García Conesa</i>	225-237
Análisis de los productos ofertados por instituciones financieras para el desarrollo económico de los emprendimientos en la provincia del Guayas año 2021 <i>Lisette Gabriela Salazar Ronquillo, Estela Judith Romero Rodríguez, Jonathan Alexander Morán Álvarez, and Mabel Elizabeth Barriga Pizarro</i>	238-249
Analyse des facteurs de risques professionnels dans la teinture artisanale à Bamako <i>Armandine Eusebia Roseline Diatta, B. B. Diedhiou, A. M. Tamboura, M. C. Gaye Fall, and M. Ndiaye</i>	250-254
Quantification de la perte en sol par usage du modèle RUSLE dans un SIG: Cas du bassin versant d’Affon-Donga <i>Fousséni Gbadamassi, Maman-Sani Issa, Imorou E. Ouorou Barre, Luc Adetona, Amrouche Alhaji, Yahiri Léto Christian, and Jean Bosco Vodounou</i>	255-268
Eligibility and Barriers to Promotion: A Perspective <i>Gassim H. Dohal</i>	269-273
Déploiement d’un multiplex R1 de la TNT à haute définition (DVB-T2/TNT-HD) suivant les normes DVB-S2/T2 <i>Mibwevele Madeko Hylaire</i>	274-280
Méthode de compensation de l’énergie réactive d’une installation industrielle: Application à l’entreprise CONGO OIL dans la ville de Boma, en RD Congo <i>Ready Khiekie Ngembo</i>	281-291
Physico-chemical quality assessment of the waters and sediments of the M’Badon bay in the south of Côte d’Ivoire <i>Amenan Evelyne Kouassi, Abou Traore, Louan Odile Ble, and J. Biemi</i>	292-304
Traitement à domicile, un défi à relever chez les enfants de 0 à 59 mois avec paludisme: Cas du Centre Hospitalier de Lwiro (Bukavu, Est RD Congo) <i>Nkonzi Karazo Pacifique, Ciribagula Nkulwe, Mirindi Kulondwa, Luna Ngama, Kasole Bujiriri, Baganda Ntahuma, Mbiye Badibanga, Vema Mihigo, ZIHINDULA RUKENGWA, Alexis Galibwa, Zambali Masirika, Famille Bisengi, Murhabazi Bashombwa, and Malengera Kavira</i>	305-312
Changement climatique et disponibilité alimentaire chez les Adjoukrou dans le département de Dabou (Côte d’Ivoire) <i>Ahouyao Jacob, Amani Yao Célestin, and Bouafou Kouamé Guy Marcel</i>	313-322
Esquisse des causes des échecs massifs aux examens d’Etat en section pédagogique dans la chefferie de Watalinga <i>Mwanan’ese Lumande Vérité and Kahindo Semwavyo Jackson</i>	323-330
Quantification saisonnière et scénarios de gestion des déchets solides ménagers de la ville de Grand-Bassam, Côte d’Ivoire <i>Téya Koffi Basile, Effebi Kokoh Rose, Gbossou Koudou Christophe, and Ayavi Avi Gavriel</i>	331-346
Facteurs explicatifs de mariage précoce chez les adolescentes dans l’Aire de Santé Balaw dans Zone de Santé de Budjala en RDC <i>Marie Jose Damose Ngandio and Daniel Matili Widobana</i>	347-355
Evaluation de la qualité des consultations prénatales au centre de Santé Salongo 1 dans la zone de santé de Gemena en RDC <i>Marie Jose Damose Ngandio and Daniel Matili Widobana</i>	356-367
Diversité de la culicidofaune et risques potentiels de maladies dans le parc national de Loango au Gabon <i>Boris Kevin Makanga, Aubin Armel Koumba, Patrice Makouloutou, James Wilfrid Mougoubi, Christophe Roland Zinga-Koumba, and Jacques François Mavoungou</i>	368-377
Déterminants de stress chez les infirmiers: Cas de l’Hôpital Général de Référence de Mbaya en RDC <i>Jean Bosco YOATILE BENAGO and Daniel Matili Widobana</i>	378-386

Cultural Heritage in Imghranes Massif (Drâa-Tafilalet Region, Morocco): An Optimist's Contribution and opportunity for the local people and Sustainable Tourism	387-391
<i><u>Asmae Aichi, Sarrah Ezaidi, Mohamed Abioui, and Abdelkrim Ezaidi</u></i>	
Effet du mode d'extraction sur les paramètres biochimiques et sensoriels du jus de banane plantain musa paradisiaca (variété Corne)	392-406
<i><u>Mohamed Anderson Yeo, Arthur Martin Affery, Ernest Kouadio KOFFI, and Lacina Coulibaly</u></i>	
Sélection participative des variétés pour la résistance à la striure brune du manioc en Province du Sud-Kivu, République Démocratique du Congo	407-415
<i><u>Ugentho Ukany Henry, Clérisse M. Casinga, Nzama Djaimbu, Tuombemungu Baguma Robert, Bashizi Kalinga Benoît, and Bisimwa Bunani Rughe</u></i>	
Caractérisation morphologique du groupe variétal « Folou » ou « Flado » des ignames appartenant à l'espèce D. alata au Burkina Faso	416-423
<i><u>Siédou Sory, Renan Ernest Traore, Djakaridja Tiama, Mariam Kiebre, and Pauline BATIONO KANDO</u></i>	

Error analysis in the essays of engineering students: A comparative taxonomy

Antonio Daniel Juan Rubio¹ and Isabel María García Conesa²

¹Universidad de Granada, Spain

²Centro Universitario de la Defensa de San Javier, Spain

Copyright © 2022 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: If nowadays there is a clear tendency to consider the errors made by learners in their process of language learning not as a negative aspect but as a natural step in the development of their language skills, in the past teachers pondered the errors committed by students as something unfavourable, something to prevent from occurring. However, in recent decades, researchers have come to consider errors as the evidence for a creative process in language learning. Therefore, the main objective of this paper will be to characterise and classify the errors made by undergraduate engineering students in a public Spanish Polytechnic University over the last two academic courses. We will try to categorise those errors taking into account their source but following one of the distinctive taxonomies proposed by Dulay, Burt, and Krashen in “Language Two” (1982): the comparative taxonomy. The comparative taxonomy of errors, upon which we will be basing ourselves on the present research, arranges errors into the following four categories: interlingual errors, developmental errors, ambiguous errors, and other errors. Consequently, what we shall be demonstrating along this article is that, contrary to the opinion of previous studies and researchers, the most frequent category of errors, at least for these technical students, is the interlingual category of errors. And in order to be able to lead this research, a corpus of a total of 72 essays was examined, comprising their written productions in the task assigned throughout these last two years that these students had to take on.

KEYWORDS: Comparative strategy taxonomy, error analysis, technical engineering students, written essays.

1 INTRODUCTION

Error Analysis is a branch of Applied Linguistics which emerged in the 1960s to reveal that the errors that the learners did were not only due to their mother tongue but rather it also reflected certain universal strategies. This trend supposed a reaction to Contrastive Analysis that considered native language interference as the main source of errors in the field of second language learning.

Jack C. Richards (1971) explained in that sense that “the field of errors analysis may be defined as dealing with the differences between the way people learning a language speak and the way that adult native speakers of the language use the language” (Richards, 1971: 1). Similarly, Corder (1981) stated “the errors that learners make are a major element in the feedback system of the process that we call language teaching and learning” (Corder, 1981: 35).

Since then, errors have received much attention from scholars and researchers who tried to analyse different errors made by language learners. Consequently, procedures have been introduced analysing errors from very different and specific points of view. Many error taxonomies have been based on the linguistic item that is being affected by the error. These linguistic taxonomies classify errors according to the language component and the linguistic constituent that the error affects.

Errors can be classified according to different taxonomies. The current research presented here follows the classification proposed by Dulay, Burt, and Krashen in “Language Two” (1982), being the surface strategy taxonomy and the comparative taxonomy two of the major ones in order to classify errors. We can also include two other classifications: linguistic category and communicative effect taxonomy. They firmly believed that an analysis of errors made by language learners could help us understand the process of language learning deeply.

Consequently, we will be basing ourselves on the analysis of errors according to the comparative taxonomy. The classification of errors following a comparative taxonomy is grounded on the comparison between the structure of L2 errors and other types of constructions. Therefore, this taxonomy includes four main categories of errors: developmental, interlingual, ambiguous, and other errors (arranged alphabetically).

Developmental errors are similar to those made by children learning the target language as their first language as in “cat eat it”. *Interlingual errors* are similar in structure to a semantically equivalent phrase or sentence in the learners’ native language as in “the woman obese”. *Ambiguous errors* are those that could be classified equally well as either developmental or interlingual as in “I no have a house”. Finally, *other errors* are those that do not belong to any of the previous categories as in “He do Spanish”.

Therefore, the main objective of this study will be to classify the errors made by a number of Spanish students doing an engineering degree in a public Polytechnic University over the last two years, according to the comparative taxonomy of Dulay, Burt, and Krashen. We will attempt not only to categorise the errors following the aforementioned taxonomy, but also to demonstrate that the most frequent type of errors detected, at least in the case of this specific group of technical students whose English level is not the same as those students doing the English Studies degree, is not the one expected and predicted by some researchers.

2 LITERATURE REVIEW

Errors are recognised as those parts of conversation (spoken discourse) or composition (written discourse) that deviate from some selected norms of mature language performance. Teachers have long realised that making errors is an inevitable part of learning. According to Dulay, Burt, and Krashen, learners cannot learn a foreign language without first committing errors.

Following Bartholomae (1984), students inevitably make errors in their writing productions. And given the prestige that nowadays society gives to correctness in formal writing, teachers quite often correct every error they found in their students’ papers or assignments. But still a wealth of scholarly research not only suggested that this approach to dealing with language error is quite ineffective, but it also argued that it may have a negative impact on their writing ability, usually because it destroys fluency.

Subsequently, error analysis was predominantly used to help language teachers predict what problems a language learner would have due to the linguistic differences between the learner’s native language and the target language. In this way, errors that could not be directly attributed to language interference were virtually ignored whilst those most frequently focused upon were so well-known that many teachers found the work of these researches redundant.

Also, in the decade of the 1970s, several studies were conducted on the speech and writing of adults learning a second language. And these studies found that most of the non-phonological errors that an adult learner made did not reflect their mother tongue. However, the proportion of interlingual errors observed was larger than those which were detected in the case of children. We can include at this stage the studies developed by scholars such as Bertaku (1974), Lo Coco (1976), White (1977), Hanania and Gradman (1977), among others.

Dulay, Burt, and Krashen limited their discussion to the descriptive aspects of error taxonomies in the belief that the accurate description of errors is a separate activity from the task of inferring the sources of these errors. Therefore, they focused on error taxonomies that classify errors according to some observable features of the error itself, without any reference to its underlying cause or source.

It is precisely due to those observable features of errors that we decided to base this research on one of the taxonomies proposed by these researchers. They have called these descriptive taxonomies, reviewing the existing previous literature in order to present the most useful bases for the descriptive classification of errors. And they classified errors into the following categories: linguistic category, surface strategy taxonomy, comparative analysis taxonomy, and communicative effect. These linguistic taxonomies classified errors according to the language component and the particular linguistic constituent that the error affects.

In the first taxonomy, *linguistic category*, James also stated that errors were regarded with respect to where the error was placed in the whole system of the foreign language based on the linguistic item that is disturbed by such error. This taxonomy thus specifies in which part of language the error is located. Therefore, errors following this taxonomy can be classified according to phonology (pronunciation), syntax, morphology (clause, noun phrase, verb phrase, auxiliaries, prepositions, adjectives...), semantics (meaning), lexicon (vocabulary), and discourse (style). According to Dulay, Burt, and Krashen “constituents include the elements that comprise each language component” (Dulay, Burt, and Krashen, 1982: 146), although

they recognised that a full presentation of the language components and constituents would require a Abstract of descriptive linguistics beyond the scope of their research.

In the second taxonomy, *surface strategy*, errors are based on the diverse means in which the students' mistaken account is different from the supposed foreign language version. This means that this taxonomy underlines the ways in which the surface structures diverge. According to this taxonomy, errors are consequently divided into the following four types: omission (omit necessary items), addition (add unnecessary items), misformation (misform items) or misordering (misorder items). The classification put forward by this taxonomy gives us an accurate explanation about the cognitive processes that cause the students' reconstruction of the new language that is being learnt. As Dulay, Burt, and Krashen affirmed "errors are not the result of laziness or sloppy thinking, but of the learner's use of interim principles to produce a new language" (Dulay, Burt, and Krashen, 1982: 150).

It is precisely the third taxonomy, *comparative analysis taxonomy*, the one that we are actually following so as to carry out this study, and the one we will devote more lines to explain in detail. As stated by Dulay, Burt, and Krashen, "the classification of errors in a comparative taxonomy is based on comparisons between the structure of L2 errors and certain other types of constructions" (Dulay, Burt, and Krashen, 1982: 163). And such comparisons have brought about four main error categories: interlingual, developmental, ambiguous, and other errors.

Researchers have consistently found that the great majority of errors in the language output of L2 learners, in our case undergraduate engineering students, is of the developmental type. Although adult learners tend to exhibit more mother-tongue influence in their errors than children normally do, adult interlingual errors also occur in relatively small numbers according to these researchers. However, as we will be determining in this research, the great majority of the errors detected in the 72 essays examined in our study correspond to the interlingual type.

According to the researchers, "*developmental errors* are errors which are similar to those made by children learning the target language as their first language" (Dulay, Burt, and Krashen, 1982: 165). For example, if we take the following utterance made by a Spanish child learning English "dog eat it", the omission of both the definite article and the past tense marker may be classified as developmental because they are also found in the speech of children learning English as their first language. When such errors are made by second language learners, it would be reasonable to hypothesise that mental mechanisms underlying general language development come into play, not the rules and structures of the learner's native language.

Quoting these researchers, "*interlingual errors* are similar in structure to a semantically equivalent phrase or sentence in the learner's native language" (Dulay, Burt, and Krashen, 1982: 171). For example, the utterance "the man thin" produced by a Spanish speaker reflects the word order of Spanish adjectival phrases [article + noun + adjective]. In order to identify an interlingual error, what researchers normally do is to translate the grammatical form of the learner's phrase or sentence into the learner's first language so as to see if there exist similarities. According to Ellis (1985), this type of error is interference or transfer, which means that the learner's native language interferes with the learning of the L2, or rather it transfers into the learner's developing L2 system.

They chose the term "interlingual" instead of the equally similar labels "interference" or "transfer" because it seemed to be the least explanatory in connotation. Interlingual errors simply refer to L2 errors that reflect native language structure, regardless of the internal processes or external conditions that spawned them.

Ambiguous errors could be equally classified as developmental or interlingual errors. According to Dulay, Burt, and Krashen "this type of error reflects both the learner's L1 and also the type of error in the speech of children acquiring English as their first language" (Dulay, Burt, and Krashen, 1982: 172). For example, in the utterance "I no have a bike", the negative construction reflects the learner's native Spanish and it is also characteristic of the speech of children learning English as their first language.

The ambiguous category is particularly important in a comparative taxonomy. Assigning such errors to a distinct category guarantees the clarity of the findings resulting from a comparative analysis of errors and allows researchers to draw clear theoretical inferences from the rest of the data obtained.

Other errors make up a sort of grab bag for items that do not fit into any other previous category. For example, if we take the utterance "She do thirsty", the speaker used neither the native Spanish structure (in the use of have for is as in She have hungry), nor an L2 developmental form (such as She hungry), where the auxiliary is omitted altogether.

Such an error would go into the other category, also called "unique errors" by Dulay and Burt (1974), referring to their being unique to L2 learners. These errors are not similar to those made by children during the first language development, so they must be unique to second language learners, and since they are not interlingual, at least some of them must be unique reflections of a creative construction.

The fourth and last taxonomy is the *communicative effect taxonomy*, “based on the perspective of their effect on the listener and the reader” (Dulay, Burt, and Krashen, 1982: 189). It deals with discriminating between errors that seem to cause miscommunication and those that do not. Errors that distress the overall organization of the sentence usually hinder communication, while those errors that affect a single element of a sentence usually do not hinder communication. And following Dulay, Burt, and Krashen (1982), this type of taxonomy classifies errors into global errors and local errors.

Global errors are errors that affect the complete sentence organization and they meaningfully hamper communication. These errors include the wrong order of major constituents as “English language use many people”; missing, wrong or misplaced sentence connectors as “He will be rich until he marry”; missing cues to sign obligatory exceptions to pervasive syntactic rules as “The student’s proposal looked into the principal”; and regularization of pervasive syntactic rules to exceptions as “We amused that movie very much”.

On the other hand, *local errors* are those that affect single elements in a sentence and that do not usually hinder communication significantly, at least not to a great degree. This type of errors includes errors in noun and verb inflections, articles, auxiliaries, and the formation of quantifiers, among some others.

We cannot end up this review without making allusion to several studies which were carried out by some Spanish university professors such as Roca de Larios, Murphy, and Manchon Ruiz among others. In the last decades, this group of professors have published a number of articles dealing not only with the analysis of errors but also with other aspects regarding their interpretation, strategies and components.

3 METHOD

The present research was conducted using a quantitative research design that was used to disclose what type of errors and how many these undergraduate students made. Not only did we attempt to classify all the errors encountered, but also, and more specifically, we did find out what the most frequent ones were. Let’s remember at this point that we were following the comparative taxonomy proposed by Dulay, Burt, and Krashen in “Language Two” (1982), as we forestalled in the previous section.

The group of students included in this study encompassed an uneven number of undergraduate technical engineering students who were doing their degree on a public Spanish Polytechnic University. These students, whom were mostly male given the technical nature of the degree, were asked to carry out a written assignment during the last two academic years in order to get a bigger quantity of participants.

This uneven number of contributors was justified by shedding some light on the kind of assignment being asked for. Since the task was not compulsory but optional, not the same number of students handed in the task. Therefore, a total of 72 essays were delivered for the task although the overall distribution was slightly unbalanced in each year.

The focus of the study was thus laid on the classification of the many errors committed by these undergraduate students along the written assignment. And in order to do so we kept the comparative taxonomy classification offered by Dulay, Burt, and Krashen which divided errors into four different categories: ambiguous, developmental, interlingual, and other errors. For the sake of clarity, we should clarify that these categories have been arranged here alphabetically for the moment.

Consequently, the instruments which were used to develop this current research referred to the writing assignment that these students had to undertake along the semester. At this point the authors figure out that it is important to remark an important fact about the assignment. Although the students had to cope with writing an essay about a specific topic as we will later detail, it is also true that prior to this writing they received the necessary background information in terms not only of grammar of vocabulary but also of the required structures, which would apparently enable them to deal with the assignment appropriately.

Finally, regarding the procedure, this study was conducted during one semester in the last two consecutive academic years. The collection of data did not take place until all the necessary information had been studied and dealt with in class, on the one hand, and they also had enough time to carry out the assignment, on the other. Although many different errors were encountered, only those falling under the comparative taxonomy were taken into consideration.

4 DISCUSSION OF RESULTS

Behind the analysis of the data which we obtained, in general terms, we can assert that a total of 256 errors were encountered along the 72 essays examined, which gives us a rough average of 3.5 errors per essay. Taking into account that

there was a number of essays with no errors at all, this figure gives us an accurate idea on the number of errors which were detected along the task.

And following the comparative taxonomy of errors proposed by Dulay, Burt, and Krashen in 1982, the errors found in the task were classified into the following types: ambiguous errors, developmental errors, interlingual errors, and other errors. Errors that did not fall under these categories were not considered in this research.

The task that students had to accomplish along the semester was the description of the electricity cycle (generation, transmission, and distribution) by means of including action verbs and the use of the passive voice. This task was carried out after the students had completed a unit of the syllabus on electricity in which the electricity cycle was discussed.

The number of essays underwent for this task was 72 in total. And the distribution of errors was quite odd. If the most commonly found essays in this task were those with 5 or more errors, with a subtotal of 25 cases representing a 34.8%, the least ones were those with 1 or 2 errors with 13 cases, standing for an 18% overall. In between we came across 19 essays with no errors, denoting a 26.4 of the total, and 15 essays with 3 or 4 errors, meaning a 20.8% as a whole. This allotment gives us a clear idea of how distributed the number of errors detected were in this initial task.

Should we focus on the 53 compositions containing 1 error at least, we came across the fact that the category with the highest number of errors in this task following the comparative taxonomy was interlingual, with a total of 99 errors out of 256, which represented a 38.8% of the total. In the second place we found developmental errors with 61 cases detected, representing a 23.8% overall. Other errors came in the third position with 59 errors spotted, standing for a 23% of the total. And in the last place we found ambiguous errors with 37 examples which meant a 14.4% in general. The numbers and percentage of each error category are shown in the following table:

Table 1. Number and percentage of error categories in the task

Type of error	Number of errors	Percentage
Interlingual errors	99	38.8%
Developmental errors	61	23.8%
Other errors	59	23%
Ambiguous errors	37	14.4%
TOTAL	256	

Source: Own elaboration

Let's now have a look at *interlingual errors*, the category with the highest number of errors, 99 out of 256. This meant that almost one in each three errors belonged to this category in the task. And as it will be shown in table 2, interlingual errors were divided into the following six types keeping the division made by Krashen, Burt, and Dulay: addition of past tense, addition of preposition, verb-number disagreement, inappropriate demonstrative, inappropriate preposition, and inappropriate pronoun.

Table 2. Number and percentage of interlingual errors in the task

Type of error	Number of errors	Percentage
Addition of past tense	1	1%
Addition of preposition	1	1%
Verb-number disagreement	74	74.8%
Inappropriate demonstrative	6	6%
Inappropriate preposition	12	12.1%
Inappropriate pronoun	5	5%
TOTAL	99	38.8%

Source: Own elaboration

Under the category of interlingual errors, the type with the highest number of cases in the students' compositions was that of verb-number disagreement with 74 errors detected, which represented a 74.8% of the total. Given the technical nature of the task, students seemed to be unable to maintain the agreement between the subject and the verb as in the following example: "The smart grid is a grid that use information technology".

Quite less numerous was the next type of interlingual errors, the use of an inappropriate preposition, something which happened 12 times, representing a 12.1% overall. The following sentence is an example of this type of error: "The process of electricity is controlled for electronic and computing means".

Then we found 2 other types of interlingual errors close in numbers. On the one hand, there was the use of an inappropriate demonstrative, with 6 errors detected which made up for a 6% of the total. Using the correct demonstrative in the sentences did not represent a big deal for these students. An example of this type of error could be the following: "In this transformers the voltage is reduced by electromagnetic induction".

And on the other hand, there was also the use of an inappropriate pronoun with 5 cases spotted, meaning a 5% overall. As can be seen both types shared closed number of errors. The following could be included as an example of such an error: "When electricity reaches her destination, it is stepped down to a low voltage in a substation".

Finally, the presence of two other types of interlingual errors, the addition of a past tense and the addition of a preposition, was rather testimonial in this first task. In each type there was just one error, which signified a scarce 1% of the total. The following can be included as an example of the former type, the addition of a past tense: "We can classified into 2 components". And the next sentence is an example of the latter type, the addition of a preposition when it was not needed: "The electric power which is generated is stepped up to a higher voltage at which it connects to the electric power transmission network".

The second most numerous category in this task corresponded to *developmental errors*, with a total of 61 errors out of 256, which represented a 23.8% overall. This time developmental errors were classified into the following eight different types: omission of auxiliary, omission of plural marker, omission of regular past tense marker, omission of irregular past tense marker, addition of regular past, addition of irregular past, inappropriate part of speech, and omission of the infinitive marker "to". The distribution of each type of developmental error can be checked in the next table.

Table 3. Number and percentage of developmental errors in the task

Type of error	Number of errors	Percentage
Omission of auxiliary	12	19.7%
Omission of plural marker	12	19.7%
Omission of regular past tense marker	15	24.6%
Omission of irregular past tense marker	1	1.6%
Addition of regular past	1	1.6%
Addition of irregular past	2	3.3%
Inappropriate part of speech	17	27.9%
Omission of infinitive marker "to"	1	1.6%
TOTAL	61	23.8%

Source: Own elaboration

In this task, there was a relatively even distribution in the number of errors not only for the most recurrent errors but also for the least frequent ones as can be deduced from the information gathered in the preceding table. Whether we came across four different types of developmental errors in the upper side of the rank, the same happened in the lower side with four other types of errors.

Should we just start with the most numerous type of developmental error, this referred to the misuse of an inappropriate part of speech, error which occurred 17 times, representing an almost 28% of the total of developmental errors. Nearly one third of developmental errors belonged to this type. Apparently, students faced some problems when they had to construct long complex sentences keeping the logical and normal order. An example of this type of error could be the following: "This generation is far from consumption and so is produced in the central electricity".

Close in frequency we could find the next type of developmental error, the case of the omission of a regular past tense marker, something which happened 15 times along the task, which stood out for a 24.6% overall. They seemed to forget to include the past tense marker in some verbs as can be seen in the following example: "The substation is where the electricity voltage is increase through the transformers".

Two other types of developmental errors followed in number in the upper side of the rank: the omission of the auxiliary, and the omission of a plural marker. In each case, we found 12 errors in the task, denoting a 19.7% of the total. The following can be included as an example of the former type, the omission of the auxiliary: "Why we do it?". And the next one is an

example of the latter case, the omission of a plural marker: “The electrical grid is one of the most important invention in the modern world”. Using the auxiliary when forming questions and keeping the concordance in plural formation seemingly appeared to pose some problems when writing this task.

On the other hand of the scale we came across four different types of developmental errors whose occurrence along the task was nothing but testimonial with just 1 or 2 errors. One of these types was the addition of an irregular past formation in the sentence with 2 errors spotted, which represented a 3.3% of the total. This sentence can serve as an example for such a type of error: “We will lost a lot of its energy”.

The other three types of developmental errors, which merely happened once in each case, standing for a 1.6% of the total, included the omission of an irregular past tense marker, the addition of a regular past, and the omission of the infinitive marker “to”. This symbolic presence in the task denote that these types of errors did not suppose a big problem to accomplish.

The following sentence could be considered as an example of one of these types, the omission of an irregular past tense marker: “This electricity is then send to a step-up transformer”. As an example of the addition of a regular past tense form we could include the following: “When we use step-up transformers, we will decreased the intensity of the electricity”. Finally, the next one could be cited as an example of the omission of the infinitive marker “to”: “When electricity is used, it’s necessary ___ decrease it”.

In the third place in terms of number of errors, there came the category of *other errors* with 59 errors encountered out of 256, which embodied a 23% of the total. However, it should also be clarified that this figure is a bit deceitful since a great deal of these corresponded to the case of incorrect spelling. Taking into account the technical nature of the task and the specific vocabulary they were asked to use, it may seem reasonable to expect such a number of words incorrectly written.

Other than this, the presence of other errors in this task was quite symbolic as we will now explain. For this task, other errors were classified into the following five different types: addition of article, addition of plural marker, omission of progressive form, incorrect spelling, and addition of subject.

Table 4. Number and percentage of other errors in the task

Type of error	Number of errors	Percentage
Addition of article	2	3.4%
Addition of plural marker	3	5.1%
Omission of progressive form	5	8.4%
Incorrect spelling	46	78%
Addition of subject	3	5.1%
TOTAL	59	23%

Source: Own elaboration

As anticipated, the bulk of other errors corresponded to the case of incorrect spelling with 46 errors detected, denoting a 78% of the total. Given the scientific nature of the task, we may expect such a number of words incorrectly written. A clear example of this type of other errors can be the following: “Industrial consummers are large facilities like manufacturing plants or office building”. The difference in frequency between this type of errors and the rest of other errors was quite outstanding.

Therefore, it was from a notably distance that we encountered the next type of other errors, the omission of a progressive form. This type happened 5 times, representing an 8.4% overall. The omission of the progressive form of the verb was reflected in cases like the following: “The electrical grid is the network which is generate power”.

Next, we found two other types of other errors with the same number of incidences, 3, standing for a 5.1% as a whole: the addition of a plural marker and the addition of a subject. The former case, the addition of the plural marker, can be seen in the following example: “The generation of electricity can be in differents plants like hydraulic or nuclear”. And the following could be cited as an example of the latter, the addition of a subject when it was not required: “As a consumer, you can’t choose which it is your distribution company”.

The last type of other errors corresponded to the case of the addition to the sentence of an article when this was not needed, something which just happened twice, representing a 3.4% of the total. An example of this type of error could be the following: “Nowadays, the most part of the machines are fed by electricity”.

Finally, the least numerous category of errors in this first task following the comparative taxonomy corresponded to *ambiguous errors*, with a total of 37 errors out of 256, representing thus a 14.4% of the total. In this initial task, ambiguous errors were divided into the following types: omission of the article, omission of the subject, inappropriate quantifier, and inappropriate article.

Table 5. Number and percentage of ambiguous errors in the task

Type of error	Number of errors	Percentage
Omission of article	17	46%
Omission of subject	14	37.8%
Inappropriate quantifier	3	8.1%
Inappropriate article	3	8.1%
TOTAL	37	14.4%

Source: Own elaboration

As can be seen in the previous table, there is a certain degree of parallelism with the category of developmental errors in the number of cases found both in the upper side of the scale and in the bottom. But this time the frequency is almost reduced to the half.

The most frequent type of ambiguous errors was the case of the article, either definite or indefinite, being incorrectly omitted in a sentence. This occurred 17 times in the task, representing a 46% of the total as can be seen in the following example: "Electricity is generated at __ generating plant". This sole type of ambiguous errors meant almost half of the total of errors in this category.

The next type of ambiguous errors in frequency was the case of the omission of the subject in the sentence, something which happened 14 times, denoting a 37.8% overall. As an example of this type of error we could include the following: "The electricity goes through a lot of kilometres until our homes because __ is safer for us". Including the correct subject in each case posed some problems on the students, especially when this was an impersonal one.

Finally, we found out two other types of ambiguous errors in the lower side of the rank with just 3 errors each one, standing for an 8.1% of the total: the use of an inappropriate quantifier and the use of an inappropriate article. In the case of former type, the use of an inappropriate quantifier, we could include the following sentence: "The most application of the electrical grid is the smart grid". Finally, as an example of the latter type, the use of an inappropriate article, the next one could be included: "Now there is a only electricity central for all types of sectors".

5 CONCLUSIONS

Writing is one of the most difficult skills for EFL students to acknowledge. Producing a well-organised piece of writing seems to be a difficult task for learners, especially if we bear in mind the notable fact that we were dealing with undergraduate students doing a technical degree and whose domain of the FL should then not be comparable to that of those students doing English studies or any related field of expertise.

Error Analysis included an internal focus on the learner's creative ability to construct a foreign language. Therefore, it was the main method used to document the systematic errors appearing in the writing compositions of EFL students. Errors were usually classified according to the language component: phonological, morphological, syntactic, etc.

Throughout the present research, errors have been arranged according to the classification proposed by Dulay, Burt, and Krashen in "Language Two" (1982) into four taxonomies or categories: linguistic category, surface strategy taxonomy, comparative taxonomy, and communicative effect taxonomy.

And more precisely, we have been following the comparative taxonomy in this study whereby errors were organised into the next four main categories: ambiguous errors, developmental errors, interlingual errors, and other errors (being arranged here alphabetically without any other restraining factor).

The first important aspect to recall back is the fact that some of the researchers mentioned in the present study defended that the majority of errors that adult FL learners committed corresponded to the developmental category. However, we have consistently corroborated that it was not the case in our research. We have definitely shown that the most frequent errors

that undergraduate technical engineering students made were interlingual in the case of the written assignment examined, contrary to the opinion of these researchers.

Secondly, the data obtained in this research came from the thorough analysis of the 72 essays handed in by Spanish undergraduate engineering students during the last two academic years. These students had to deliver a task along the semester with an uneven distribution throughout the two courses.

Thirdly, concentrating on the number of errors, a total of 256 errors were detected in the written assignment with an uneven distribution. A total of 256 errors were found in the 72 essays of the task, which gave us an estimated average of 3.5 errors per essay.

In the fourth place, we can also emphasise the number of errors detected in the 72 essays. In this, we made a distinction between essays without errors, essays having one or two errors, essays having three or four errors, and essays having more than five errors. And in terms of numbers, the first group was that composed of essays having more than five errors with a total of 25 essays, representing a 34.7% of the total. Next, we found essays with no errors, 19 out of 72, standing out for a 26.4% in all. In the third place, there were essays with three or four errors, 15 out of 72, which represented a 20.8% of the total. Finally, the least representative group was that of essays with one or two errors, with 13 essays in total, denoting a 18.1% as a whole. These data can easily be interpreted in the next explanatory figure.

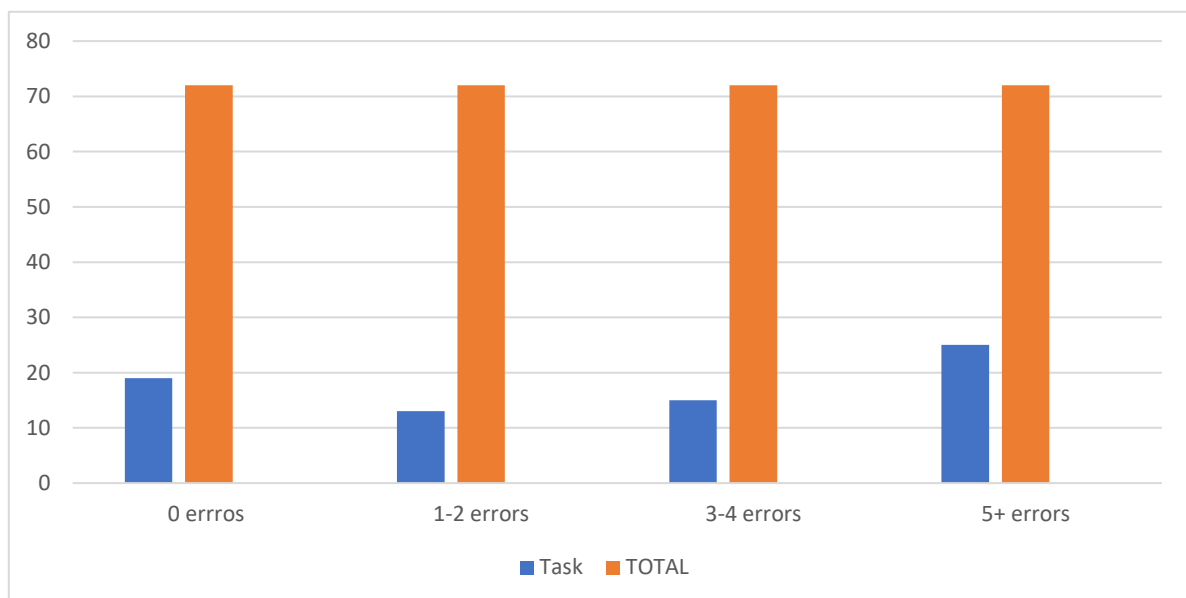


Fig. 1. Number of errors in the task

Source: Own elaboration

In the fifth place, we focused in depth on the different categories of errors encountered along the 72 essays. And contrary to the view of some researchers, we determined that interlingual errors, and not developmental errors as suggested, was the category with the highest number of occurrences along the task with a total of 99 errors, making up a 38.7% of the total. In second place there came developmental errors, with 61 errors in total, representing a 23.8% overall. The third place was for other errors with 59 cases detected, which denoted a 23.1% in all. Finally, the last representative category was that of ambiguous errors with 37 errors, which represented a 14.4% in general. In the next figure we can appreciate the distribution of errors according to the category.

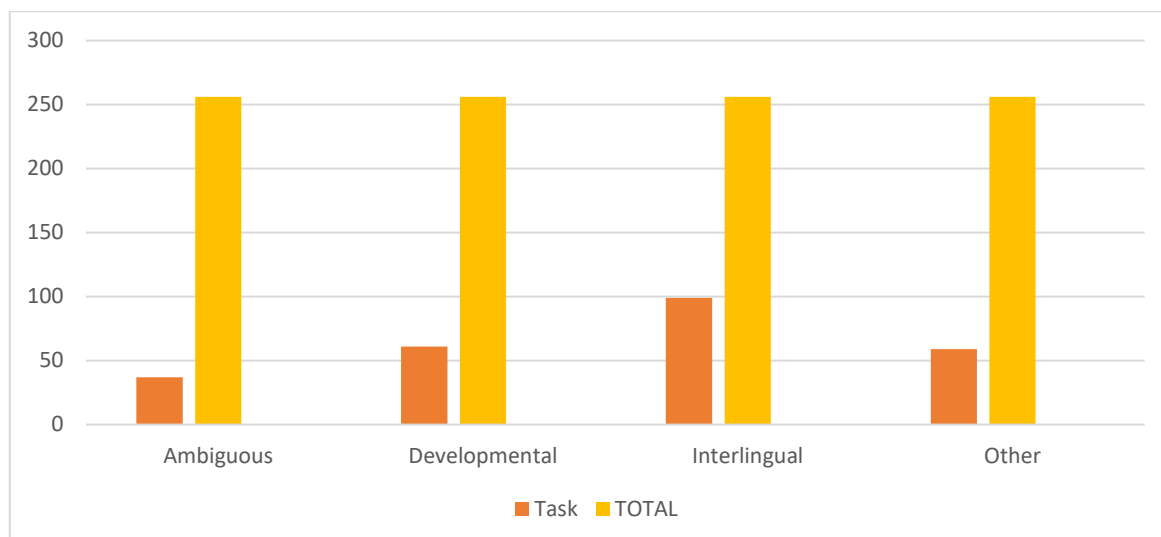


Fig. 2. Type of errors in the task

Source: Own elaboration

In the sixth and last place, we also divided each error category into different types. Thus, in the first category, *interlingual errors* were divided into the following six types: addition of past tense, addition of preposition, verb-number disagreement, inappropriate demonstrative, inappropriate preposition, and inappropriate pronoun. The most repeated type of error was the case of verb-number disagreement with 74 errors whilst the least repeated ones were the addition of past tense and the addition of a preposition with just one instance each. Other frequent interlingual errors were the use of an inappropriate demonstrative, inappropriate preposition or inappropriate pronoun. In the following pie chart, we can acknowledge the distribution of types of interlingual errors.

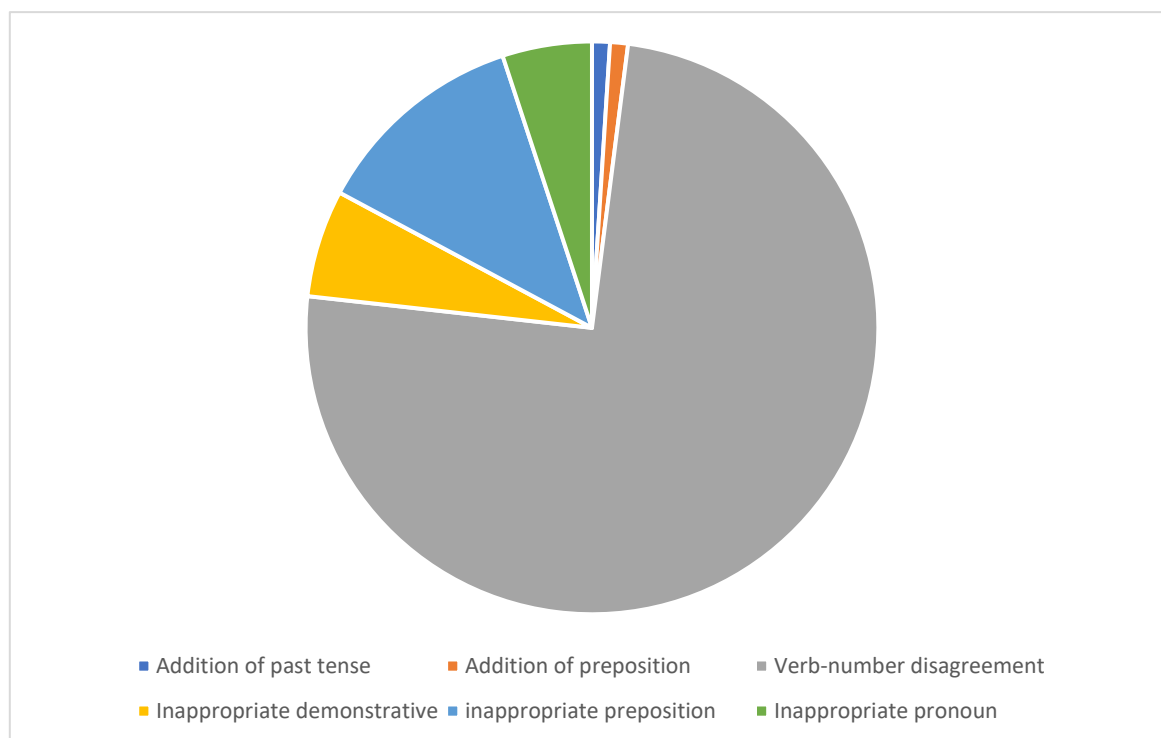


Chart 1. Distribution of types of interlingual errors

Source: Own elaboration

The second category corresponded to *developmental errors*, which were divided into the following eight types: omission of an auxiliary, omission of plural marker, omission of regular past tense marker, omission of irregular past tense marker, addition of regular past, addition of irregular past, inappropriate part of speech, and omission of infinitive marker “to”. Within developmental errors, the most frequent type was the use of an inappropriate part of speech with 17 cases. On the other hand, the least frequent types were the omission of irregular past tense marker, the addition of regular past, and the omission of the infinitive marker “to” with just one case each. Other types which were also recurring were the omission of the auxiliary or the omission of a plural marker, as can be seen in the next pie chart.

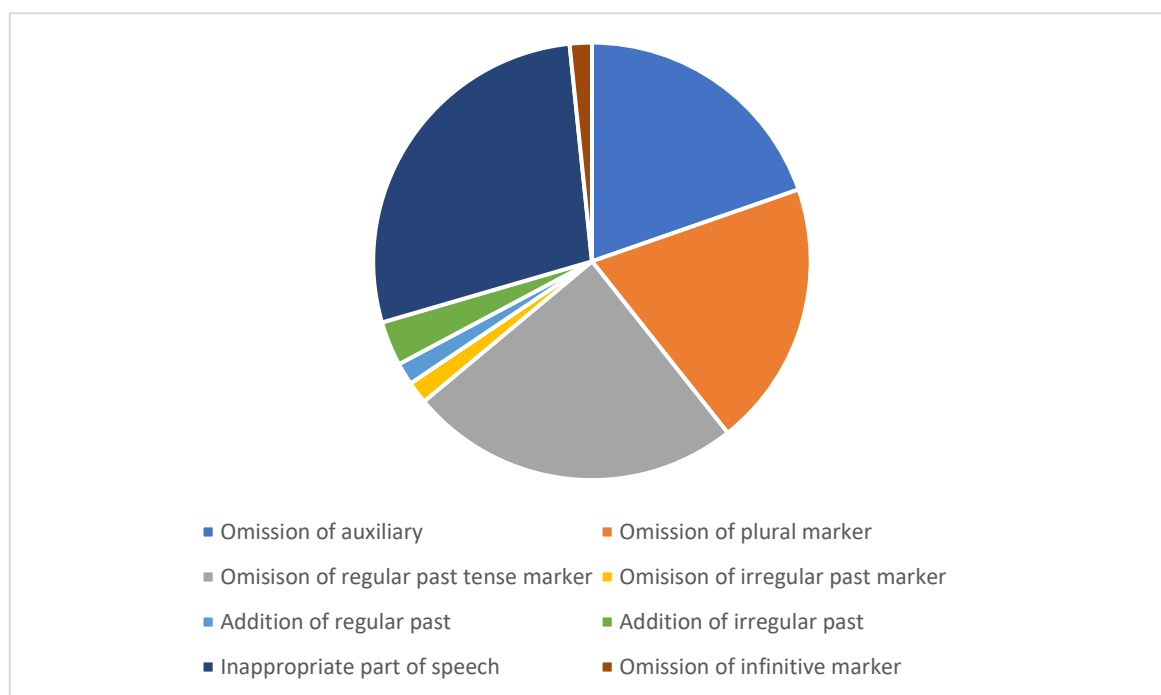


Chart 2. Distribution of types of other errors

Source: Own elaboration

In the third place, *other errors*, which were divided into the following five types: addition of article, addition of plural marker, omission of progressive form, incorrect spelling, and addition of subject. If the most represented type was that of incorrect spelling with 45 cases, the least represented one was the addition of the article with just 1 error. Some other recurrent types were the addition of a plural marker and the omission of the progressive form.

At this point, it should be reminded that had not been for the type of incorrect spelling, the category of other errors would have come in the last place in the rank. However, it may seem unavoidable to expect such a high number of words incorrectly written in the assignments. We can appreciate it better in the following pie chart.

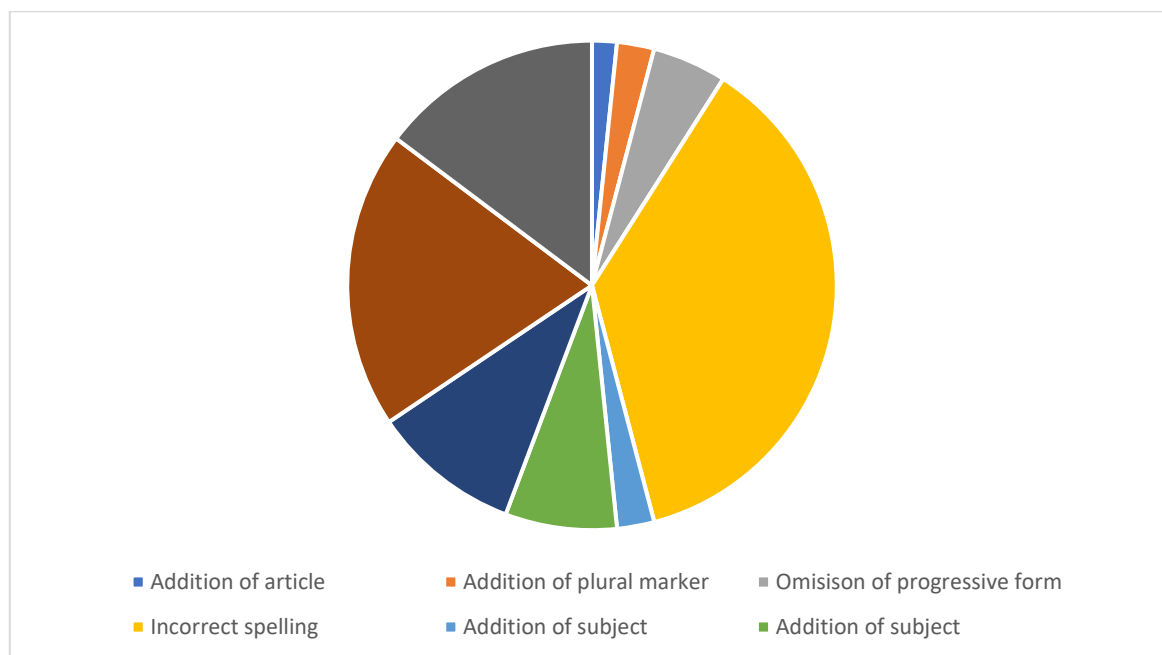


Chart 3. Distribution of types of other errors

Source: Own elaboration

Finally, *ambiguous errors*, the last category in numbers, were divided into the following four types: omission of article, omission of subject, inappropriate quantifier, and inappropriate article. Whilst the first two types, the omission of article and the omission of the subject were found quite recurrently each, on the other hand the use of an inappropriate article and the use of an inappropriate quantifier were just encountered 3 times as can be deduced from the following pie chart.

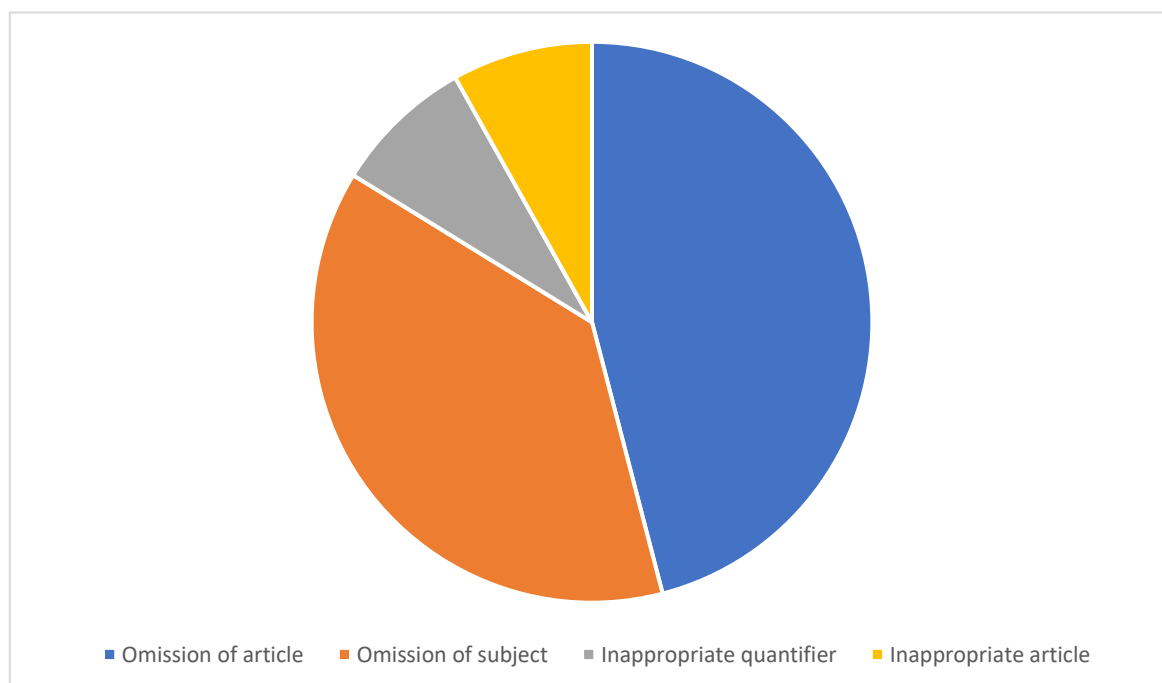


Chart 4. Distribution of types of ambiguous errors

Source: Own elaboration

As a closing remark, we can finish withdrawing the main information collected along the study. The corpus of this research has been the analysis of errors in 72 essays written by technical engineering students during the last two academic years in a written assignment. And in order to do so, we followed the comparative taxonomy proposed by Dulay, Burt, and Krashen. The findings in these essays have demonstrated that the most recurrent category of errors detected was that of interlingual errors, followed by other errors and developmental errors. Finally, we placed ambiguous errors in the last position in the rank.

REFERENCES

- [1] Bartholomae, D. (1984). The Study of Errors. *College Composition and Communication*, 31.
- [2] Bertkau, J. (1974). An Analysis of English Learner's Speech. *Language Learning*, 24 (2).
- [3] Lococo, V. (1976). A Comparison of Three Methods for the Collection of L2 data: Free Composition, Translation, and Picture Description. *Working Papers on Bilingualism*, 8.
- [4] White, L. (1977). Error Analysis and Error Correction in Adult Learners of English as a Second Language. *Working Papers in Bilingualism*, 13.
- [5] Hanania, E.A. & Gradman, H.L. (1977). Acquisition of English Structure. *Language Learning*, 27.
- [6] Corder, J.P. (1981). *Error Analysis and Interlanguage*. Oxford: Oxford University Press.
- [7] Dulay, H. & Burt, M. (1974). Errors and Strategies in Child Second Language Acquisition. *Tesol Quarterly*, 8.
- [8] Dulay, H. & Burt, M. (1974). Natural sequences in child second language acquisition. *Language Learning*, 24 (1).
- [9] Dulay, H., Burt M. & Krashen, S. (1982). *Language Two*. New York: Oxford University Press.
- [10] Ellis, R. (1985). *Understanding Second Language Acquisition*. Oxford: Progress Press.
- [11] Ellis, R. (2003). *The Study of Second Language Acquisition*. Oxford: Oxford University Press.
- [12] James, C. (1998). *Errors in Language Learning and Use*. London: Longman.
- [13] Manchon Ruiz, R.M., Murphy, L. & Roca de Larios, J. (2007). Lexical retrieval processes and strategies in second language writing: a synthesis of empirical research. *International Journal of English Studies*, 7.
- [14] Murphy, L. & Roca de Larios, J. (2001). Some steps towards a socio-cognitive interpretation of second language composition processes. *International Journal of English Studies*, 1.
- [15] Richards, J.C. (1971). A Non-Contrastive Approach to Error Analysis. *Journal of ELT*, 25.
- [16] Roca de Larios, J. (1996). Linearization strategies in ELF writing. *Lenguaje y textos*, 8.
- [17] Roca de Larios, J., Manchon Ruiz, R.M. & Murphy, L. (2007). Componentes básicos y evolutivos del proceso de formulación en la escritura de textos en lengua materna y lengua extranjera. *Revista Española de Lingüística Aplicada*, 20.

Análisis de los productos ofertados por instituciones financieras para el desarrollo económico de los emprendimientos en la provincia del Guayas año 2021

[Analysis of the products offered by financial institutions for the economic development of businesses in the province of Guayas year 2021]

Lisette Gabriela Salazar Ronquillo¹, Estela Judith Romero Rodríguez², Jonathan Alexander Morán Álvarez³, and Mabel Elizabeth Barriga Pizarro⁴

¹Gestor de OEC, Instituto Superior Tecnológico «Juan Bautista Aguirre», Magister en Tecnología e Innovación Pedagógica, Daule, Ecuador

²Docente Investigador, Instituto Superior Tecnológico «Juan Bautista Aguirre», Ingeniera Comercial, Daule, Ecuador

³Docente Investigador, Instituto Superior Tecnológico «Juan Bautista Aguirre», Ingeniero en Contabilidad y Auditoría, Daule, Ecuador

⁴Jefa de la Unidad de Relaciones Internacionales, Instituto Superior Tecnológico «Juan Bautista Aguirre», Magister en Contaduría Pública, Daule, Ecuador

Copyright © 2022 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 work is to analyze the influence of the financial products offered by the Ecuadorian financial institutions that help the economic development of the enterprises in the province of Guayas during the year 2022, due to the fact that there is a high degree of ignorance about the products and services offered by the Ecuadorian bank for the economic development of legally constituted businesses. With these precedents, a quantitative approach methodology is developed under a non-experimental design with a descriptive and documentary character; The literary resources offered by various authors are examined, which allows an approach to the object of study. Additionally, the unit of analysis in which the scientific article is oriented focuses on formal enterprises and businesses in the province of Guayas. Finally, the results obtained revealed that the incidence of financial services offered by the Ecuadorian bank in the economic development of enterprises in the province is significantly high; therefore, businesses can enhance their economic activities in order to obtain better results over time.

KEYWORDS: Bank, Covid-19, Ecuador, Finances, Money.

RESUMEN: Este trabajo tiene como objetivo analizar la influencia de los productos financieros ofertados por las instituciones financieras ecuatoriana que ayudan al desarrollo económico de los emprendimientos en la provincia del Guayas durante el año 2022, debido a que, existe un alto grado de desconocimiento sobre los productos y servicios ofertados por la banca ecuatoriana para el desarrollo económico de los negocios legalmente constituidos. Con estos precedentes, se desarrolla una metodología de enfoque cuantitativo bajo un diseño no experimental con carácter descriptivo y documental; se examinan los recursos literarios ofrecidos por diversos autores que permite tener un acercamiento al objeto de estudio. Adicionalmente, la unidad de análisis en la que se orienta el artículo científico se focaliza en los emprendimientos y negocios formales de la provincia del Guayas. Finalmente, los resultados arrojados revelaron que la incidencia de los servicios financieros ofertados por la banca ecuatoriana en el desarrollo económico de los emprendimientos en la provincia, es significativamente alta; por lo cual, los negocios pueden potencializar sus actividades económicas a fin de obtener mejores resultados a través del tiempo.

PALABRAS-CLAVE: Banco, Covid-19, Ecuador, Finanzas, Dinero.

1 INTRODUCCIÓN

Las actividades realizadas por las instituciones financieras han demostrado ser a lo largo de la historia uno de los factores más importantes en cuanto al desarrollo de una economía. Según (Carrasco, 2018), el sector bancario ecuatoriano ha mantenido un papel trascendental en el fomento de las actividades económicas. Sector que vio formalmente sus inicios a mediados del siglo XIX, y que, desde esa fecha en adelante, ha actuado como agente dinamizador del crecimiento económico. La banca ecuatoriana está conformada por el sector público y el sector privado, el primero que registra la existencia de dos instituciones principales –CFN y Banco del fomento, actualmente llamado Ban-Ecuador.

Según las (SIB, s.f.), existen alrededor de 24 bancos, (23 nacionales y 1 extranjeros), cuatro mutualistas y 26 cooperativas de ahorro y crédito. De modo que la oferta de productos y servicios financieros es amplia, adaptándose a diversos segmentos del crédito como: comercial, consumo, productivo, vivienda, microempresa, etc.

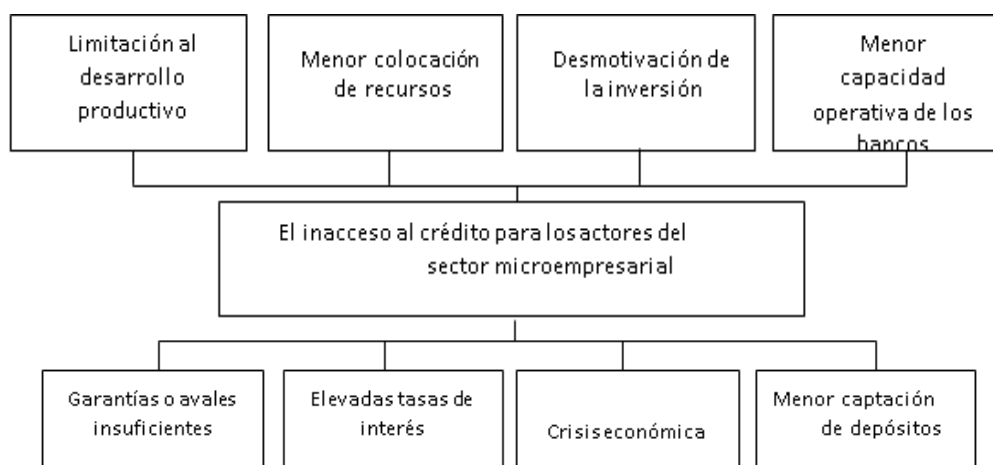
En la actualidad se busca formar el desarrollo de la creatividad para las microempresas, la capacidad para desplegar nuevas ideas y mejorar los resultados en base a las necesidades de la población. Con ello, De la Rosa y Gracida (2016) manifiestan que, en el entorno económico, el apareamiento de emprendimientos y pequeños negocios ocasiona un desarrollo de la industria nacional y un cambio de la matriz productiva debido a la diversificación de factores asociados a la gestión empresarial.

Ruiz et. Al (2021) fundamenta que, para mejorar las operaciones habituales a través de la fluidez monetaria, las empresas requieren la utilización de productos financieros ofertados por la banca; no obstante, en su mayoría las empresas que más demandan estos servicios son las micro, pequeñas y medianas empresas.

Azar (2020), expone que tradicionalmente al iniciar un negocio, los emprendedores obtienen financiamiento de la banca o del sector micro financiero a través de cooperativas o mutualistas que otorgan créditos, sin embargo, en la práctica estos poseen una alta desventaja respecto a grandes empresarios al momento de incurrir en deuda, esto es debido a que, la mayor parte de los agente económicos empiezan a desarrollar sus negocios con poco historial crediticio lo que limita el acceso al financiamiento bancario. “Las instituciones han masificado los créditos tradicionales como los productos de primera opción para las pymes”. Hay que destacar que el financiamiento a las pymes es un aspecto importante en la gestión empresarial, porque permite el inicio, desarrollo y evolución de los modelos de negocios, de la misma forma contribuye con el empleo, potencializa el crecimiento económico y estimula la inclusión social. Cualquier tipo de restricción financiera entorno a las actividades empresariales que ejerce un emprendedor repercute de forma negativa con la productividad, el empleo, y la innovación.

Las microempresas en el país son aquellas de fácil constitución y de bajo nivel de ventas y mano de obra, que mantienen un papel protagónico en la estructura empresarial, ya que concentran cerca del 90% del total de establecimientos en el Ecuador (SRI), desempeñándose en sectores como el comercio, manufactura, servicios, etc. Aportando en la generación de empleo y producción de la nación. Es así que se vuelve necesario conocer hasta qué punto estas instituciones financieras han contribuido al desarrollo de este sector empresarial, con el objetivo de analizar la incidencia de los créditos bancarios en la economía de las microempresas.

Tabla 1. La incidencia de los créditos bancarios en la economía de las microempresas



Elaborado: por los autores.

Para determinar este efecto, el estudio se gestionó mediante un enfoque cuantitativo y los resultados obtenidos al finalizar manifiestan que existe un uso deficiente de los servicios financieros, con poco acceso a créditos debido a que tienen una alta limitación y restricción derivado de las políticas de cada institución bancaria, con ello, existe poco conocimiento sobre las ventajas que ofrecen los seguros financieros, pues son de los productos menos utilizados por los emprendedores.

La banca ecuatoriana, expone claramente lo referente a la actividad bancaria, la misma que puede ser diferenciada por la naturaleza que la entidad presente, siendo estas de origen público o privado. La (LEY ORGANICA DE INSTITUCIONES DEL SISTEMA FINANCIERO), en su Art. 51 señala las 25 operaciones que la banca ecuatoriana puede realizar con el recurso captado. Entre ellas se destacan las siguientes:

- a) Recibir recursos del público en depósitos a la vista o a plazo;
- b) Expedir compromisos y documentos que reflejen los activos y patrimonios;
- c) Otorgar préstamos hipotecarios y prendarios;
- d) Negociar documentos (letras de cambio, pagarés, facturas, entre otros)
- e) Efectuar servicios de caja y tesorería;
- f) Fungir de emisor de tarjetas de crédito o de cualquier modalidad;
- g) Garantizar la colocación de acciones u obligaciones; entre otras

En la actualidad existe una amplia gama de productos bancarios y servicio financiero que deben ir en función al grado de madurez que posee el negocio a fin de obtener un retorno de capital esperando en un determinado periodo de tiempo según acuerdos dados entre el emprendedor y el banquero para asegurar el cumplimiento crediticio.

En relación a lo expuesto, el presente tiene el objetivo de analizar la influencia de los productos financieros ofertados por la banca ecuatoriana que ayudan al desarrollo económico de los emprendimientos en la provincia del Guayas durante el año 2022. Con ello, se pretende determinar los antecedentes teóricos que señalan la participación de la banca en el desenvolvimiento económico de los emprendimientos durante los últimos años; identificar los productos financieros ofertados por el sistema bancario ecuatoriano que generan un mayor grado de efectividad para los usuarios que adquieren el servicio en el marco del desarrollo económico para las mi pymes; y, plasmar la percepción de una muestra de emprendedores que confluyan en la provincia del Guayas a través de un enfoque cuantitativo con el objetivo de obtener resultados que se acerquen a la realidad.

Siguiendo el esquema de investigación, se fundamenta la premisa: “La incidencia de los productos financieros ofertados por la banca ecuatoriana en el desarrollo económico de los emprendimientos en la provincia del Guayas durante el año 2022, es significativamente alta; por lo cual, los negocios pueden potencializar sus actividades económicas a fin de obtener mejores resultados a través del tiempo”.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

En este estudio describiremos la metodología y diseño de investigación que se llevará a cabo en el análisis de los productos financieros que ofrecen las instituciones financieras ecuatorianas, evaluando la forma y el proceso en que estos productos benefician a los emprendimientos en la provincia del Guayas y de qué manera los ayudan a alcanzar sus objetivos, siendo esto, elementos claves para que los emprendimientos amplíen su negocio. La contribución de esta investigación se agrega al cuerpo actual de conocimientos en relación con el comportamiento del sector bancario y de sus productos financieros, como parte del desarrollo social, económico y productivo de la provincia del Guayas.

2.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque de la investigación es cuantitativo que, de acuerdo con Carrasco (2018), es aquel que “utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico”. Por su parte, los alcances de este estudio serán de tipo descriptivo-documental, los mismos que buscarán explicar el funcionamiento del sector bancario ecuatoriano y de qué manera este contribuye al desarrollo económico o productivo de los emprendimientos y microempresas mediante la oferta de productos financieros que permitan favorecer su operación y expansión. Las técnicas utilizadas para esta etapa consistieron en la lectura comprensiva y síntesis, reflejada en la investigación documental, de los principales aportes realizados por referentes empíricos o por textos que se hayan considerado como objeto de estudio, ya sea, el sector bancario o el sector microempresarial.

Para la investigación, se realizó un análisis cuantitativo obtenido de fuentes como datos estadísticos de (Superintendencia de Bancos, s.f.) sobre la evolución del sistema financiero en el Ecuador, artículos académicos, libros, entre otros aspectos que

permitan ver el progreso de las pequeñas y medianas empresas a partir del acceso a créditos mediante la banca ecuatoriana de la provincia del Guayas.

2.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación fue de tipo documental, porque a través de esta se pudo obtener toda la información necesaria para el desarrollo del trabajo de investigación que se llevó a cabo, la información fue obtenida de ensayos, revistas, libros, artículos de revista, páginas web, entre otros, lo cual permitió desarrollar y argumentar el marco teórico, legal y resultados basado en la contextualización, lo cual nos permitió la interpretación del objeto de estudio.

2.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En lo concerniente al diseño del estudio, este será de tipo no experimental. Pues no se altera de ninguna forma la estructura de las variables a considerar como parte de este trabajo, las mismas que se analizarán en el contexto y la circunstancia en la que se desenvuelven. En lo concerniente a la recolección de datos, es necesario identificar las fuentes a las que se acudieron para recabar información estadística al respecto de las variables a utilizar en la conformación del estudio.

2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Para la investigación, se realizó un análisis cuantitativo obtenido de fuentes como datos estadísticos de (SIB, s.f.), sobre la evolución del sistema financiero en el Ecuador, artículos académicos, libros, entre otros aspectos que permitan ver el progreso de las pequeñas y medianas empresas a partir del acceso a créditos mediante la banca Ecuatoriana de la provincia del Guayas.

Tabla 2. Técnicas e instrumentos de investigación

Técnicas	Instrumentos
Análisis documental (lectura comprensiva y síntesis)	Tesis, libros, artículos científicos, sitios web.

Elaborado: Por los autores

La Superintendencia de Bancos y Seguros (SIB, s.f.) se configura como el ente regulador de la actividad financiera en el país, dicha institución regula a los bancos privados, instituciones financieras públicas, sociedades financieras y mutualistas radicadas en el Ecuador y que prestan algún tipo de servicio de intermediación. Esta entidad cuenta con información respecto al volumen de crédito, cartera de clientes, índices de morosidad, captación de depósitos, entre otras, que sirvieron para obtener datos claves para la obtención de resultados en la presente investigación.

3 DISCUSIÓN

Las pequeñas y medianas empresas vieron sus inicios en las primeras tentativas de industrialización dentro de los años cincuenta, lo que permitió sustituir las importaciones y aumentar la producción local. Es de popular conocimiento que una de las principales limitantes existentes para el desarrollo de las empresas y microempresas, es la falta de capital o financiamiento, principalmente en los países que se encuentran en desarrollo, debido a que el movimiento del efectivo se ubica dentro de las ciudades principales de los países, en donde se presentan las facilidades de la adquisición de un crédito para las empresas de gran magnitud, cosa que no ocurre con las pequeñas empresas (Castillo, Mera, & Annabel, 2019)

A continuación, se presenta la variación por año del total de los Bancos en el sector financiero ecuatoriano de la provincia del Guayas, como aporte de las teorías sobre los efectos que repercuten en el sistema bancario nacional, a partir de la reestructuración del sistema, y la institucionalización de datos estadísticos del año 2020 al primer trimestre del 2022.

Tabla 3. Instituciones financieras de la provincia del Guayas

Provincia	Cantón	Promedio	% Promedio
Guayas	Guayaquil	258	72,13%
Guayas	Alfredo Baquerizo Moreno (Juján)	-	0,00%
Guayas	Balao	-	0,00%
Guayas	Balzar	2	0,56%
Guayas	Colimes	1	0,28%
Guayas	Daule	16	4,48%
Guayas	Durán	13	3,64%
Guayas	El Empalme	4	1,12%
Guayas	El Triunfo	4	1,12%
Guayas	Milagro	19	5,32%
Guayas	Naranjal	4	1,12%
Guayas	Naranjito	1	0,28%
Guayas	Palestina	1	0,28%
Guayas	Pedro Carbo	1	0,28%
Guayas	Samborondón	21	5,88%
Guayas	Santa Lucía	1	0,28%
Guayas	Salitre (Urbina Jado)	1	0,28%
Guayas	San Jacinto De Yaguachi	1	0,28%
Guayas	Playas	7	1,82%
Guayas	Simón Bolívar	-	0,00%
Guayas	Coronel Marcelino Maridueña	2	0,56%
Guayas	Lomas De Sargentillo	-	0,00%
Guayas	Nobol	-	0,00%
Guayas	General Antonio Elizalde (Bucay)	1	0,28%
Guayas	Isidro Ayora	-	0,00%
Total Guayas		357	100%

Fuente: Superintendencia de bancos del Ecuador (SIB, s.f.), (Editado por los autores)

Como se puede apreciar, en la figura 3, En la provincia del Guayas existen en total 357 instituciones financieras, en ellas prima la rentabilidad, dando lugar a un nuevo concepto de créditos, aquellos que primordialmente persigan el desarrollo y beneficio social, sin que esto signifique exigir las garantías del caso presentadas por los prestatarios. La banca ecuatoriana es definida como el conjunto de entidades financieras administradas por el Estado, que tienen como objetivo ofertar productos y servicios financieros a los actores económicos de la sociedad, con el fin de lograr un desarrollo socioeconómico de la mano del productivo. Fomentando la inversión en sectores que, para el ámbito económico, resultan de suma importancia, como la agricultura, textiles, manufactura, etc. Así mismo, el emprendimiento y la inversión. En la mayoría de los casos el sistema financiero oferta un catálogo de selección homogénea entre los que destacan los microcréditos; sin embargo, se exploran otras alternativas que estimulan el consumo de los hogares y de aquellas personas con ideas de negocios. La Tabla 4 ilustra de forma superficial, los servicios bancarios con mayor demanda en el mercado nacional:

Tabla 4. Servicios homogéneos del sistema financiero ecuatoriano

Servicio bancario	Definición
Cuenta de ahorro	Permite guardar el dinero con seguridad, además de facilitar la planificación financiera y el manejo de los recursos. Además, las cuentas de ahorros tienen la característica de ser dineros a la vista, es decir, pueden ser retirados en cualquier momento por el representante.
Cuenta corriente	Permite que el usuario disponga de sus recursos para pagar productos y servicios utilizando cheques; de esa manera la persona hace uso de los fondos de su cuenta con seguridad sin tener que contar con efectivo.
Depósitos a plazo	Es cuando el dinero se puede retirar solo después de un período de tiempo pactado con la institución financiera al momento de hacer el depósito, generando un interés mismo que es mayor al de las cuentas de ahorro debido a que quedan inmovilizados para el depositante durante el plazo fijado mínimo de 30 días.
Tarjeta de crédito	Es un documento emitido por una institución financiera o de servicios financieros autorizada por la Superintendencia de Bancos, que le permite a su titular o usuario, disponer de una línea de crédito para adquirir bienes o servicios en establecimientos afiliados.
Tarjeta de débito	Es una tarjeta de plástico con banda magnética, usada para retirar dinero de un cajero automático y también para pagar los consumos o compras realizadas en establecimientos autorizados.
Cajeros automáticos	Son máquinas dispensadoras de dinero activadas mediante una tarjeta y una clave secreta personal, que identifica a un usuario. Cuentan con mecanismos de seguridad, para permitir que sólo quien disponga de dicha tarjeta pueda realizar operaciones.
Banca electrónica	La banca presta sus servicios a clientes a través de diferentes tecnologías de comunicación, como el internet o líneas telefónicas.
Transferencias bancarias	Mediante una transferencia, es posible enviar dinero fácilmente desde una cuenta a otra, pudiendo ser esta transacción entre cuentas de una misma entidad o hacia cuentas en otras instituciones financieras.
Remesas	Son transferencias de dinero que realizan las personas de un país a otro. Específicamente se habla de remesas cuando el dinero es enviado por parte de compatriotas que trabajan en el extranjero a su país de origen y es cobrado por su familia.

Fuente: Productos y servicios financieros. Adaptado de Vision Fund Ecuador (2022).

Elaborado por los autores.

Para que un negocio pueda sostenerse a través del tiempo es necesario fortalecer la inversión a través de fuentes de financiamiento. Aunque los bancos ofrezcan servicios para generar ahorro y consumo como el caso de las tarjetas de crédito y débito, existen otros productos como los programas crediticios; con estos antecedentes, Vision Fund Ecuador (2022) expone la variedad homogénea que generalmente ofrece el sistema bancario a sus clientes:

1. Crédito comercial. El objetivo de su financiación es fortalecer las actividades productivas, especialmente aquellas relacionadas con la gestión empresarial. Cumple otras operaciones sobre las tarjetas de créditos empresariales y otros rasgos características del financiamiento entre instituciones.
2. Crédito de Pyme. Guardan relación con las pequeñas y medianas empresas que se encuentran en proceso de crecimiento.
3. Crédito de consumo. Generalmente son otorgadas a las personas naturales que tienen el objetivo de satisfacer sus necesidades, por ello, su monto es significativamente reducido y su tasa de interés suele llegar hasta el 16%.
4. Microcrédito. Cumple la función de financiar pequeños negocios que se encuentran en crecimiento y potencial desarrollo dentro del mercado. Se concede a personas naturales y jurídicas y guarda relación con el desarrollo de factores productivos.

PRODUCTOS BANCARIOS PARA EL DESARROLLO DE EMPRENDIMIENTOS

Aunque el sistema bancario fomente el ahorro y consumo entre su cartera de clientes, existen productos y servicios puntuales que permiten el desarrollo de los emprendimientos y negocios en potencial crecimiento, tales como: tarjetas de crédito; crédito a las Pymes; crédito comercial; y los microcréditos. La investigación se centra en desplegar la información sobre

los productos de los sistemas bancarios, aunque, en torno a la gestión microempresarial existen otros elementos que permiten el financiamiento externo, tales como: inversor ángel¹; estrategias *peer to peer*²; y el *crowdfunding*³ (Borrás Atiénzar, 2020).

Tabla 5. Características de los créditos empresariales

Plazo de pago	Hasta 10 años para activos fijos y 3 años para capital de trabajo.
Periodo de gracia	Total, o parcial de hasta 3 años para activos fijos y 1 año para capital de trabajo.
Forma de pago	Mensual, bimestral, trimestral, semestral, anual o al vencimiento.
Garantías	Personal o real (prendaria, hipotecaria y certificado de inversión).
Tipo de interés	15.30% comercio y servicio y 11.25% producción.

Fuente: *Créditos de Producción, Comercio y Servicios. Adaptado de BanEcuador (2022).*

Elaborado por los autores.

- **Créditos para microempresas.** Generalmente está dirigido para personas naturales y jurídicas con ventas que se aproximen a los USD 100.000 anuales, sin obligación contable. La mayor parte de los agentes bancarios ofrecen hasta USD 150.000 en préstamo para las microempresas. Algunos de los beneficios que se encuentran en la adquisición de estos productos es que poseen una tasa de interés de alta competencia en el mercado, además de tener un pago accesible para el demandante con requisitos sencillos; cabe destacar que, estas nominaciones son las que predominan en el sistema financiero nacional.
- **Créditos para Pymes.** Direccionado a pequeñas y medianas empresas con ventas superiores a USD 100.000 durante el último periodo; se encuentran obligados a llevar contabilidad. Para este tipo de financiamiento, la cuota de crédito alcanza los USD 3 millones. La única peculiaridad que distingue los créditos direccionados de las pymes con los que se encuentran en el área microempresarial es la tasa de interés (9.76% reajutable) en función al valor ofertado por la entidad financiera. Cabe destacar que, dependiendo el ejercicio contable, dicho interés tiende a disminuir o aumentar según el periodo y la cantidad.
- **Créditos para asociaciones.** Direccionado a instituciones no financieras con fines de lucro, aquellas que se encuentran constituidas y legalizadas de acuerdo a la normativa vigente. De la misma forma con las personas legalmente jurídicas con registro en el Superintendencia de Economía Popular y Solidaria (SEPS), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), u otra. Siguiendo el esquema, el monto de financiamiento va entre los USD 150.000 para microempresas y USD 2 millones para las Pymes con una tasa de interés variable entre ambas nominaciones.
- **Crédito de Desarrollo Humano (CDH).** Sujeto al margen del programa de inclusión económica, este tipo de crédito está dirigido a los beneficiarios del Bono de Desarrollo Humano; por tanto, se considera como un componente que genera trabajo y empleo a las personas de bajos recursos económicos que tienen una idea de negocio. Por otro lado, su monto asciende hasta USD 1.200 y su único promotor bancario es BanEcuador, debido a que esta institución financiera es de propiedad estatal; además, su tasa de interés no sobrepasa el 5%.
- **Tarjetas de crédito.** Actúa a través de una tarjeta plástica con banda magnética con 16 dígitos y un chip incorporado; este producto permite diferir los consumos mensuales en cuotas fijas o también gestionar un pago directo. De acuerdo a las consideraciones de Mora (2017), esta poderosa herramienta de corto plazo permite incrementar la productividad empresarial de las Pymes, puesto que ayuda a tener dinero líquido de forma inmediata y posteriormente dividir sus pagos con intereses más altos debido a la facilidad para otorgar financiamiento (Banco Internacional, 2021).
- **Crédito de la mujer emprendedora.** Aquellas mujeres que desarrollan una actividad económica ya sea comercial, productiva o de servicios están habilitadas para participar. El crédito está orientado a financiar la compra de activos para el negocio o para capital de trabajo.

Tabla 6. Volumen de créditos entregados en la provincia del Guayas.

VOLUMEN DE CREDITO DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS	
ALFREDO BAQUERIZO MORENO (JUJAN)	3.331.620,91
GUAYAQUIL	10.792.854.311,81
DAULE	188.230.763,21
DURAN	101.500.836,42
ISIDRO AYORA (SOLEDAD)	5.958.036,06
PALESTINA	730.467,28
PLAYAS	43.499.263,82
SAMBORONDON	156.822.622,79
SANTA LUCIA	1.517.911,15
BALAO	1.982.948,56
BALZAR	29.410.470,28
COLIMES	32.922.875,44
CORONEL MARCELINO MARIDUEÑA	921.409,81
EL TRIUNFO	21.255.061,54
EL EMPALME	34.076.851,48
GENERAL ANTONIO ELIZALDE (BUCAJ)	8.774.591,69
LOMAS DE SARGENTILLO	742.280,68
MILAGRO	147.174.564,07
NARANJAL	21814708,58
NARANJITO	9847626,91
NOBOL	4.780.964,20
PEDRO CARBO	4.919.357,50
SALITRE	2.046.651,21
SAN JACINTO DE YAGUACHI	6.297.362,03
SIMON BOLIVAR	6.493.137,85
TOTAL	11.627.906.695,28

Fuente: Superintendencia de bancos del Ecuador (SIB, s.f.), (Editado por los autores)

En la tabla 6 se presenta el volumen del monto de crédito otorgado por el sector financiero del Ecuador en la provincia del Guayas, durante el periodo 2021 (excluyendo a las cooperativas de ahorro y crédito). El total de créditos otorgados por el sistema financiero ecuatoriano fue de US\$ 11.627.906.695,28 millones. El cantón con mayor volumen de crédito es el Cantón Guayaquil con un 93%, y el cantón Palestina con un 0.01% ampliamente distante del sector productivo de la cartera de microempresas. Este decremento supuso un agravante para el progreso económico de este cantón, ya que una cantidad considerable de recursos no fueron colocados de manera eficiente en el sector empresarial del país.

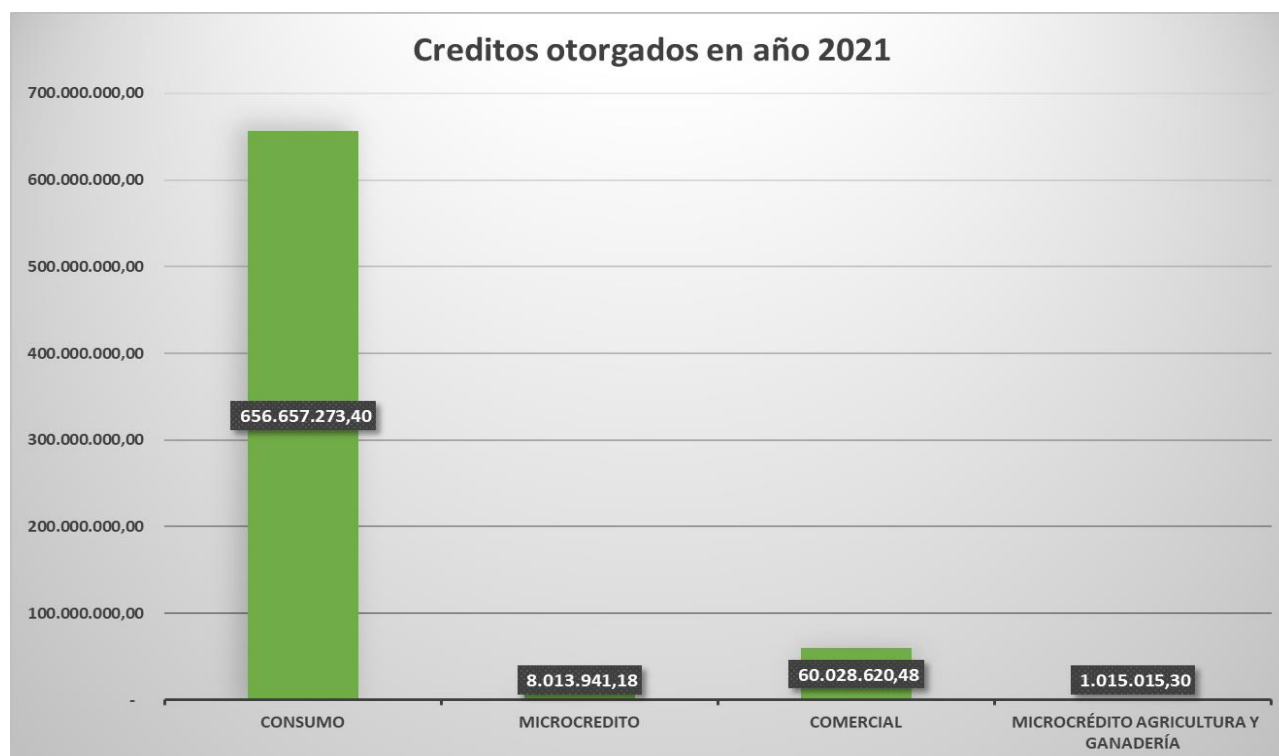


Fig. 1. Créditos otorgados en la provincia del Guayas con mayor volumen de créditos en el sector económico

Fuente: Superintendencia de bancos del Ecuador (SIB, s.f.), (Editado por los autores)

Durante el periodo 2021 el acceso a productos crediticios presentó una tendencia fluctuante debido al confinamiento por la emergencia sanitaria del COVID-19, con ello, los emprendedores se vieron obligados a reducir su inserción en el mercado. Ya en el año 2021 se estimuló el apareamiento de nuevos modelos de negocios, además del desarrollo de actividades en el sector agrícola, ganadero y pesquero.

De acuerdo a las cifras proporcionadas por la Superintendencia de Bancos y Seguros (SIB, s.f.), la cartera de créditos de consumo fue la que mayor participación mantuvo para este periodo, ya que al menos un 90% de los US\$ 725.714.850,36 millones colocados por concepto de crédito, fue destinado a créditos de este tipo. Esto equivalió a US\$ 656.657.273,40 millones. En segundo lugar, tenemos a los créditos de comerciales, este segmento registró una participación del 8%, equivalente a US\$ 60.028.620,48 millones. En tercer tenemos a los créditos otorgados bajo el esquema de fomento a las actividades microempresarial es, cuyo nivel de crédito fue de US\$ 8.013.941,18 millones, representando un 0.01% del total. En cuarto lugar, tenemos a los créditos otorgados bajo el esquema de fomento a las actividades agropecuarias, cuyo nivel de crédito fue de US\$ 1.015.015,30 millones, representando un 0.01% del total. De esta forma, y de acuerdo con lo antes expuesto, podemos asegurar que, dentro de lo que comprende a, los créditos a las microempresas su mayor incidencia en el agregado financiero total. Ya que 8 de cada 100 dólares, tienen como destino la cartera de microempresa.

La magnitud del crédito en otras áreas, ha sido relativamente baja, pero sirve para dar señal de buen desempeño económico, ya que se enfatiza la diversificación productiva que estas micro empresas mantienen dentro de su planificación organizativa.

4 CONCLUSIONES

Para concluir el trabajo de investigación, es necesario exponer los fundamentos detrás de la importancia que el crédito, como instrumento de fomento a las microempresas, ha representado en el desarrollo económico de las diferentes provincias del país, el mismo que forma parte de los objetivos de política económica planteados por el gobierno actual. Para lo cual, y luego de haber expuesto las principales variables que competen al objeto de estudio, se determinará la importancia que los

montos de créditos otorgados por el sistema bancario ecuatoriana dentro de la provincia del Guayas que se han mantenido para un sector empresarial cuya relevancia trasciende tanto en el ámbito social como económico.

- Sin duda la naturaleza del crédito permite a una economía encontrar soluciones a los problemas derivados de la falta de niveles de consumo o inversión, cualidades que pueden presentarse en cada uno de los agentes económicos. Esta herramienta permite adelantar el ingreso corriente de las personas, a costa de pagar en el futuro el costo del dinero, medido por la tasa de interés, permitiendo responder a exigencias nacientes del mismo comportamiento económico de un individuo.
- No obstante, según lo expuesto los productos financieros otorgados por las instituciones financieras, y su colocación de recursos en una cartera que responde a necesidades de financiamiento de capital de trabajo y de adquisición de activos fijos, conlleva un impacto positivo en el desempeño de las unidades empresariales de escalafón más bajo, donde su importancia radica en que:
 - a) Ofrece soluciones a la falta de capital propio para financiar su operación;
 - b) Estimula el comercio derivado de la operación mercantil;
 - c) Asegura liquidez;
 - d) Permite la expansión productiva;
 - e) Facilita la operación;
 - f) Es el principal mecanismo de financiamiento, entre otras

Tradicionalmente al iniciar un negocio, los emprendedores obtienen financiamiento de la banca o del sector financiero a través de cooperativas o mutualistas que otorgan créditos, sin embargo, en la práctica estos poseen una alta desventajas respecto a grandes empresarios al momento de incurrir en deuda, esto es debido a que, la mayor parte de los agentes económicos empiezan a desarrollar sus negocios con poco historial crediticio lo que limita el acceso al financiamiento bancario.

- De este modo después de evaluar la forma y el proceso en que estos productos benefician a los emprendimientos en la provincia del Guayas y de qué manera los ayudan a alcanzar sus objetivos, siendo esto, elementos claves para que los emprendimientos amplíen su negocio.

Sin embargo, en el crédito productivo sigue teniendo una alta incidencia en la preferencia de los agentes económicos, pues estos son comúnmente utilizados para generar crecimiento y desarrollo de las actividades relacionadas con las ventas y productividad de las pymes.

En concordancia con la información detallada en este documento se puede mencionar que la participación de los agentes económicos en la adquisición de microcrédito se vio influenciada por el confinamiento durante la emergencia sanitaria del COVID-19. Posteriormente, para el 2021 se registró un aumento significativo, producto del plan de reactivación económica propuesto por el gobierno nacional en conjunto con el Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES), SEPS, MAG, y otras instituciones de carácter socioeconómico.

5 RECOMENDACIONES

- En lo que respecta a la importancia del sector bancario en términos de colocación de recursos en las unidades productivas microempresariales, es importante que el nivel de créditos hacia este sector considere mejores condiciones en la concesión de préstamos, para lograr que los agentes encuentren en la oferta de servicios financieros de estas entidades una mejor opción ante los requerimientos de financiamiento derivado de la ejecución de sus actividades económicas.
- Se recomienda definir la capacidad de los diferentes microcréditos para inyectar recursos financieros para apoyar a los microemprendimientos, a través de fondos de financiamiento dirigidos en condiciones razonables de plazo y tasas, así como la promoción o fortalecimiento de fondos de garantía que incentiven esa ayuda. Estos fondos de garantía de crédito permitirán a las personas y microempresas a cumplir con sus reprogramaciones de crédito, generar menos provisiones, o al menos diferir su pago, y tener la capacidad y voluntad de seguir prestando a las instituciones financieras.

REFERENCIAS

- [1] Azar, K. (25 de Junio de 2020). Mecanismos alternativos de financiamiento a pymes. Obtenido de Banco de Desarrollo de América Latina: <https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2020/06/mecanismos-alternativos-de-financiamiento-a-PYMES/>.
- [2] Banco Internacional. (5 de Febrero de 2021). Tipos de productos financieros. Obtenido de <https://www.bancointernacional.com.ec/tipos-de-productos-financieros/>.
- [3] BanEcuador. (2022). Créditos de Producción, Comercio y Servicios. Obtenido de <https://www.banecuador.fin.ec/creditoscpcs/>.
- [4] Borrás Atiénzar, F. (17 de Enero de 2020). El financiamiento bancario a emprendimientos privados en Cuba. *Estudios del Desarrollo Social*, 8 (3). Recuperado el 14 de Marzo de 2022, de <http://scielo.sld.cu/pdf/reds/v8n3/2308-0132-reds-8-03-7.pdf>.
- [5] Carrasco, R. (2018). <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/34041/1/CARRASCO%20FARFAN.pdf>. Obtenido de UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/34041/1/CARRASCO%20FARFAN.pdf>.
- [6] CEPAL. (Noviembre de 2011). Eliminando barreras: el financiamiento de las pymes en América Latina. (C. Ferraro, E. Goldstein, L. A. Zuleta, & C. Garrido, Edits.) Recuperado el 16 de Marzo de 2022, de Comisión Económica para América Latina y el Caribe: https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/35358/S2011124_es.pdf.
- [7] Chávez Garcés, K. V., Traverso Holguín, P. A., Merizalde Véliz, D. C., Espinoza Moreira, D. R., Reyes Cárdenas, N. A., Solís Muñoz, J. B., & Giler Escandón, L. V. (2017). El Emprendimiento en Ecuador. Visión y Perspectivas. 109. (N. A. González Rodríguez, & A. M. Colina Vargas, Edits.) Samborondón, Ecuador: Universidad ECOTEC. Recuperado el 2021 de Marzo de 1, de <https://www.ecotec.edu.ec/content/uploads/investigacion/libros/emprendimiento-ecuador.pdf>.
- [8] De la Rosa Leal, M. E., & Gracida Romo, J. J. (25 de Abril de 2016). La competitividad profesional contable, la formación del colegio profesional de Sonora. 9 (1), 833–846. Recuperado el 2 de Septiembre de 2021, de <https://riico.net/index.php/riico/article/view/46>.
- [9] Diario La República. (5 de Marzo de 2018). Los emprendedores son el nuevo nicho de las entidades financieras en el país. Recuperado el 2 de Marzo de 2022, de <https://www.larepublica.co/finanzas/los-emprendedores-son-el-nuevo-nicho-de-las-entidades-financieras-en-el-pais-2605861>.
- [10] Dolores Ruiz, E., Salazar Gómez, J. F., Valdivia Rivera, M., Hernández Cárdenas, M., & Huerta Mora, I. R. (20 de Octubre de 2020). Usabilidad de los productos financieros en empresarios de las MIPYMES en México. *Revista Academia & Negocios*, 7 (1), 1-14. Recuperado el 18 de Marzo de 2022, de <https://www.redalyc.org/journal/5608/560865631001/html/>.
- [11] INEC. (s.f.). INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS Y CENSOS. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>.
- [12] Mazzeo, J. V., Moyano Ruiz, M. L., & Nara, C. N. (2012). Factoring: liquidez para las empresas. Mendoza, Argentina: Universidad Nacional de Cuyo. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/61887588.pdf>.
- [13] Mora Torres, C. (6 de Marzo de 2017). Las fuentes de financiamiento a corto plazo como estrategia para el incremento de la productividad empresarial en las PYMES. *Ciencias económicas y empresariales*, 3, 338-351. Recuperado el 15 de Marzo de 2022, de <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/index>.
- [14] OCDE. (2015). New Approaches to SME and Entrepreneurship Financing: Broadening the Range of Instruments. Obtenido de Organización para la Cooperación y el Desarrollo: <https://www.oecd.org/cfe/smes/New-Approaches-SME-full-report.pdf>.
- [15] Raccanello, K., Carrillo Cubillas, L. E., & Guzmán Yerena, M. (12 de Mayo de 2017). Acceso y uso de los mercados financieros para el pago de los gastos de la educación básica. *Contaduría y Administración*, 62 (3), 843-860. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/cya/v62n3/0186-1042-cya-62-03-00843.pdf>.
- [16] Revista Gestión. (17 de noviembre de 2021). Más créditos evidencian que la economía se recupera. (M. Suárez, Editor) Recuperado el 18 de Marzo de 2021, de <https://www.revistagestion.ec/economia-y-finanzas-analisis/mas-creditos-evidencian-que-la-economia-se-recupera>.
- [17] Rodríguez Raga, S., & Riaño Rodríguez, F. F. (Enero-Febrero de 2016). Determinantes del acceso a los productos financieros en los hogares colombianos. *Estudios Gerenciales*, 32 (138), 14-24. Recuperado el 2 de Marzo de 2022, de <https://www.redalyc.org/pdf/212/21244782001.pdf>.
- [18] Rodríguez, J. M., De Freitas, S., & Zaá, J. R. (Enero-julio de 2012). La contabilidad en el contexto de la globalización y la revolución teleinformática. *Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura*, XVIII (18), 161-183. Recuperado el 2 de Septiembre de 2021, de <https://www.redalyc.org/pdf/364/36424414008.pdf>.

- [19] Ruiz, E. D., Salazar Gómez, J. F., Valdivia Rivera, M., Hernández Cárdenas, M., & Huerta Mora, I. R. (Junio de 2021). Usabilidad de los productos financieros en empresarios de las MIPYMES en México. *Revista Academia & Negocios*, 7 (1), 1-14. Recuperado el 1 de Marzo de 2022, de <https://www.redalyc.org/journal/5608/560865631001/>.
- [20] Saavedra, M. L. (Junio de 2017). Una propuesta para la determinación de la competitividad en la pyme latinoamericana. *Pensamiento y Gestión* (33), 93-124. Recuperado el 2 de Septiembre de 2021, de <http://www.scielo.org.co/pdf/pege/n33/n33a05.pdf>.
- [21] SIB. (s.f.). Superintendencia de Bancos. Obtenido de <https://www.superbancos.gob.ec/bancos/>.
- [22] Stalin, C. F. (2018). UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL. Obtenido de UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/34041/1/CARRASCO%20FARFAN.pdf>.
- [23] Vision Fund Ecuador. (2022). Tipos de Créditos. Obtenido de Banco Visión Fund Ecuador: <https://aprendiendoconbvfe.com/administracion-de-credito/>.
- [24] Zuleta, L. A. (Noviembre de 2016). Inclusión financiera de la pequeña y mediana empresa en Colombia. CEPAL. - Serie financiamiento para el desarrollo, 262, 33-48. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40771/S1601064_es.pdf?sequence=1&isAllowe.

Analyse des facteurs de risques professionnels dans la teinture artisanale à Bamako

[Occupational risk factors assessment in the artisanal dyeing Bamako]

Armandine Eusebia Roseline Diatta, B. B. Diedhiou, A. M. Tamboura, M. C. Gaye Fall, and M. Ndiaye

Service de Médecine du Travail et Médecine Légale, Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odontologie,
Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Senegal

Copyright © 2022 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 occupational risks factors in the artisanal dyeing factories of Bamako and to propose appropriate preventive measures.

Equipment and methods: This is a prospective and descriptive study conducted over a period of 6 months, from April to September 2014, among dyers in Bamako. The study instrument was a 24-item questionnaire on socio-professional characteristics and data analysis was performed by the Epi Info software, version 6.4.

Results: Our study population was 100 dyers with a sex ratio of 5.67 in favour of women (17 women for 3 men). The average age was 31.9 years with extremes of 15 and 70 years. Married people were in the majority with 70% and 38% of the dyers had between 1 and 3 children. The dyers were enrolled in school in 44% of cases, 30% of which were in Arabic. Soakers were more numerous with 43%, followed by rinsers 28% and blenders 15%. The majority had no professional qualification, i.e. 94%, and 48% had more than 5 years of experience in the profession. The main risks were repetitive movements and manual handling 100%, noise 98%, lack of lighting 96%, chemical risks 94%, dermatological risks 93%, falls on the same level 74%, puncture wounds 66%, lack of PPE 38% and musculoskeletal disorders 76%.

Conclusion: Our study shows the diversity of occupational risks present in the craft sector, hence the urgent need to regulate this sector and implement an effective prevention policy.

KEYWORDS: Informal sector, occupational risks, dye works, occupational health, Mali.

RESUME: *Objectifs:* Identifier les facteurs de risques professionnels au niveau des teintureries artisanales de Bamako et proposer des mesures préventives adaptées.

Matériel et méthodes: Il s'agit d'une étude prospective et descriptive menée sur une période de 6 mois, d'avril à septembre 2014, chez les teinturiers de Bamako. Les instruments d'étude étaient un questionnaire de 24 items portant sur les caractéristiques socioprofessionnelles et l'observation des situations réelles de travail. L'analyse des données a été faite par le logiciel Epi Info version 6.4.

Résultats: Notre population d'étude était de 100 teinturiers avec un sex ratio de 0,17. L'âge moyen était de 31,9 ans avec des extrêmes de 15 et 70 ans. Les mariés étaient majoritaires avec 70% et 38 % des teinturiers avaient entre 1 et 3 enfants. Les teinturiers étaient scolarisés dans 44% des cas dont 30% en langue arabe. Les trempes étaient plus nombreux avec 43%, suivis des rinceurs 28% et des mélangeurs 15%. La majorité n'avait aucune qualification professionnelle soit 94% et 48% avaient plus de 5 ans d'expérience dans la profession. Les principaux risques étaient les mouvements répétitifs et la manutention manuelle 100%, le bruit 98%, le manque d'éclairage 96%, les risques chimiques 94%, les affections dermatologiques 93%, les chutes de plain-pied 74%, les plaies par piqûre 66%, l'absence d'EPI 38% et les troubles musculo-squelettiques 76%.

Conclusion: Notre étude montre la diversité des risques professionnels présents dans le secteur artisanal d'où l'urgence nécessaire de réglementer ce secteur et de mettre en œuvre une politique de prévention efficace.

MOTS-CLEFS: Risques professionnels, teinturerie, secteur informel, médecine du travail, Mali.

1 INTRODUCTION

La teinture est l'action de modifier la couleur d'un support par application d'un colorant. Dans les pays africains en particulier subsahariens, c'est une tradition pluriséculaire effectuée principalement sur les textiles. Historiquement, c'est une activité artisanale exercée majoritairement par les femmes qui utilisaient des extraits séchés et moulus d'arbres ou de plantes au pouvoir chromatogène mélangés à l'eau de nos fleuves et de nos lacs aux propriétés fixatrices. Les progrès de la science ont bouleversé ce secteur avec la découverte des colorants de synthèse qui ont permis d'élargir la palette de couleurs, d'améliorer leur éclat et de renforcer leur résistance face au lavage.

Toutefois, ces colorants sont réputés pour leur toxicité humaine et environnementale et fortement incriminés dans la genèse de certains cancers; ce qui a conduit à leur interdiction en Europe depuis presque deux décennies [1]. Malgré cela, ils sont toujours présents dans nos contrées et leur utilisation échappe bien souvent à la réglementation et au contrôle des autorités sanitaires notamment dans l'économie informelle. Ce sont ces raisons qui nous motivent à initier cette étude dont l'objectif est d'identifier les facteurs de risques professionnels encourus par les artisans teinturiers et de proposer des mesures correctrices et préventives adaptées.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

Il s'agit d'une étude transversale, descriptive menée d'avril à septembre 2014 au sein des ateliers de teinturerie artisanale de Bamako au Mali. Elle a débuté par le recensement préalable des unités de production de la ville puis, la rencontre avec les services techniques en charge de l'assainissement et de l'urbanisme parmi lesquels, la direction nationale de l'assainissement et du contrôle des pollutions et des nuisances (DNACPN) et l'association des municipalités du Mali. Notre population d'étude était constituée des personnes employées au sein des unités de production teinturière. Les personnes incluses exerçaient une activité rémunérée au sein des unités et étaient en poste au moment de l'étude. Les critères d'exclusion étaient l'ancienneté inférieure à un an et le refus de participer à l'étude.

Les instruments d'étude étaient l'observation des situations réelles de travail et l'utilisation d'un questionnaire de 24 items, administré par l'intermédiaire d'un traducteur en français, portant sur:

- Les caractéristiques sociodémographiques: âge, sexe, niveau d'instruction, situation matrimoniale;
- Les données professionnelles: poste occupé, ancienneté, rémunération, produits utilisés;
- Les données sur l'environnement et les conditions de travail, sur les accidents du travail et sur les maladies rencontrées.

La saisie et l'analyse des données ont été réalisées à l'aide du logiciel EpiInfo version 6.0.4. Les variables qualitatives ont été décrites par des pourcentages et les variables quantitatives ont été décrites par des moyennes, et des écarts-types.

Notre enquête a obtenu le consentement libre et éclairé de tous les participants. L'anonymat et le respect des données personnelles étaient assurés à tous les travailleurs.

Les difficultés rencontrées étaient liées à la crainte des travailleurs d'être interrogés et photographiés à des fins commerciales.

3 RÉSULTATS

Parmi les 100 travailleurs colligés, les femmes étaient majoritaires (n=85) avec un sex ratio égal à 0,17. L'âge moyen était 31,9 ans $\pm$ 10,9 (extrêmes de 15 et 70 ans). On notait la présence d'une main d'œuvre juvénile à raison de 12% (n=12) de la population d'étude et chez qui l'âge était inférieur à 21 ans.

Le niveau d'instruction était réparti comme suit: 56% étaient analphabètes, 20 % étaient scolarisés en langue française et 30% en langue arabe.

On dénombrait parmi les teinturiers 70% de mariés, 29% de célibataires et 1% de divorcés.

Le nombre d'enfants était égal à 0 dans 30%, compris entre 1 et 3 dans 38%, entre 4 et 5 dans 25%, supérieure à 6 dans 7%.

L'ancienneté dans la profession était comprise entre 1 et 5 ans 52%, entre 6 et 10 ans 23%, entre 11 et 15 ans 14%, entre 16 et 20 ans 10% et supérieure à 20 ans pour 1%. Les travailleurs étaient polyvalents dans 84% et travaillaient à la chaîne dans 16%. Les postes de travail identifiés étaient principalement le trempage 43%, le rinçage 28% et le mélange 15% (fig1.pdf).

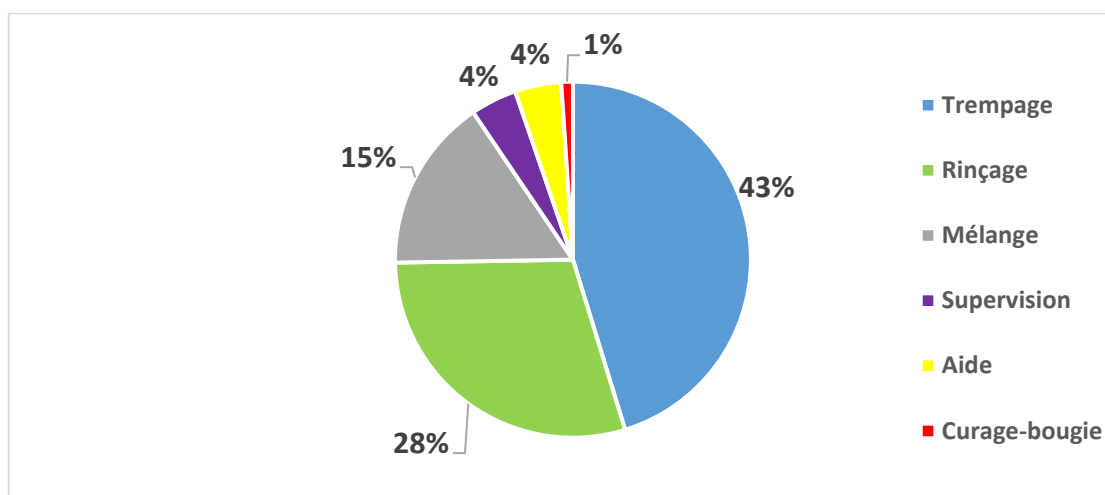


Fig. 1. Répartition des travailleurs en fonction des postes de travail

En l'absence de contrat, le paiement s'effectuait à la tâche avec une rémunération journalière moyenne de 4000 FCFA (extrêmes de 1000 et 8000 FCFA). On dénombrait 69,1% des teinturiers qui percevaient moins de 2000 FCFA par journée de travail.

L'observation des situations réelles de travail a permis de noter des locaux de travail à ciel ouvert dans 86%, une aération insuffisante dans 96% des unités de production et l'absence de cabinets d'aisance dans 98%.

Les travailleurs utilisaient des colorants naturels dans 12% et des produits de synthèse dans 88%. Ces colorants étaient tous de provenance et de composition chimique inconnue, achetés au niveau des marchés locaux, conditionnés dans des sachets en plastique et sans indication sur les conditions d'utilisation et les mesures d'urgence à adopter en cas d'intoxication. Ils se présentaient essentiellement sous forme de poudre 98% et de granulés 68% (fig2.pdf).

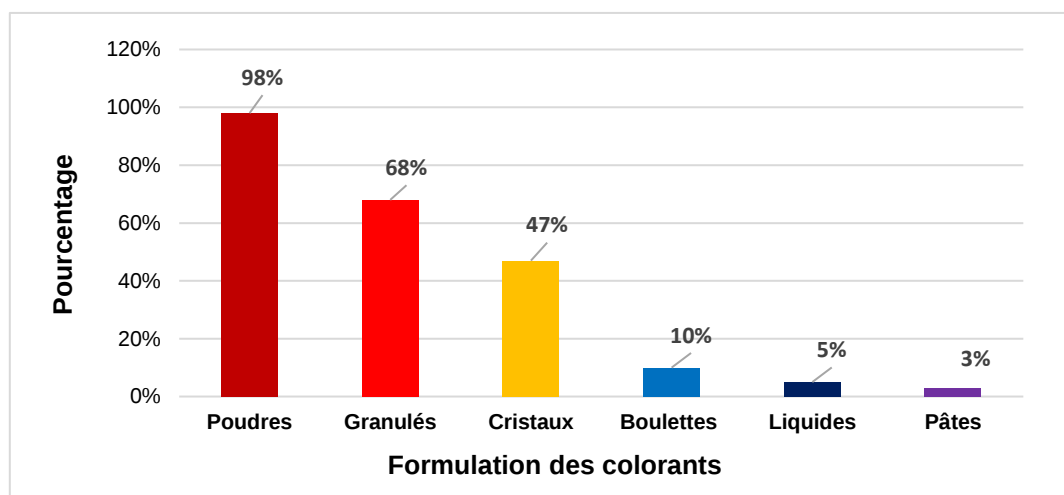


Fig. 2. Répartition des colorants selon leur forme

Les teinturiers utilisaient la soude caustique et l'hydro sulfite de sodium pour la fixation des colorants dans 90% des cas. Les facteurs de risque physiques étaient dominés par la chaleur issue des bassines de trempage et elle concernait 100% de l'échantillon; le bruit lié au travail en extérieur 98%, les incendies 54%, les explosions 4% et le risque électrique 2%. Les risques biologiques identifiés étaient en rapport avec les allergies aux produits tinctoriaux 68%, la présence d'insectes et d'animaux errants 68% et la consommation d'aliments vendus dans la rue. Les risques psychosociaux identifiés étaient, la sensation de stress ressentie par tous les teinturiers, la violence verbale 28%, le tabagisme 6% et l'infection au VIH 2%. On ne retrouvait pas de consommateur d'alcool parmi les travailleurs. Les travailleurs adoptaient diverses postures inconfortables lors de leurs activités, à savoir la station debout prolongée 88% ou assise 18%, les mouvements répétitifs et la manutention manuelle des

bassines et des textiles soit 100%. Parmi les équipements de protection individuelle, seul le port de gants était respecté par 62 % des travailleurs et ces gants étaient inadaptés dans 94%. Parmi les conséquences sanitaires, on dénombrait les chutes de plain-pied 74%, les piqûres d'insectes 66 %, les affections dermatologiques 91%, les douleurs musculaires et les intoxications alimentaires avec respectivement 80%, les traumatismes oculaires 4% et les troubles respiratoires 31%, digestifs 28% et ophtalmologiques 42%.

4 DISCUSSION

Dans notre étude, les femmes sont largement majoritaires avec un sex ratio de 5,6 en leur faveur. Dans son étude au Burkina, Ouinsou [2] a enregistré une population exclusivement féminine. Ces résultats sont le reflet de la prédisposition féminine pour les activités décoratives qui pour la plupart, nécessitent plus de finesse que de force physique. L'âge moyen est de 31,9 ans avec une proportion de travailleurs juvéniles de 12% et les travailleurs étaient majoritairement analphabètes soit 56%. Ces chiffres sont inférieurs à ceux obtenus au Sénégal parmi les teinturiers artisanaux soit 45,5 ans [3]. Cette différence peut s'expliquer par la place respective de la teinture dans les deux pays. En effet, la teinture artisanale demeure une activité prisée par la jeunesse malienne et elle bénéficie d'une expertise largement reconnue en Afrique occidentale. Elle est tributaire d'un héritage traditionnel qui se transmet de génération en génération et ce, dès le jeune âge. L'ancienneté dans la profession était comprise entre 1 et 10 ans pour 75% des travailleurs. Une étude dans le secteur artisanal burkinabé a retrouvé une ancienneté moyenne de 15 ans [2]. Cette faible longévité professionnelle des teinturiers est la preuve de la rudesse de ce métier qui certes, ne nécessite pas d'instruction particulière mais requiert des efforts physiques importants. Les locaux de travail étaient inadaptés dans 86% et les mêmes résultats sont décrits au Burkina où les femmes exerçaient leurs activités en plein air, exposées au soleil et aux intempéries [2]. Cette absence de cadre de travail est une des caractéristiques fréquentes du secteur informel. En effet, ce sont des groupes professionnels non régis par le législateur où, la seule loi qui prévaut est la recherche de profits. Les acteurs informels sont livrés à eux-mêmes et s'installent çà et là pour exercer une activité génératrice de revenus pouvant leur permettre de subvenir à leurs besoins de base: logement, nourriture, vêtements, etc... Ils s'exposent ainsi à de nombreux risques, la plupart du temps sans même en avoir conscience et c'est le cas dans notre étude avec un manque d'aération dans 96% et l'absence de cabinets d'aisance dans 98%. Les produits utilisés pour la teinture sont en majorité des produits de synthèse soit 88%. En effet, les produits tinctoriaux naturels sont délaissés au profit des produits chimiques tels que les colorants azoïques, l'hydro sulfite et la soude caustique dont l'origine et la composition sont, dans la plupart des cas, inconnues. Ces produits se présentent essentiellement sous forme de poudre 98% ou de granulés 68% et il en est de même chez les femmes de Koudougou qui achetaient leurs produits au marché dans des sachets en plastique sans en connaître la provenance, la composition et les moyens de prévention en cas d'intoxication [2]. Ces résultats sont la conséquence de l'absence de cadre législatif et du manque de contrôle des matières premières utilisées dans nos régions car les colorants azoïques sont interdits depuis près de 25 ans dans les pays développés comme l'Allemagne [4] à cause de leur toxicité et de leurs propriétés cancérigènes. Parallèlement à l'utilisation de ces produits toxiques, seuls 38% des travailleurs disposaient d'équipements de protection individuelle (EPI) uniquement composés de gants. Cet usage de gants de protection est surtout dû à la chaleur émanant de l'eau des bassins de trempage qu'à la connaissance des risques encourus lors du contact cutané avec les colorants. Au-delà de la chaleur, les travailleurs étaient exposés également au bruit dans 98%, aux incendies 54%, aux explosions 4% et à l'électricité 2%. En République Démocratique du Congo, les risques physiques retrouvés chez les teinturières sont le bruit 88% avec un niveau entre 75 et 105 dB; la forte chaleur issue des bassines de trempage soit 94% et un éclairage insuffisant 82% [6]. Ces chiffres sont la preuve des conditions de travail difficiles voire dangereuses qui règnent en milieu informel, du fait de la création et de l'implantation anarchique des unités de production, de l'absence de contrôle par l'inspection du travail et de l'inexistence d'une inspection médicale du travail. Les postures inconfortables étaient également retrouvées dans notre étude avec une prévalence de 88% pour la station debout prolongée, 18% pour la station assise et de 100% pour la manutention manuelle et les mouvements répétitifs. Une analyse préliminaire des risques professionnels de l'industrie textile congolaise a identifié les mêmes problèmes sanitaires notamment les troubles musculosquelettiques avec une corrélation statistiquement positive avec les mouvements répétitifs, la manutention de charges lourdes et les postures contraignantes [8]. Cette forte prévalence des facteurs de risque ergonomiques est la conséquence des efforts physiques intenses et de la méconnaissance des gestes et des postures à adopter en milieu de travail. Dans notre étude, les risques psychosociaux étaient dominés par la violence 28%, le tabagisme 6% et l'infection au VIH 2%. Kitronza [5] a obtenu chez les travailleurs de l'industrie textile, une prévalence du stress de 28,1% selon Karasek et de 21,9% selon l'échelle de Siegrist. Ces résultats, bien que différents, attestent l'existence des risques psychosociaux dans le secteur. Par contre, les différences enregistrées peuvent s'expliquer par la diversité des manifestations du stress vécu en milieu de travail. Les conséquences sanitaires de ces risques chez nos artisans étaient dominées par les chutes 74%, les affections de la peau 91%, les maladies respiratoires 31% et ophtalmologiques 42%. Au Sénégal, Thiam [3] a décrit des résultats apparentés avec une prévalence des manifestations respiratoires basses de 78,8% chez les teinturiers et de 63% pour les anomalies ventilatoires. Parallèlement, Chatti [7] a décrit la situation de l'asthme professionnel en Tunisie avec une prévalence de 79,5% dans le secteur du textile.

Henchi [10] a enregistré des résultats similaires, soit plus de 75% des sujets du secteur qui souffrent d'une mauvaise qualité de vie; et une corrélation significative entre l'apparition de symptômes et le travail au sein du secteur du textile. Pour Hsinet [9], l'industrie du textile est le 4^{ème} secteur d'activité le plus touché par l'eczéma professionnel après le BTP, la santé et le nettoyage. L'atteinte préférentielle des voies respiratoires s'explique par l'inhalation des vapeurs, des fumées et des particules provenant des bassines de trempage et des fibres textiles. Les résultats décrits dans ces études montrent la diversité des risques sanitaires encourus par les travailleurs de l'industrie textile.

5 CONCLUSION

Le secteur informel régit la grande majorité de la population malienne. Dans le secteur artisanal, les acteurs sont confrontés à toutes les catégories de risques professionnels du fait de l'absence de normes et de suivi. La teinturerie artisanale n'échappe pas à la règle du fait de sa pratique essentiellement informelle mais surtout de la nature des produits utilisés et des conditions de travail auxquelles sont soumis ses acteurs. Il est donc urgent d'instituer un cadre réglementaire minimal pour ce secteur associant des mesures juridiques, techniques et médicales. Il est par ailleurs indispensable d'adjoindre à ces mesures, un management participatif où les travailleurs seront les premiers acteurs de leur santé et de leur sécurité au travail par le biais de la sensibilisation, de la formation initiale et continue et du suivi régulier.

DÉCLARATION DE LIENS D'INTÉRÊT

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflit d'intérêt en relation avec cet article.

REFERENCES

- [1] Union européenne, « Directive 2002/61/CE du Parlement européen et du Conseil du 19 juillet 2002 portant dix-neuvième modification de la directive 76/769/CEE du Conseil concernant la limitation de la mise sur le marché et de l'emploi de certaines substances et préparations dangereuses (colorants azoïques) », Journal du Parlement européen et du conseil, (L243): 15-18; 2002.
- [2] F. J. D. Ouinsou, « Mise à niveau au plan sanitaire et environnemental d'un atelier de teinturerie artisanale à koudougou au Burkina faso », Mémoire pour l'obtention du master en ingénierie de l'eau et de l'environnement. Institut International d'Ingénierie, Ouagadougou, Burkina faso 2014.
Disponible sur http://documentation.2ie-edu.org/cdi2ie/opac_css/doc_num.php?explnum_id=1924.
- [3] K. Thiam, E.H.M. Ndiaye, M.F. Cissé, F.B.R. Mbaye, S. Niang, J.M.A.N. Sagne, et al « Manifestations respiratoires basses associées à la pratique de la teinture artisanale des vêtements à Dakar (Sénégal) », Revue des Maladies respiratoires, vol. 36, n°S, A133, 2019.
- [4] République fédérale d'Allemagne « Seconde ordonnance sur les biens de consommation », Bedarfsgegenständeverordnung, 15 Juillet 1994.
- [5] P.L. Kitronza, P. Mairiaux, " Occupational Stress among Textile Workers in the Democratic Republic of Congo" Tropical Medicine and Health, vol. 43, n°4, pp 223-231, 2015.
- [6] S. Chatti, M. Maoua, H. Rhif, M. Dahmoul, A. Abbassi, A.J. Mlaouah et al, "Occupational asthma in the Tunisian central region: etiologies and professional status", Revue de Pneumologie Clinique, vol.67, n°5, pp281-288, 2011.
- [7] P.L. Kitronza, M. Philippe, "Environmental factors associated with textile industry in Democratic Republic of Congo: state of play", Pan African Medical Journal, vol.25, n°44, 2016.
- [8] P.L. Kitronza, "Identification of occupational hazards in the textile industry in the Democratic Republic of Congo", Pan African Medical Journal vol.19, n°373, 2014.
- [9] J. Hsinet, A. Benzarti Mezni, S. Ismail, N. Khouja, N. Ben Maiz, A. Ben Jemâa, « Eczéma de contact allergique d'origine professionnelle », Revue Française d'Allergologie, vol. 58, n°7, pp 500-505, 2018.
- [10] M.A. Henchi, A. Omrane, C. Amri, L. Bouzgarrou, I. Rassas, A. Mahfoudhiet al, " The Quality of Life and Professional Future among Tunisian Workers Suffering from Occupational Asthma" Recent Patents on Inflammation & Allergy Drug Discovery, vol. 11, n° 1, pp 64-70, 2017.

Quantification de la perte en sol par usage du modèle RUSLE dans un SIG: Cas du bassin versant d’Affon-Donga

[Quantification of soil loss by using the RUSLE model in a GIS: Case of the Affon-Donga watershed]

*Fousséni Gbadamassi¹, Maman-Sani Issa², Imorou F. Ouorou Barre³, Luc Adetona¹, Amrouche Alhaji⁴, Yahiri Léto Christian⁴,
and Jean Bosco Vodounou¹*

¹Laboratoire des Géosciences de l’Environnement et de Cartographie (LaGECa), Université de Parakou (UP), Benin

²Centre InterFacultaire pour la Recherche en Environnement et Développement Durable, Institut de Géographie, Aménagement du Territoire et Environnement (CIFRED, IGATE), Benin

³Laboratoire d’Hydrologie et de Modélisation Environnementale (HydroModE-Lab), Université de Parakou (UP), Benin

⁴Département de Géographie et Aménagement du Territoire (DGAT), Université de Parakou (UP), Benin

Copyright © 2022 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 upstream side of the large watersheds of Benin is undergoing accelerated degradation phenomena, due to human pressure. The objective of this study is to quantify the loss of cultivable soil in the Affon-Donga watershed. The methodological approach adopted was to use the RUSLE model to quantify soil loss. Raster data such as SoilGrids images from ISRIC, elevation images from ASTER GDEM, Landsat OLI images, WoldClim data as well as terrain data were used to prepare the five factors of the model. The results obtained show that the soil loss varies between 0 and 21,598.63 t / ha / year in the Affon-Donga watershed. The loss values of between 10 and 500 t / ha / year occupy 40.54% of the basin. The colossal losses which exceed 500 t / ha / year and go up to 21,598.62 t / ha / year are dispersed over 3.95% of the basin. The average soil loss is 1443.81 t / ha / year and the rate of erosion or the amount of soil moved generally from upstream to downstream is 633,562,753.72 t / year. As the long-term result of such an ecosystem dynamic, cultivable spaces will become scarce while the processes of filling and meandering of downstream rivers will be amplified.

KEYWORDS: Erosion rate, RUSLE model, loss of cultivable land, Affon-Donga, Benin.

RESUME: L’amont des grands bassins versants du Bénin subit des phénomènes de dégradation accélérée, en raison des pressions humaines. L’objectif de cette étude est de quantifier la perte en sol cultivables dans le bassin versant d’Affon-Donga. L’approche méthodologique adoptée a consisté à l’utilisation du modèle RUSLE pour quantifier la perte en sol. Les données matricielles telles que les images de SoilGrids d’ISRIC, les images d’élévation d’ASTER GDEM, les images de Landsat OLI, les données de WoldClim ainsi que les données de terrain ont permis de préparer les cinq facteurs du modèle. Les résultats obtenus montrent que la perte en sol varie entre 0 et 21598,63 t/ha/an dans le bassin versant d’Affon-Donga. Les valeurs des pertes comprises entre 10 et 500 t/ha/an occupent 40,54 % du bassin. Les pertes colossales qui dépassent 500 t/ha/an allant jusqu’à 21598,62 t/ha/an sont dispersées sur 3,95 % du bassin. La perte moyenne en sol est de 1443,81 t/ha/an et le taux d’érosion ou la quantité de sol déplacée généralement de l’amont vers l’aval est de 633 562 753,72 t/an. Comme résultante à long terme d’une telle dynamique écosystémique, les espaces cultivables se raréfieront tandis que les processus de comblement et de méandrisation des cours d’eau en aval s’amplifieraient.

MOTS-CLEFS: Taux d’érosion, modèle RUSLE, perte d’espaces cultivables, Affon-Donga, Bénin.

1 INTRODUCTION

Les terres agricoles de la planète de vie sont en danger d’érosion. L’humanité dispose actuellement d’environ 30 millions de km² de terres arables pour se nourrir dans les conditions économiques du début de ce 21^{ème} siècle [1]. Les changements de structures, de techniques et de modes d’utilisation des sols provoquent une spectaculaire dégradation physique, chimique et biologique des terres agricoles. Au Canada, les pertes attribuées à la dégradation des sols dépassent 15 à 26 milliards de dollars canadiens par hectare de terre arable par année et représentent en moyenne 38 % du revenu agricole net du Canada [2]. Dans la zone sahélienne, la dégradation des terres est due essentiellement à de mauvais modes de gestion, à l’insuffisance de terre, leur surexploitation, au non restitution des éléments du sol et aux sécheresses [3]. La destruction des agrégats du sol causée par le labour, dépend du type de l’outil de travail utilisé et de la profondeur de la couche du sol [4]. La perte des terres dans un bassin versant par exemple, est due à l’extension des sols peu évolués de grande érodibilité, aux fortes pentes et à l’absence du couvert végétal dense [5]. Les formations végétales comme les forêts galeries, les forêts claires et les savanes arborées sont devenues des formations végétales rares et s’observent le plus souvent au niveau des terres marginales inaptées à l’agriculture [6]. Ainsi, une étude faite au Burkina Faso révèle que les systèmes de productions agricoles inadaptés donnent lieu à une augmentation de l’érosion hydrique et à une perte de terre estimée à 8,42 à 36,35 t/ha/an [7]. L’érosion hydrique des sols dans le bassin versant de Ben Ahmed au Maroc Central montre que les taux d’érosion varient entre 4,3 t/ha et 12,3 t/ha pour une séquence de pluie de 60 mm/h sur 30 minutes [8]. Chaque pays au monde est sujet à l’érosion des terres [9]. C’est aussi le cas du Bénin, dont les amonts des grands bassins versants en souffrent énormément. C’est pourquoi, la présente étude s’intéresse au bassin versant d’Affon-Donga pour quantifier la perte en sol par usage du modèle RUSLE dans un SIG..

2 MATÉRIELS ET MÉTHODE

2.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le milieu d’étude est la partie Nord-Ouest de la haute vallée de l’Ouémé comportant la source de l’Ouémé dans les monts Tanekas [10]. Il s’agit du bassin versant d’Affon-Donga (Fig. 1.).

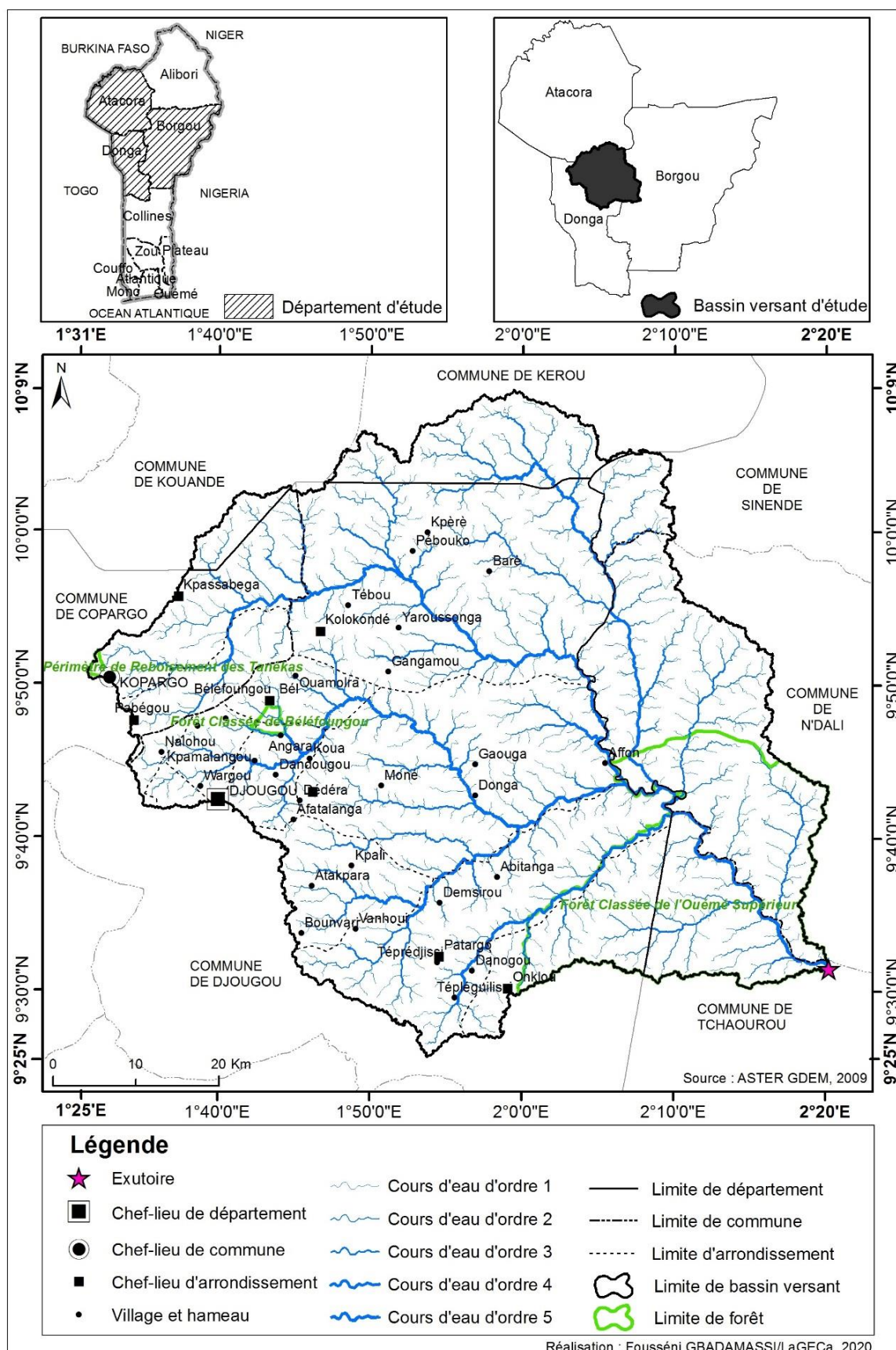


Fig. 1. Situation géographique du bassin versant d'Affon-Donga

D’après la figure 1, le bassin versant d’Affon-Donga est localisé entre 01°31’ et 02°20’ longitudes est puis entre 09°25’ et 10°9’ latitudes nord. Il couvre une superficie de 4388,14 km² avec un périmètre de 286,33 km. Il a une forme presque circulaire ($K_G = 1,2$) avec une longueur du rectangle équivalent de 96,45 Km et une largeur de 45,49 Km. La ramification du réseau hydrographique est ordonnée selon la classification de Strahler. Les cours d’eau d’ordre 1 de ce réseau hydrographique sont les cours d’eau d’entre leurs sources et leurs premières confluences. La confluence de deux cours d’eau d’ordre 1 génère un cours d’eau d’ordre 2. La confluence de deux cours d’eau de même ordre débouche sur un cours d’eau de cet ordre plus 1. Mais, la confluence de deux cours d’eau d’ordre n-1 et d’ordre n donne un cours d’eau d’ordre n. L’ordre supérieur de cours d’eau est l’ordre 5. Cela signifie que le réseau hydrographique a une ramification bien développée avec un espacement régulier des confluences ($R_c = 2,24$). Le relief du bassin est fort et très érosif.

2.2 MÉTHODOLOGIE

La formule empirique de W. H. Wischmeier et D. D. Smith permet d’estimer le taux de perte en sol (USLE) [11]. Elle est le modèle mathématique combiné avec les techniques de SIG, utilisé par plusieurs auteurs scientifiques pour quantifier les pertes en sol. Elle se base sur 5 facteurs explicatifs de l’érosion hydrique dont l’équation est la suivante:

$$A_{(t/ha/an)} = R * K * LS * C * P$$

- $A_{(t/ha/an)}$: Perte en sol par unité de surface et par an,
- R: Indice de pluie caractérisant l'agressivité climatique,
- K: Facteur d'érodabilité du sol,
- LS: indice combinant l'effet de la longueur L de parcelle et de la pente S,
- C: Indice des pratiques culturales,
- P: Indice d'aménagement antiérosif.

Le schéma conceptuel du modèle RUSLE se présente sur la figure 7.

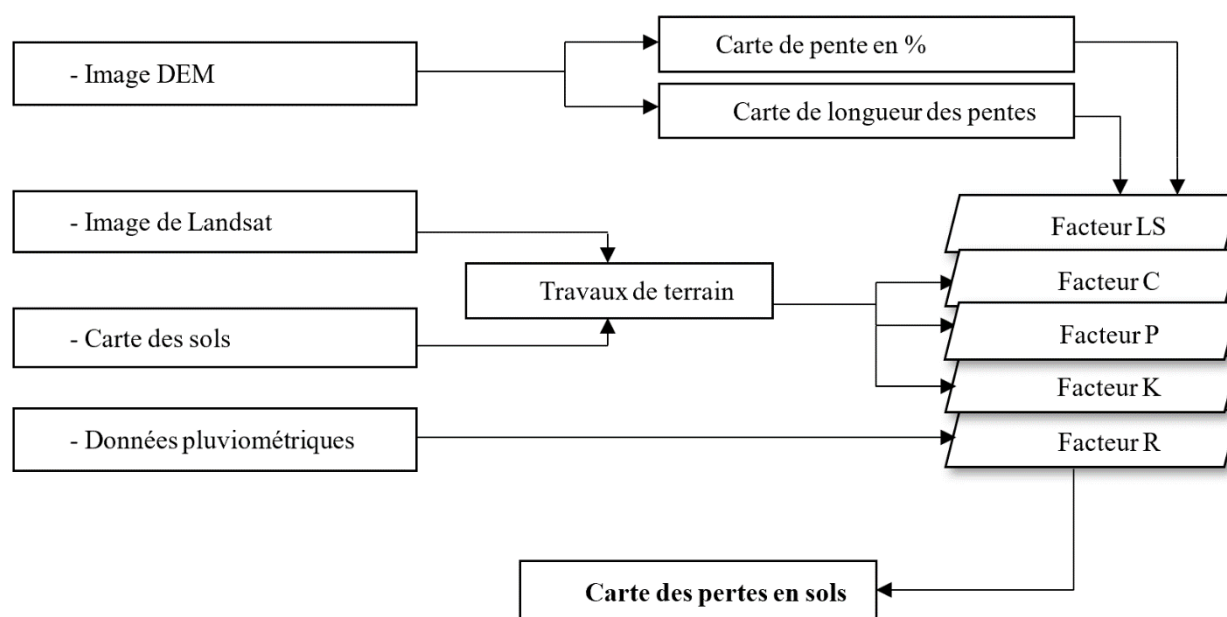


Fig. 2. Modèle conceptuelle d'évaluation des pertes en sol

D’après la figure 2, les cinq facteurs du modèle RUSLE sont élaborés à partir des images d’élévation, des images de Landsat, la carte des sols (appuyé par les travaux de terrain) et les données pluviométriques.

• AGRESSIVITE DES PRECIPITATIONS (R)

Le R est un indice d’agressivité des sols par rapport à la pluie. Il caractérise le pouvoir érosif par l’intensité de la pluie; plus la pluie est intense et plus elle dure longtemps, plus elle endommage le sol. Le facteur R s’exprime comme suit:

$$R = 0,264 \times F^{1,5}$$

F est l'indice de Fournier qui s'exprime comme suit:

$$F = \sum_{i=1}^{12} \frac{ri}{P}$$

ri : les précipitations mensuelles au carré;

P: les précipitations annuelles en mm.

• **ERODABILITE DES SOLS (K)**

L'érodabilité du sol K détermine la résistance des différents types de sols d'une région à l'érosion. Certains sols sont plus sensibles à l'érosion hydrique que d'autres. En utilisant les proportions de sable fin, de limon et d'argile des sols des points d'observation, on réalise le diagramme ternaire et on procède à l'identification de la texture du sol de chaque point de prélèvement par rapport au diagramme de référence [12] de la figure 3.

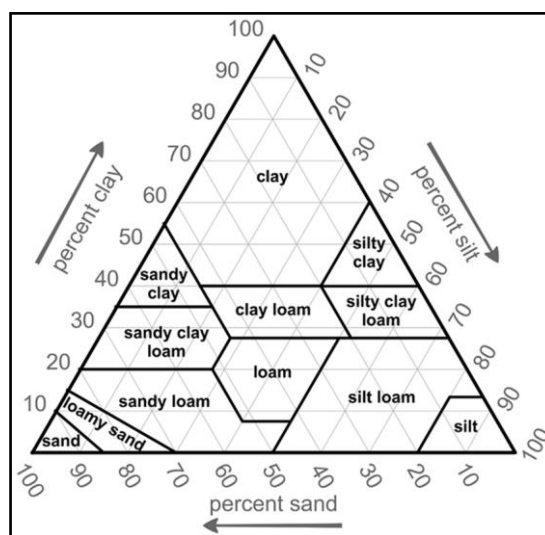


Fig. 3. Triangle de texture du sol

Après l'identification de la texture du sol, on identifie la valeur de K correspondant selon le tableau 1.

Tableau 1. Valeurs de K

Textural Class	K Factor tonnes/hectare (tons/acre)		
	Average OMC*	Less than 2 % OMC	More than 2 % OMC
Clay	0.49 (0.22)	0.54 (0.24)	0.47 (0.21)
Clay loam	0.67 (0.30)	0.74 (0.33)	0.63 (0.28)
Coarse sandy loam	0.16 (0.07)	–	0.16 (0.07)
Fine sand	0.18 (0.08)	0.20 (0.09)	0.13 (0.06)
Fine sandy loam	0.40 (0.18)	0.49 (0.22)	0.38 (0.17)
Heavy clay	0.38 (0.17)	0.43 (0.19)	0.34 (0.15)
Loam	0.67 (0.30)	0.76 (0.34)	0.58 (0.26)
Loamy fine sand	0.25 (0.11)	0.34 (0.15)	0.20 (0.09)
Loamy sand	0.09 (0.04)	0.11 (0.05)	0.09 (0.04)
Loamy very fine sand	0.87 (0.39)	0.99 (0.44)	0.56 (0.25)
Sand	0.04 (0.02)	0.07 (0.03)	0.02 (0.01)
Sandy clay loam	0.45 (0.20)	–	0.45 (0.20)
Sandy loam	0.29 (0.13)	0.31 (0.14)	0.27 (0.12)
Silt loam	0.85 (0.38)	0.92 (0.41)	0.83 (0.37)
Silty clay	0.58 (0.26)	0.61 (0.27)	0.58 (0.26)
Silty clay loam	0.72 (0.32)	0.79 (0.35)	0.67 (0.30)
Very fine sand	0.96 (0.43)	1.03 (0.46)	0.83 (0.37)
Very fine sandy loam	0.79 (0.35)	0.92 (0.41)	0.74 (0.33)

Source: FACTSHEET, 2012

• FACTEUR TOPOGRAPHIQUE (LS)

Le facteur LS est un indice topographique qui représente la morphologie du terrain. Il est calculé à partir du Modèle Numérique du Terrain (MNT) par superposition des cartes des longueurs des pentes et les gradients de pentes. La pente a une influence importante sur le processus de l'érosion hydrique. Elle aggrave l'effet du ruissellement des eaux de pluie.

$$LS = [0.065 + 0.0456 (\text{slope}) + 0.006541 (\text{slope})^2] (\text{slope length} \div \text{constant})^{NN}$$

La valeur de NN correspondant à la pente est consignée dans le tableau 2.

Tableau 2. Valeur de NN

S	< 1	1 ≤ Slope < 3	3 ≤ Slope < 5	≥ 5
NN	0,2	0,3	0,4	0,5

Source: FACTSHEET, 2012

La syntaxe écrite dans Raster Calculator sur ArcGIS est la suivante:

$$LS = (((("FlowAcc" * 30,76997121) / 22,1) ^ 0,5) * (0,065 + 0,045 * "Slope_" + 0,0065 * ("Slope_" * "Slope_"))))$$

• OCCUPATION DES SOLS (C)

Le facteur C est utilisé pour déterminer la densité du couvert végétal, l'efficacité relative à des principaux systèmes cultureux et la gestion des sols [11]. Les valeurs de C en fonction de l'occupation du sol sont inscrites dans le tableau 3.

Tableau 3. Valeau de C en fonction de l'occupation du sol

Land Use	C Indix
Dense forest	0.05
Open forest	0.10
Plantation	0.13
Matorral	0.20
Pasture	0.30
Agriculture	0.60
Bad Lands	1.00

Source: H. Lahlaoui et al, 2015, p. 133

• PRATIQUES ANTI-EROSIVES (P)

Le facteur P représente la protection du sol et les pratiques antiérosives réduisant la vitesse de ruissellement et diminuant ainsi le risque de l'érosion hydrique. Il varie en fonction des aménagements effectués [13]. Les valeurs du facteur P vont de 0 à 1; la valeur la plus élevée est attribuée aux zones sans conservation; les valeurs minimales correspondent aux zones bâties et aux plantations avec cultures en bandes dans le sens des courbes de niveau [14].

3 RESULTATS

Le modèle RUSLE permet d'évaluer la perte en sol dans le bassin. Pour compiler les facteurs qui entrent en jeu, il faut d'abord les distingués. Il s'agit de l'indice de pluie caractérisant l'agressivité climatique, du facteur d'érodabilité du sol, de l'indice combinant l'effet de la longueur L de parcelle et de la pente S, de l'indice des pratiques culturales et de l'indice d'aménagement antiérosif.

3.1 FACTEURS DU MODELE RUSLE

3.1.1 INDICE DE PLUIE CARACTERISANT L'AGRESSIVITE CLIMATIQUE (R)

La figure 4 suivante présente la répartition de l'agressivité pluviométrique du bassin.

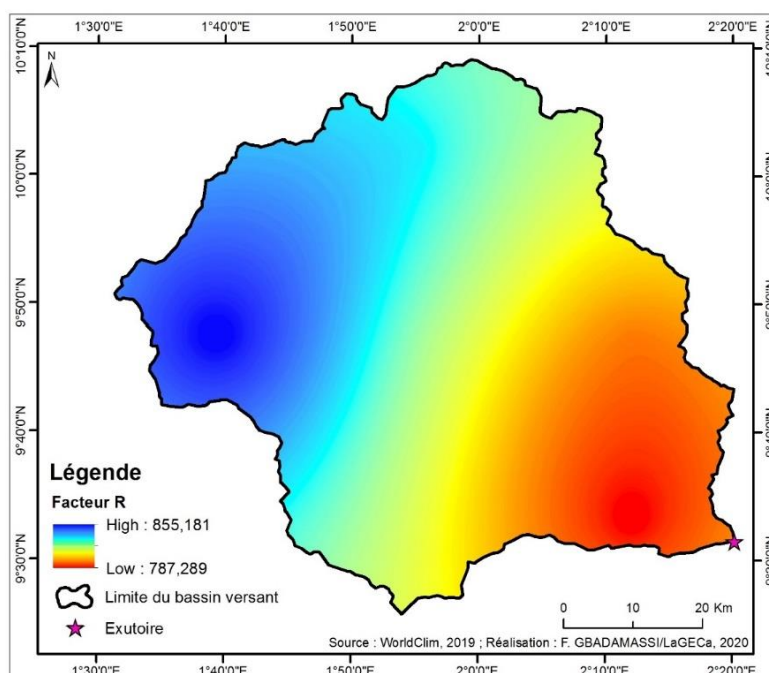


Fig. 4. Agressivité climatique dans le bassin

D’après la figure 4 l’agressivité pluviométrique est plus accentuée en amont ($R = 855,18$) du bassin qu’en aval ($R = 787,28$). Cette agressivité climatique signale l’intensification de l’érosion hydrique là où elle est forte en fonction de la résistance des types de sol présents dans le milieu.

3.1.2 FACTEUR D’ERODABILITE DU SOL (K)

La figure 5 montre l’érodabilité du sol.

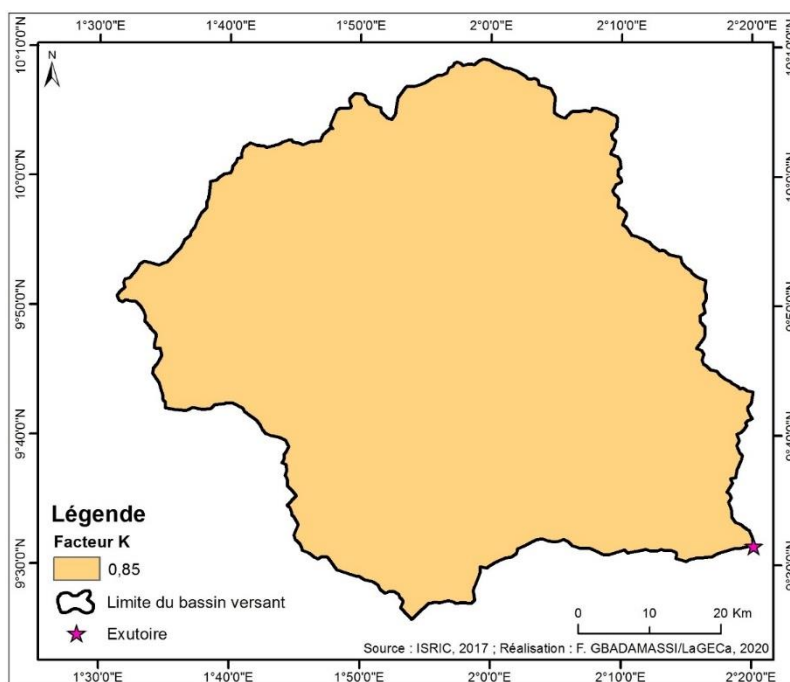


Fig. 5. Erodabilité du sol dans le bassin

La figure 5 montre que, l’érodabilité du sol est uniforme dans le bassin. Cette uniformité s’explique par la correspondance à la classe « Silt loam » (ou limon limoneux) (Figure a, Figure 6) des sites d’observation projetés sur le triangle de texture du sol (Figure b, Figure 6) qui s’accordent à la valeur 0,85 t/ha du tableau des valeurs K.

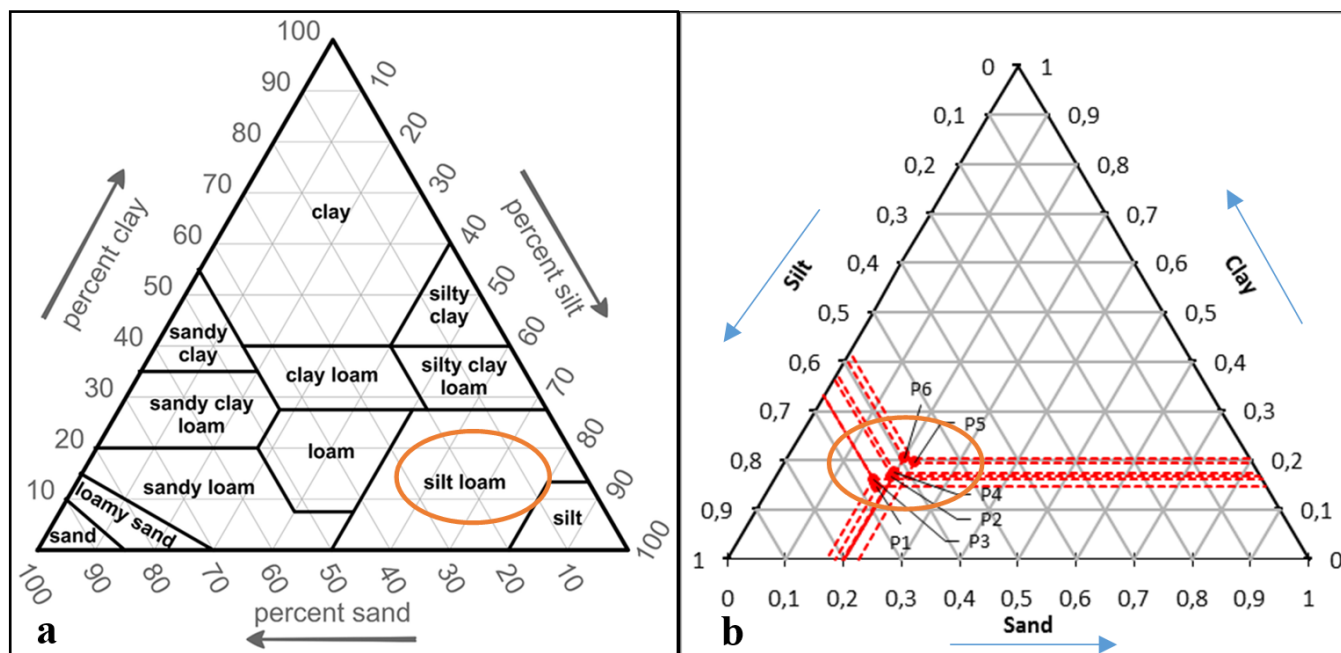


Fig. 6. Position des sites dans le triangle de texture

L'érodabilité des types de sol dépend aussi des longueurs de pente du milieu.

3.1.3 INDICE COMBINANT L'EFFET DE LA LONGUEUR L DE PARCEL ET DE LA PENTE S

La figure 7 suivante présente les longueurs de pente du bassin.

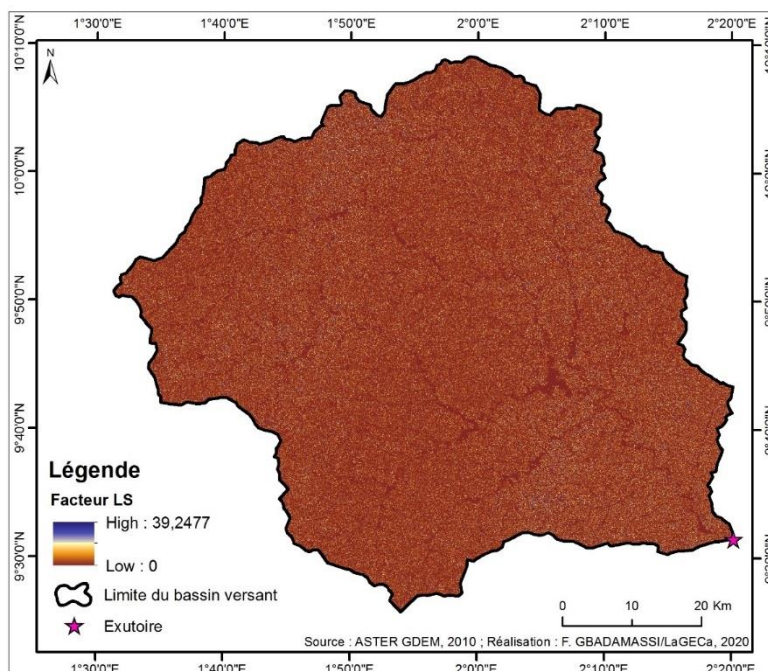


Fig. 7. Longueur de pente du milieu

La figure 7 présente les valeurs des longueurs de pente qui varient entre 0 et 39,25. Les basses valeurs se localisent au niveau des zones basses autour des cours d’eau. Les valeurs situées entre 5 et 10 sont les plus répandues dans le bassin. Les fortes valeurs se retrouvent sur les sommets de façon dispersée. Ainsi, la pente accélère l’érosion hydrique des sols. Cependant, la couverture végétale arrive à l’atténuer autant que faire se peut.

3.1.4 INDICE DES PRATIQUES CULTURALES (C)

La figure 8 présente l’indice des pratiques culturales selon la protection du sol.

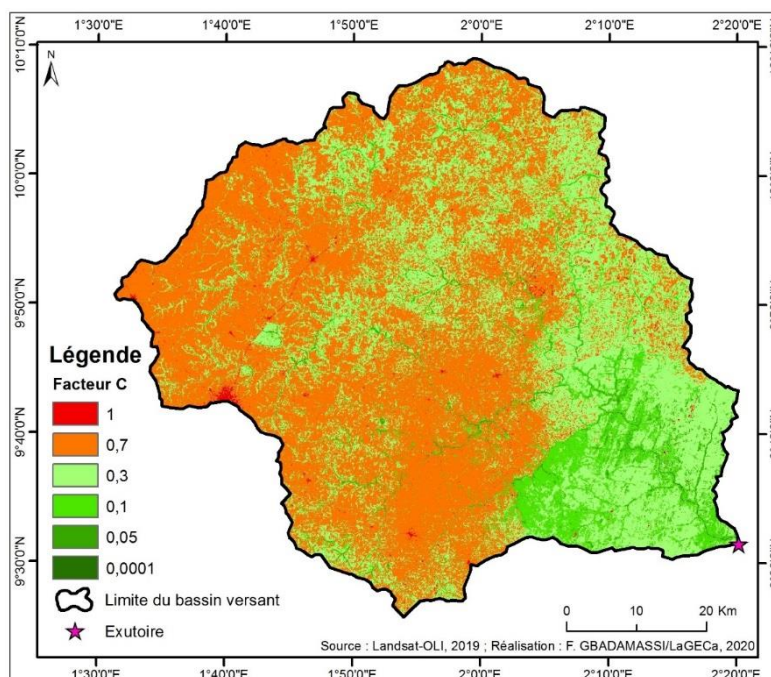


Fig. 8. Pratiques culturales dans le bassin

La figure 8 montre que, les valeurs du facteur C varient entre 0,0001 et 1. Les valeurs plus faibles se retrouvent dans les zones couvertes par la végétation. Les valeurs 0,7 traduisent les zones de culture et la valeur 1 représente les agglomérations et les affleurements rocheux. Les zones de cultures sont les zones exposées à l’érosion si les aménagements antiérosifs n’y sont pas installés.

3.1.5 INDICE D’AMENAGEMENT ANTIEROSIF (P)

La figure 9 présent la répartition des indices d’aménagement antiérosif des sols dans le bassin.

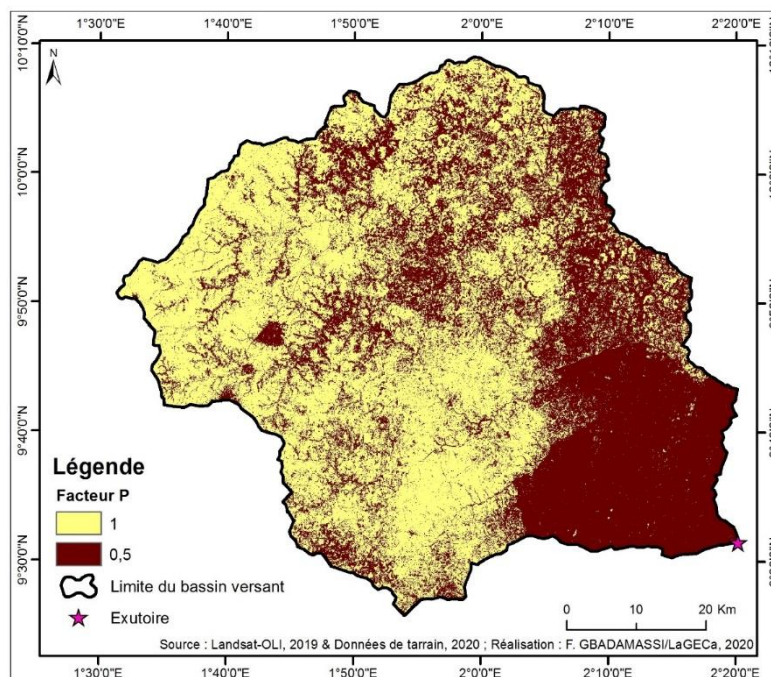


Fig. 9. Antiérosivité du bassin

La figure 9 indique les zones antiérosives de valeur faible ($P = 0,5$) du milieu sont d'ordre naturel tel que les forêts et d'ordre anthropique tel que les agglomérations. La zone de forte valeur ($P = 1$) est dans les zones de culture. Car, généralement les zones de culture sont sans protection dans le bassin versant d'Affon-Donga.

3.2 COMBINAISON DES FACTEURS

La combinaison des cinq facteurs du modèle RUSLE permet d'évaluer la perte en sol dans le bassin versant (figure 10).

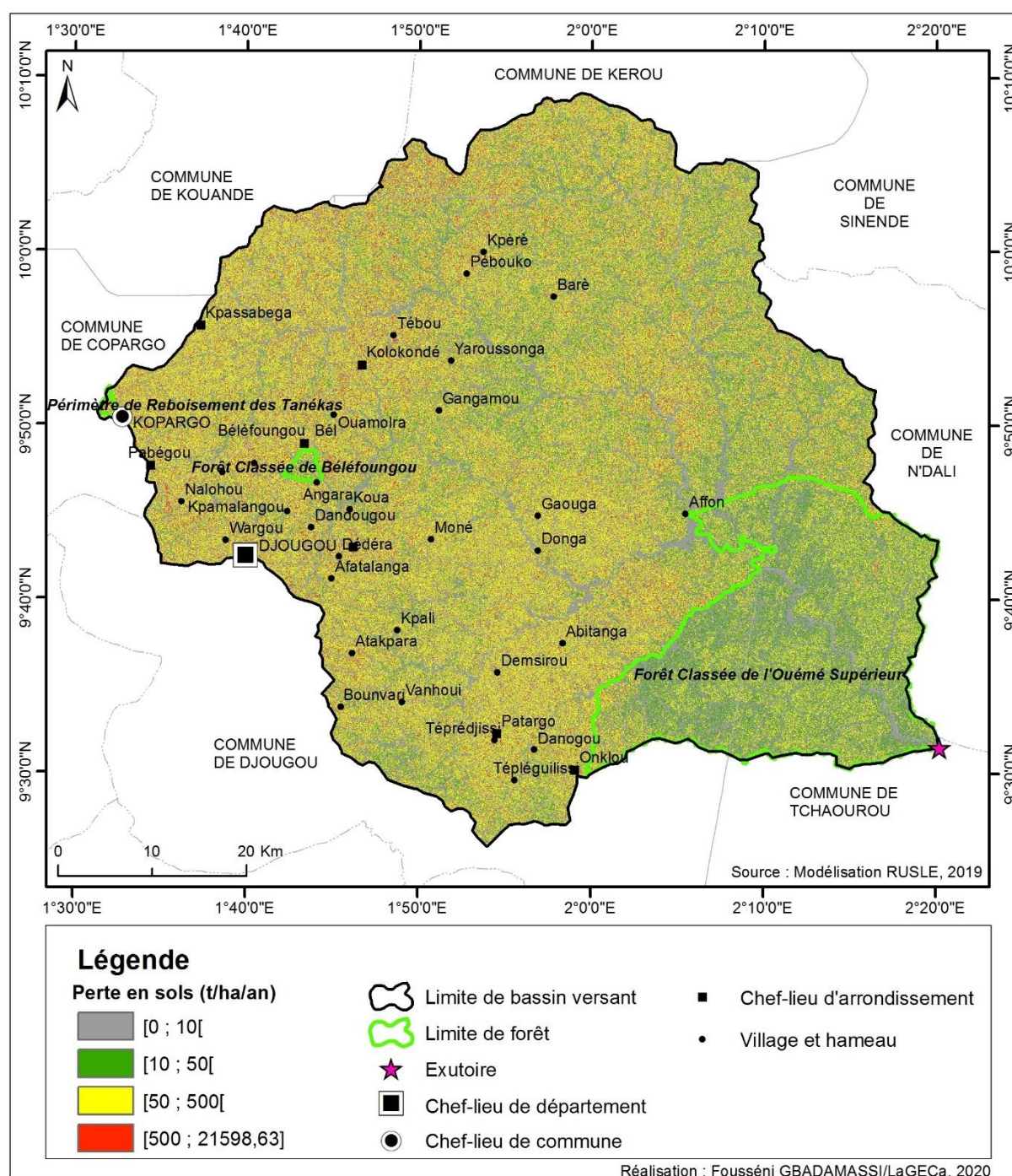


Fig. 10. Perte en sol dans le bassin versant d’Affon-Donga

La figure 10 présente la perte en sol dans le bassin évaluée en unité de tonne par hectare par an (t/ha/an). La perte en sol varie entre 0 et 21598,63 t/ha/an catégorisées en quatre classes. La première classe en couleur grise représente les pertes minimales en sol inférieures à 10 t/ha/an et se retrouve dans les dépressions principalement autour des cours d’eau et s’élargissent en aval du bassin. La deuxième classe en vert correspond aux pertes comprises entre 10 et 50 t/ha/an répartie vers les secteurs couverts par la végétation. La troisième classe en jaune constitue les pertes d’entre 50 et 500 t/ha/an répartie sur les versants non protégés. La dernière classe en rouge équivaut aux pertes maximales supérieures à 500 t/ha/an distribuée sur les sommets des collines.

D’après l’analyse spatiale effectuée, le seuil de tolérance des pertes en sol compris entre 0 et 10 t/ha/an occupe environ 55,5 % de la superficie du bassin (figure 11).

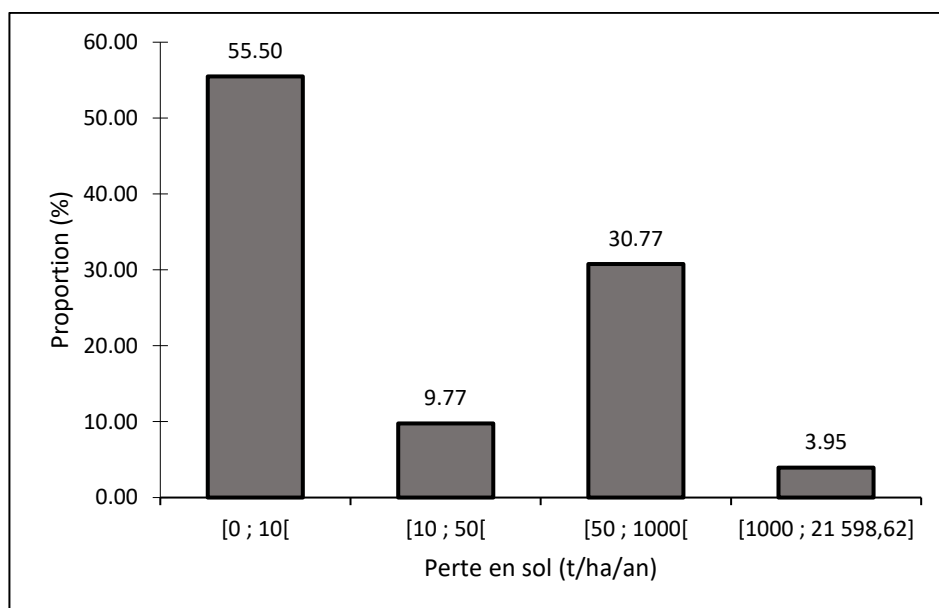


Fig. 11. Proportions des pertes en sol dans le bassin

La figure 11 montre que, les valeurs des pertes comprises entre 10 et 500 t/ha/an occupent 40,54 %. Les pertes colossales qui dépassent 500 t/ha/an allant jusqu'à 21598,62 t/ha/an sont dispersées sur 3,95 % du bassin. Ces zones sont principalement en amont du bassin et échouent progressivement en aval vers la Forêt Classée de l'Ouémé supérieur. Les localités de Kolokondé, de Kpassabéga, de Béléfoungou, de Djakpingou et de Copargo en souffrent réellement dans le bassin versant par leur exposition à l'érosion.

Globalement, la perte moyenne en sol est de 1443,81 t/ha/an. Le bassin versant d'Affon-Donga subit une perte en sol (soit le taux d'érosion ou la quantité de sol déplacée généralement de l'amont vers l'aval) de 633 562 753,72 t/an.

4 DISCUSSION

Dans le présent travail l'observation directe sur le terrain et le modèle RUSLE ont été utilisés pour présenter la conséquence fâcheuse de l'érosion à travers la quantification de la perte en sol dans le bassin versant d'Affon-Donga. Cette méthode adoptée diffère de la méthode de R. Alzouma Sanda *et al.*, qui se sont basés sur une cartographie diachronique de l'occupation du sol pour déterminer l'état de dégradation du bassin versant de Boubon au Niger par la dynamique des ravinements [15]. Cette différence de méthode utilisée s'explique par le fait que le modèle RUSLE s'intéresse beaucoup plus à l'érosion en nappe [16] que le ravinement. D'ailleurs, l'agressivité pluviométrique dans le bassin est très élevée et plus accentuée en amont ($R = 855,18$) qu'en aval ($R = 787,28$). Ces valeurs élevées de R sont des causes potentielles [17] de la perte en sol causée à travers l'érosion en nappe. De même, la perte moyenne en sol est de 1443,81 t/ha/an dans le bassin versant d'Affon-Donga. De même, elle est très faible de l'ordre de 5,4 t/ha/an dans le bassin versant de la Medjerda en Tunisie où l'agressivité pluviométrique ne dépasse guère 120 [18]. Il faut signaler qu'en dehors de l'agressivité il y a aussi l'érodabilité des sols qui favorise la perte en sol. Elle est de 0,84 t/ha dans le bassin versant d'Affon-Donga tandis qu'elle est faible, inférieure ou égale à: 0,36 t/ha dans le bassin de Medjerda [18]; 0,46 t/ha dans le bassin de Oued R'dom au Maroc, favorisant une perte modérée en sol de 11,19 t/ha/an [19].

Les valeurs extrêmement élevées de perte en sol occupent 3,95 % distribuées au niveau des sommets de versant. Ce résultat concorde avec la faible proportion de 4 % obtenue dans bassin versant d'El Gouazine en Tunisie [20] et 0,19 % dans la commune de Karangasso au Burkina Faso [7]. L'infériorité de proportion à Karangasso, s'explique par le fait qu'une commune ne saurait avoir les mêmes comportements géomorphologiques que tout un bassin versant. Le bassin versant d'Affon-Donga subit une perte totale en sol de 633 562 753,72 t/an. Ce résultat est extrêmement supérieur au résultat de M. Boufala *et al.*, qui est de 1 552 785,42 t/an dans le bassin versant de M'dez au Maroc de superficie 3350 Km² qui est proche de la superficie du bassin versant d'Affon-Donga [21].

5 CONCLUSION

Le modèle RUSLE est utilisé dans le présent travail pour quantifier la perte en sol dans le bassin versant d'Affon-Donga. La perte moyenne en sol est de 1443,81 t/ha/an dans le bassin dont la perte total est estimée à 633 562 753,72 t/an. Cette perte colossale est

occasionnée par la forte pluviosité du milieu, l'érodabilité élevée du sol et les grandes longueurs de pente. Pour réduire cette perte, il faut reprendre les types de labour antiérosif dans le bassin et interdire les labours dans les zones très érosives.

REMERCIEMENTS

Nous adressons nos sincères remerciements à l'endroit de Monsieur YAGA Essowè pour nous avoir aidé à collecter les données et également à l'endroit de Monsieur AKPO Abakounouré pour nous avoir accordé un crédit pour exécuter les travaux de terrain.

REFERENCES

- [1] Brabant, P., Une méthode d'évaluation et de cartographie de la dégradation des terres, Proposition de directives normalisées. Les dossiers thématiques du CSFD. N°8. CSFD/Agropolis International, Montpellier, France, 2010.
- [2] P. S. Wicherek and R. M. Laverdiere, Les terres agricoles du Canada: dégradation et conservation, Cahiers Agricultures, 2, pp. 245-255, 1993.
- [3] O. M. Savadogo, K. Ouattara, J. Barron, I. Ouedraogo, L. Gordon, E. Enfors and P. Zombre Nabsanna, Etats des écosystèmes sahéliens: reverdissement, perte de la diversité et qualité des sols, Afrique SCIENCE, 11 (5), pp. 433 – 446, 2015.
- [4] R. Chibani, H. Bahri, M. Annabi and H. Cheikh M'hamed, L'agriculture de conservation comme alternative pour améliorer la résistance des sols à l'érosion hydrique dans le Nord de la Tunisie, Annales de l'INRAT, volume 91, ISSN: 0365-4761, pp. 86-97, 2018.
- [5] A. Ouallali, H. Aassoumi and M. Moukhchane, "Cartographie et évaluation de l'érosion hydrique à l'aide d'un SIG dans le bassin versant Arbaa Ayacha, Rif Occidental. Maroc", Acte de colloque CIJC, pp. 170-172, 2017.
- [6] H. B. Goma Boumba and M. J. Samba-Kimbata, "Analyse de l'impact des déterminants de dégradation du couvert végétal sur les composantes environnementales de la réserve de chasse de la Lefini (Congo)", Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement, n°1, pp. 75-89, 2019.
- [7] B. Ouedraogo, O. Kabore And M. Kabore, "Cartographie quantitative de l'érosion des sols par approche SIG/RUSLE dans la Commune de Karangasso vugué (Burkina Faso)", Int. J. Biol. Chem. Sci., 13 (3), pp. 1638-1653, 2019.
- [8] N. Aserar, R. Moussadek and A. Douira, "Etude quantitative de l'érosion hydrique des sols dans le bassin versant de Ben ahmed (Maroc Central)", Rev. Mar. Sci. Agron. Vét. 7 (2), pp. 385-389, 2019.
- [9] Croitoru L., Miranda J. J. and Sarraf M., Le coût de la dégradation de la zone côtière en Afrique de l'Ouest: Bénin, Côte d'Ivoire, Sénégal et Togo, WACA, Banque Mondiale, 2019.
- [10] MONIOD F., Régime hydrologique de l'Ouémé (Dahomey), Bureau Central Hydrologique, Cah. O.R.S.T.O.M., sbr. Hydrol., vol. du, n° 2, Paris, 1973.
- [11] Wischmeier H. W. and Smith D. D., Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning, N° 537, Departement of Agriculture, Science and Education Administration, 1978.
- [12] D. Groenendyk, T. Ferré, K. Thorp and A. Rice, Hydrologic-Process-Based Soil Texture Classifications for Improved Visualization of Landscape Function, PloS one. 10. e0131299. 10.1371/journal.pone.0131299, pp. 1-17, 2015.
- [13] D. El Hafid and B. Akdim, "Quantification De L'érosion Hydrique En Utilisant Le Modèle Rusle Et Déposition Intégrée Dans Un Sig. Cas Du Bassin Versant De L'oued Isly Maroc Ori-ental)", European Scientific Journal, 14 (5), pp. 373-385, 2018.
- [14] Lahlaoui H., Rhinane H., Hilali A., Lahssini S. and Khalile L., "Potential Erosion Risk Calculation Using Remote Sensing and GIS in Oued El Maleh Watershed, Morocco", Journal of Geographic Information System, 7, pp. 128-139, 2015.
- [15] R. Alzouma Sanda, I. Mamadou and K. Souley Yero, "Impacts des aménagements antiérosifs sur les ravinements issus de deux plateaux du bassin versant de Boubon au Niger", Rev. Ivoir. Sci. Technol., 34, pp. 421 – 436, 2019.
- [16] M. Meliho, A. Khattabi, N. Mhammdi and Z. Hongming, "Cartographie Des Risques De L'érosion Hydrique Par L'equation Universelle Revisee Des Pertes En Sols, La Teledetection Et Les Sig Dans Le Bassin Versant De L'ourika (Haut Atlas, Maroc)", European Scientific Journal, vol.12, No.32 pp. 277-297, 2016.
- [17] F. Choukri, M. Chikhaoui, M. Naimi, D. Raclot, Y. Pepin and K. Lafia, "Impact du changement climatique sur l'évolution de l'érosivité des pluies dans le Rif Occidental (Nord du Maroc) ". European Scientific Journal, 12 (32), p.79-93, 2016.
- [18] T. Hermassi, W. Ben Khelifa and H. Hamadi, "Evaluation des risques érosifs au niveau du bassin versant de la Medjerda", Journées scientifiques de la Medjerda, pp. 101-104, 2016.
- [19] Ez-Zejjari I., Estimation de l'érosion hydrique dans le bassin versant Oued R'dom par la méthode révisée de Wischmeier, Mémoire de Master, Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, 2017.
- [20] O. Hajji, S. Abidi, I. Mekni and T. Hermassi, "Quantification de l'érosion hydrique en contexte semi-aride méditerranéen (cas du bassin versant d'El Gouazine - Tunisie)", Journal International Sciences et Technique de l'Eau et de l'Environnement (JISTEE): Volume IV – N° 1, pp. 233-242, 2019.
- [21] M. Boufala, A. El Hmaidi, O. Habiba, A. Essahaloui, K. Chadli, A. El Ouali And A. Lahjouj, Evaluation du risque d'érosion des sols par la méthode RUSLE dans le bassin versant de M'dez, Moyen Atlas, Maroc, Journal International Sciences et Technique de l'Eau et de l'Environnement: Volume IV - Numéro 1, pp. 252-340, 2019.

استحقاق الترقية وعوائقها: وجهة نظر

[Eligibility and Barriers to Promotion: A Perspective]

Gassim H. Dohal

Independent Researcher, Gizan, Saudi Arabia

Copyright © 2022 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: Promotion represents an important factor for the employee regardless of his/her position, especially the academic. It is noticeable in our daily life that there are obstacles that limit promotion, and these obstacles are established and organized for in at least some cases by those who are related and have something to do with it. These obstacles are placed in order to avoid the financial burdens or social positions that the person in question may obtain. In some cases, the reason may be personal, caused by competition, gender, status, etc. Indeed, the procedure of promotion happens according to protocol frameworks that make the helpless employee accept the fait accompli. When an employee signs and agrees to work, s/he should accept and consent to all frameworks and regulations enacted by employers, whether they are individuals or institutions. There could be unfairness in those regulations that the employee must accept for the sake of having a job. During my search for articles discussing the subject of promotion, especially academics, I found very few, and all of them are about promotion in North America, and they depend on information and statistics that I have nothing alike. Due to the lack of references and statistics, I will rely on my experience in most of the presentation of this topic. This paper addresses the need for explicit expectations and transparent requirements within the academy.

KEYWORDS: promotion, barriers, eligibility, academic, obstacles.

ملخص: تمثل الترقية شياً مهماً للموظف-ساستخدم المذكر لكن الأمر يصدق على الجنسين- أياً كان موقعه وبالذات المعلم والأكاديمي وهذا هو الجانب الذي سأحدث عنه هنا. نلاحظ في حياتنا اليومية بعض العوائق التي تحد من الترقية وهذه العوائق يُؤسس لها ويُنظم لها سواء وُجد نص في النظام المعني يُمكن تأطيره أو غُمد لتفسيره المسؤول المباشر. وتُوضع هذه العوائق تجنباً للأعباء المالية أو المركز الاجتماعي التي قد يحصل عليها طالب الترقية. وفي بعض الحالات قد يكون السبب شخصياً تدفع له عوامل شتى منها الإحساس بالمنافسة والجنس والمركز إلخ. كل هذا يحصل في أطر برتوكولية تجعل من الموظف المغلوب على أمره يُسلم بالأمر الواقع. فالموظف عندما يُوقع ويُوافق على العمل يكون ذلك ضمن أطر وأنظمة سنّها أرباب العمل سواء كانوا أفراداً أو مؤسسات، وقد يكون فيها ما هو مجحف اضطر لقبولها الموظف ليضمن الوظيفة. خلال بحثي عن مقالات تناقش موضوع الترقية خصوصاً الأكاديمية منها لاحظت ندرتها وإن وُجد فيكون عن الترقية في أمريكا الشمالية وتعتمد على معلومات وإحصائيات دقيقة لا يتوفر مثيل لها عندي، وهي معلومات يحتاج لها البحث العلمي. ولقلة المراجع والإحصائيات فسأعتمد إلى التجربة الذاتية عند عرض هذا الموضوع. الغرض من طرق هذا الموضوع هو إفادة القارئ والمهتم، وقد تكون هذه الورقة فرصة للفت نظر الآخرين لهذا الموضوع الذي يستحق الدراسة.

كلمات دلالية: ترقية، عوائق، استحقاق، أكاديمي، معوق.

1 تقديم

الترقية هي أن يُمنح الموظف مرتبة أو درجة أعلى من التي يشغلها، ولكن ما يهم هنا ليس التعريف وإنما متى تكون مستحقة؟ وهل هناك بنود واضحة لا تحتاج لتأويل بخصوص استحقاقها؟ في العادة يوجد قوائم من المتطلبات يجدها الموظف في النظام الذي يتبع له، لكن ليس هناك ما يُلزم المسؤول بالتنفيذ. بل على العكس تجد هذه الإجراءات والمتطلبات لا يقوم ولا يجوز لغير أفراد بعينهم تفسيرها (وقد ناقش اشمنسكي والبيرن 2018 مثل هذا الموضوع، وكذلك مورالز 2021 وآخرون) [1]، [2]. خذ مثلاً: من شروط الترقية الأكاديمية في الجامعات السعودية أن يكون النشر في "مجلة محكمة"، ويقوم من يُكلف بهذا الموضوع بإصدار نشرات شبه سنوية لتفسير معنى "محكمة". لك أن تتصور أن هذا يتضمن "أن يكون رئيس التحرير عضو هيئة تدريس". وهناك أمور أخرى منها أن يكون للمجلة ISSN

وتجد بعض المجالات التي تتبع للجامعة التي تشترط هذا الشرط ليس لها ISSN. وبكذا فإنك تجد القوائم فضفاضة، وهذا يدخل ضمن عدم وضوح المصطلحات (وقد تكلم عن ذلك مورالز 2021) [3] مما يسمح بالتأويل حسب مزاج المعني بالأمر. الغريب أن العميد ورئيس الجامعة والمجلس العلمي بحكم الزمن يتغيروا ويكتنف تغييرهم معطيات ليس للموظف دخل فيها. وكذا من يختارهم المجلس العلمي للتحكيم خصوصاً عندما يتطلب الأمر الإجماع كما في الترقية لدرجة أستاذ كما هو الحال في نظام الجامعات السعودية. فالمسألة برمتها خاضعة للاجتهاد هذا إن قلنا بحسن النية. وبالمناسبة، فنظام يشترط الإجماع قد يقوم بشكل أساسي على المعرفة الشخصية؛ وعلى صاحب الطلب أن يتصل وينسق مع الفاحصين الذين يختارهم ويستبعد أشخاصاً بعينهم من المحكمين لبحوثه وهذا ما لم أفعله، لكن عرفته لاحقاً. وهنا أقول: لماذا الذهاب بعيداً والغوص في مثل هذه العلاقات المعقدة وغير المعلنة، وعلى القسم المختص والمجلس العلمي أن يكونا من يدافع وينافح ويمثل صاحب الطلب في كل المراحل التي تتطلب التدخل متى ما كانت الجامعة المعنية جادة في ترقية صاحب الطلب.

2 سبب الحديث عن هذا الموضوع

السبب لطرق هذا الموضوع هو أنه نادراً ما يُطرق موضوع له علاقة بالترقية وعوائقها. ولا يتوقع من الموظف الذي قبل ابتداء بالعمل ضمن إطار معين أن ينتقد أو يتظلم مما يُطلب منه. بالطبع يستغل من تكون لهم اليد الطولى-بغض النظر عن النية- الأنظمة والأطر حسب فهمهم ومرئياتهم للعمل (وقد كتب داوسن 2022، ونيهوس 2015 حول هذا الموضوع) [4]، [5] مما يحرم الموظف من مستحقات طبيعية يحتاجها لاستمرارية العمل، ودفع الرتبة، وبذل المجهود، وتحقيق التنافسية، ودفع الآخرين للإنجاز.

3 العوائق

العوائق كثيرة سأتناول بعضها ولا يعني هذا ألا يوجد عوائق أخرى تختلف بحسب المكان والزمان وصاحب الطلب؛ ومن تلك العوائق:

في البداية، الأنظمة فضفاضة، وعادة ما تعطي الحق لذوي السلطة في تفسيرها؛ في المدرسة المدير وفي الجامعة الرئيس والمجلس العلمي وفي الكلية العميد وهكذا. ومع تغيّر هذه السلطات يصبح التفسير حق لمن يشغل هذا المنصب. وكذلك اللجان الموكل لها أعمال بعينها تجد التقدير والاجتهاد يغلب على قراراتها، ولا ننسى أن المعرفة والمحابة عنصرين فاعلين في أي عمل وهذه طبيعة بشرية لا ينكرها أحد (وقد تعرض لمثل هذا مور 2017، وكم 2018، وكذلك هاتش 2019) [6]، [7]، [8]. فكلمة "محكمة" وتفسيرها كما سبق يحصل فيها التفنن في وضع ما يسمى "الضوابط". والسؤال هنا: هل من سبق وشغل هذا المنصب لم يظن لما تدّعيه هذه اللجنة أو تلك؟ ومثل هذه "الحركات" قد يتم بموجبها استبعاد أوراق وبحوث نجد الكثير من المختصين يقتبسون منها ويشيدون بها. وكذلك من يُختارون لفحص الأعمال المنشورة؛ فالناس مشارب ومن له صلة بك ويعرفك ليس كمن ليس كذلك (ومما قرأت في هذا الشأن ما كتبه نيهاس 2015) [9].

مرة أخرى أرجع وأقول هل من سبقك لم يكن بالمستوى الذي يمكنه من التنبه لمثل هذه الفجوات؟ وقد تكون الفجوات مقصودة في النظام، فلماذا تُحجّر واسعاً؟ الأدهى أن تجد من ترقى بضوابط سابقة عندما يصبح مسؤولاً يقوم بالتغيير في الضوابط، وهو يعرف وبكل تأكيد أن الضوابط التي ستهل لو طبقت على بحوثه لما استحق الترقية، وكان المقصود ألا يترقى غيره. كما أنك تجد من يتبوأ إدارة يستغل الثغرات التي اطلع عليها بحكم عمله عندما يبحث عن الترقية. والأدهى والأمر تجد رئيس قسم يترقى في أسابيع بينما الآخرين تمر عليهم الأشهر إن لم تكن السنوات كما عشته شخصياً (وقد قرأت لمورالز 2021 مقالاً ذكر فيه تأثير جانب الانحياز في أمور عديدة) [10]. لماذا يُسرّع في ترقية فرد ولا يكون ذلك مع آخر؟ قد يُقال: هذا يعتمد على ردّ الفاحص، لكن هذا الرد غير مقبول؛ فمن اختار الفاحص؟ والفاحص الذي لا يتجاوب يُستبدل إلا أن يكون الأمر مقصوداً، فهذا موضوع آخر. وحتى لو قدّم صاحب الطلب قائمة بأسماء يغلب عليها العشوائية بغرض إكمال الطلب فدور المسؤول هنا مهم. كما أن القسم المختص والمجلس العلمي لديهم المعرفة، ولهم حق اختيار الفاحصين بنص النظام، والمنتظر منهم العمل على ما فيه خدمة المؤسسة العلمية التي يتبعها صاحب الطلب.

تقوم جامعة بعينها بوضع وتعديل الضوابط التي لا تنطبق على جامعات أخرى في نفس البلد وأحياناً نفس المدينة (وقد ذُكر مثل هذا في ويكيبيديا 2022) [11]. ولو توافقت تلك الجامعات بوضع إجراءات بعينها فلا بد من درجة توافق مع بعضها البعض نصاً وتطبيقاً؟ أسئلة كثيرة والإجابات قليلة وقد لا تُوجد. وبعد هذا كله يتم "سراً" اختيار فاحصين لا تدري ماذا تقول عنهم، ويكون كلامهم نهائياً وثبتى عليه القرارات. طبعاً لا يمكن لأي كان أن ينفي تأثير الخلفية العلمية والعامل النفسي لكل شخص (وهذا ما ناقشه كمبرلي 2011) [12]. وهنا أتساءل: كيف ينظر هذا الفاحص الخارجي لجامعة ما ومن فيها ومن تخرج منها؟ كما أن مكانة الجامعة ونظرة الناس لها بشكل عام مهم. هذا كله في كفة ومعرفة الفاحص الشخصية لصاحب الطلب مسألة أخرى. هذه جوانب بشرية من بين الكثير من العوامل التي لها دور كبير ومؤثر شئنا أم أبينا.

كما أن الاختلاف وارد ولا ينبغي أن يؤدي إلى التجاوز والجور. في القسم الواحد يحصل الاختلاف فما بالك بمن لا تربطهم علاقة. عندما وصلت لكتابة الرسالة، ظننت أن بإمكانني اختيار لجنة المناقشة. وقد كنت محظوظاً عندما نصحتي زميلي في الجامعة التي كنت أدرس بها بأن أترك الأمر للمشرف، ولقد اختار لجنة لم تكن في الحسبان، وتمت الأمور بانسيابية ومرونة. وهذا مُشاهد عندما يختار المشرف لجنة المناقشة يُلاحظ الارحية في المناقشة بخلاف عندما تُفرض اللجنة.

أيضاً من البدهي أن يكون أي فاحص تحت الضوء وليس كل ما قال قُبِل؛ فقد يكون الأمر فيه نوع من العبث والفوضى. وهنا أحكي من تجربة، وقد تجد الفوارق أحياناً مربعة؛ فاحص يمدح البحث وآخر يذم بالمطلق. ودعني أسرد هنا واقعاً مررت به شخصياً. لقد قدّمت ترجمة أدبية لمجلة معتبرة رجاء نشرها؛ فُغرضت الورقة على محكمين: الأول أجازها كما هي بدون أي تعديل، أما الآخر فقد رفض نشرها جملة وتفصيلاً. كما يلاحظ البون شاسع والتقريب غير ممكن. المجلة أطلعتني على التقريرين وطلبت مني العمل على الورقة حتى "ترقى" للمستوى الذي طلبه محكم الرفض. ولأن الجمع بين الاثنين -في نظري- غير ممكن، فقد قمت بكتابة مُرافعة من ثمانمائة وأربعين كلمة فندت كلام صاحب الرفض؛ وقد عرضت المشكلة وناقشتها وأثبتت بخاتمة بيّنت أن الجمع بين المحكمين غير ممكن فصاحب الرفض يحلم وحيداً ويغزّذ منفرداً وبعيداً عن السرب، بل إنه قلل من العمل برمته ولم يكن هناك داع لذلك. وبعد ذلك تركت للمحررين اتخاذ القرار. بعد عدة أيام جاء الرد بأن أعيد النظر بشكل عام في الورقة بغض النظر عن النقاط التي طرحها محكم الرفض. هذا كلام مقبول؛ قرأت الورقة بنظرة ثابتة وعملت ما رأيت صوابه، وأرجعت الورقة للمجلة وتم نشرها. هل جميع المجالات مثل هذه المجلة؟ لا. وهناك مثال آخر؛ فقد أرسلت بحثاً بغية نشره لمجلة في جامعتي، وبعد ثمانية أشهر تلقت ردّاً دبلوماسياً؛ إن البحوث المقدمة للمجلة كثيرة والاستيعاب قليل ولا يسعنا في هذا الوقت إلا الاعتذار لكم، ومن هذا القبيل. بالمناسبة تمكنت من نشر البحث بنصه في مجلة مفهومة والآن يتواجد على محركات البحث ولو نُشر في تلك المجلة لانتهى به المطاف بين دفتي المجلة وعلى الأرفف. ومثل هذا ينطبق على المجالس والمحكمين إلخ. ويمكن أن يكون لصاحب الطلب مبرر ومنطق يُسكت به المتعنت.

وعند الترقية بعض الفاحصين تجده يتفنن في كتابة التقرير، مما يجعلك تشك أن البحث نُشر أصلاً. فعندما تجد كل الملاحظات سلبية ويُضَمَّن الرفض والتساؤل والاستثناء كل فقرة، ومجمل العبارات تعني النفي، يحق لصاحب الطلب أن يتساءل: كيف تم نشر البحث في مجلة لها هيئة تحرير، وموقع، وتكون مفهومة ضمن هيئات علمية متخصصة؟ كما أن إجازة القسم المختص، ومجلس الكلية والمجلس العلمي، واللجان التابعة لكل منها تُعتبر رصيداً للبحث ما لم يكن هناك خفايا لا يعلمها طالب الترقية وهذا ممكن. وقد يجد المرء عبارات من أمثال: "البحث لا يقدم بحثاً" أو أن البحث "لا يتماشى مع العرف والقواعد العلمية" أو التعريض بصاحب الطلب ونحو ذلك. بالطبع هناك أمور لا يمكن الإطلاع عليها بدعوى سريتها-المشكلة هنا هو إذا كانت تتضمن إهداراً لحق، أو تجاوزاً لنظام، أو تعبيراً لرأي أقل ما يقال فيه أنه خالف الصواب. كما أن إجازة المجلس العلمي لتقارير تتضمن عبارات مثل "مخالف للمعايير العلمية" يتضمن أن المجلس لا يقوم بما يجب، والإ كيف يقبل ويمرر-وقبله القسم المختص- بحثاً بهذه المواصفات. وما أريد قوله هو أن الفاحص قد يقدح في المؤسسة العلمية ومؤسساتها دون أن يُنتبه لذلك؛ ومثل هذه الأمور لا تُقر بحال لأنها تجاوزت البحث والباحث إلى المجلة ومُحكِّموها وهي قدحٌ في المجالس المختصة وعملها.

أكثر من هذا، المدارس تختلف من منطقة لأخرى، ومن دولة لأخرى، ومن قارة لقارة، ولا بد أن يكون هناك مساحة للنقاش والرأي الآخر. فمثلاً في الأدب -بحكم التخصص- هناك مدارس وطرق تعليم تختلف من مكان لآخر؛ فهناك من يعتمد الطريقة التقليدية في التدريس، وهناك من ينجح لجانب النظرية والحداثة. وأياً كانت الطريقة أهم ما في الأمر أن يكون للباحث نقطة يمكنه الدفاع عنها. وكذلك طريقة البحث بالنسبة للمجلات العلمية فقد تتعدّد فيها خبرات المراجعين وخلفياتهم. ولولا اختلاف الآراء وتجدد البحث والمراجعة لما حصل تقدّم وازدهار تعيشه الأمم.

وعندما تجد نظام الترقية للأستاذية كما هو الحال في الجامعات السعودية يشترط إجماع الفاحصين وفي تخصص مبني أصلاً على الآراء وتنوعها، فإن مثل هذا الشرط قد يكون سلاحاً ذا حدين لا يمكن أن تتنبأ بنتائجه (والظاهر أن هذه مشكلة تتخطى الدول فقد عرض لها كمبرلي (2011) [13]، ويمكن تسليطه على من قدّر الله عليه. بمجرد أن يرفض فاحص واحد تبدأ الفوضى ويعمد المجلس العلمي لاختيار رابع. يزعم البعض أن الرابع هو المرجح. ليس بالضرورة أن يكون الأمر كذلك فمسألة الترجيح محسومة اثنين ضد واحد، ولكن لواضع هذه الأطر مآربه. أيضاً، ما المانع أن يكون ذلك الرابع من فئة الرفض؟ والمشكل عندما تكون الآراء متناقضة ومع ذلك يعتبر رأي الرفض ولو كان وحيداً رغم أن رأيهِ ليس ضد الفاحصين الآخرين فقط، ولكن ضد رأي الكاتب ومحكمي المجلة وقرارات مجالس القسم والكلية والمجلس العلمي وكل اللجان التابعة لهم-فرايه نقطة في بحر إلا إذا كان في الأمر مكتون ومخزون ومُخبأ لا يُعلم لكونه مما يُصنّف "سري"-وهذه نقطة يقف عندها أي شخص؛ ولو أخبر الشخص المعني بأن لا مجال لترقيته فلربما وقرّ على نفسه وعلى المجالس التي تُعنى بطلبه الجهد والوقت.

مما لا شك فيه أن جلّ المواضيع تقوم على الرأي والرأي الآخر، وبالمقدور مناقشة الباحث إذا لزم الأمر فقد يكون عنده ما يبرر ما ذهب إليه. وقبل هذا، يمكن النظر في التقرير المراد اعتماده فإن كان منطقياً ومبرراً نُوقِش الباحث وإن لم يكن كذلك كمن يرى أن البحث -مثلاً- "مخالف للقواعد العلمية"-هذا نفس للبحث برومته، ولا يمكن إقراره، بل يجب مراجعته وبيان أن مرتبته العلمية لا تخوله السخرية والتحاميل على الآخرين بهذه البساطة. ومثل هذا الوصف أقل ما يُقال فيه أنه غير موفق؛ ويمكن للشخص ألا يتفق مع آخرين لكن عدم موافقته لا تعطيه الحق بالجزم ونفي العلمية عن مجلة مفهومة ولها محرروها وسمعتها. وبالمناسبة فبعض المجلات تفرض نموذجاً خاصاً بها لتتميز به عن غيرها؛ فمثلاً البحوث المنشورة في مجلات عربية تطلب من الباحث ولو كان البحث باللغة الانجليزية مقدمة باللغة العربية. وهناك مجلات تطلب ربط المراجع بأماكن وجودها في النص، والبعض يشترط تسلسل المراجع حسب تسلسل وجودها في النص، وهكذا. كما أن محتوى المجلة وتوجهها الايدلوجي قد تجلب أبعاداً أخرى -كل هذا ينبغي مراعاته عند الحكم على البحث.

وكما أشرت سابقاً فإن العاملين في قسم واحد قد تختلف وجهات نظرهم بناء على مريّيات متفرقة وبعيدة كل البعد عن بعضها، وفي الأخير هي آراء شخصية محل نظر (ومثل هذا الأمر ناقشه قارندر 2013 في أحد المقالات) [14]. أذكر عندما كنت طالباً، فقد كنت أعمل النقيض لأستاذيين في القسم ذاته لمعرفتي بما يريد كل منهما؛ فهذا يريدك بغاء تردد ما يقول ولا تسأل، والآخر يريد وجهة نظرك مشفوعة بتبريرك لمسألة ما. وقد أشرت بعاليه كيف أني تركت مشرف رسالة الدكتوراة يختار اللجنة وذلك لما يكون من تنافس وحسد وحقد بين بعض أعضاء القسم الواحد. وهذا من طبيعة الحياة إذ لا يمكن التوافق التام حتى بين أفراد الأسرة الواحدة. المشكلة أن بعض الناس تغيب عنه هذه الحقائق أو لا يريد أن يعرفها. والجميع يعلم أن المحامي المتمرس يمكنه أن "يُطَوِّع" النظام للدفاع عن موكله. والمجلس المعني ينبغي أن يقوم بدور المحامي عن الجامعة وكادها ومؤسساتها لا أن يترك الحبل على الغارب لأي محكم أو فاحص. كما أن الفاحص يجب أن يتجنب العبارات الغامضة، وكل ما فيه استخفاف أو تقليل من عمل الآخرين-عبارات من أمثال: "كان بالإمكان" و "لو أن" و "لا يخفى مثل هذا على باحث" و "لم تقدم الإضافة الكبيرة" و "لا يضيف شيء" و "لا يوجد مقدمة واضحة" و "لغة ركيكة" خصوصاً إذا كان البحث منشوراً في بلد يتحدث شعبه الانجليزية ولغة هذا الفاحص الأصلية ليست الانجليزية، وأمثال هذا كثير. كما ينبغي عليه عدم الخلط بين الأمور واستخدام النظرية "التفكيرية" ليعكس كل ما يقرأه؛ فالنظريات تتقاطع والآراء قد تبعد أو تقرب من بعضها فلا يقول: إن الباحث لو استخدم كذا لكان كذا أو لو أن هذه النظرية استخدمت لكان أفضل، وأمثال هذه العبارات. أنت أمامك بحث منشور، وليست رسالة لتشرف عليها وتوجه! كما أن الانسان قد يرى أمراً أو قد يستحسن شيئاً لا يستحسنه غيره وهكذا.

ما دون بعاليه فيض من غيظ وإلا فما بالك بمن يتكلم عن فاحصين يتبعون لجهات مختلفة وتشربوا علوماً قد تكون متباينة لا يغرك الاسم العام للتخصص؟ ولا يمكن القول إن من يدرس الأدب الانجليزي في أمريكا سيكون المنهج الذي تعلمه مثل من يدرس في بريطانيا-بل إن في الدولة الواحدة يختلف منهج كل جامعة ومحتوياته، رغم تشابه الأسماء. هذا ناهيك عن يدرس هذا التخصص أو ذاك في دولة لغتها الرسمية ليست الانجليزية، وإلى ما هنالك من فوارق. حتى إنه ومن سابق معرفة متى ما درّس المادة شخصان وأعطيا نفس المنهج وطلب منهما تدريس نفس الكتاب، فإن فهم المفردات وتقديمها سيختلف قطعاً بحسب فهم وتفسير وتقديم كل مدرس لتلك المفردات.

وما قلته هنا ينطبق على كل وظيفة أو عمل؛ خلفية المسؤول أو المُقيّم ومدى معرفته وهدفه ونظريته لصاحب الطلب ويدخل في هذا المعرفة الخاصة والعلاقات الاجتماعية إلخ كل هذه الأمور مهمة. والمدير أو صاحب العمل قد يرفض طلب موظف ما لسبب لم يكن في الحسبان (وكمبرلي 2011 قد عرض لمثل هذا) [15]. النقطة التي أحاول الوصول لها هي أن هناك أموراً كثيرة تتداخل عند وجود علاقة بين شخصين، وفي المجمل أحدهما تكون له اليد الطولى في الأمر موضع النقاش. ويحدد هذا الموضوع مكانة الشخص في العمل وعلاقة المعنيين الاجتماعية والجندرية إلخ. وفي الوقت ذاته فإن ريان العمل بإمكانه إجازة الترقية أو العلاوة بغض النظر عن القواعد والفاحصين والتوصيات إلخ ويعتبر هذا مما يدخل تحت ما يُطلق عليه "المصلحة العامة" التي يجعلها أي نظام أو قانون.

وقبل أن أذهب للخلاصة، أضيف: الأدهى أن هذا الأمر يحدث بينما دور صاحب الطلب فقط التقديم والقبول بالنتيجة؛ فليس له أن يعترض أو يفند أو يبين عواراً ما. طبعاً ليس في النظام ما ينص على ذلك، لكن لن يجد من يقدم على ذلك أذناً صاغية، أو منطقاً مقبولاً، أو تبريراً مقنعاً. وغاية ما يمكن أن يقدمه المسؤول عند تقدّم صاحب الطلب بخطاب تظلم هو أن يحاول تبرير قراره بأنه جاء وفقاً للنظام هذا إن تمكن صاحب الطلب من مقابلة المسؤول والتحدث معه، وإن لم يُسمح له بمقابلته، فأقصى ما يمكن أن يُسمع عن الخطاب أنه أحيل للشؤون القانونية، وبالطبع سيكون التأكيد على أن الموضوع جرى ضمن الأطر والقواعد القانونية.

4 خلاصة

الترقية أمر مهم لكل موظف وبالذات للأكاديمي وينبغي عدم وضع العراقيل والتفنن بالضوابط والشروط، فعندما تأتي كل مؤسسة وتعمل على تعريف كل مصطلح في النظام وإعادة التعريف من أجل استخدام ذلك بشكل دوري فهذا الأمر يجب أن يُوضَّع له حدود لمنع التعدي، ولكي يحصل التنافس بشكل متساوٍ وعادل بين المؤسسات والمراكز وحتى لا يحصل غبن. وطالما الموضوع يخضع للنقاس والرأي، فلماذا التشدد في مؤسسة دون غيرها، خصوصاً إذا كان الجميع يتبع ويعمل بنفس النظام؟ فالأمر الذي تكون مشتركة كاختيار الفاحصين والترقية وكذلك الإجراءات ينبغي أن تكون مرنة وموحدة بطريقة تخدم البيئة التعليمية وتدفع باتجاه تحسين بيئة العمل. بل إن من الأمور المستغربة وضع شروط وضوابط على المجالات العلمية المحكمة خاصة حينما تكون الجهة التي تضع الشروط لا ينطبق على مجالاتها ما تطلبه من الآخرين، وفي الغالب تستثني مجالاتها من الضوابط.

بالمناسبة يصعب الاتفاق وتطابق الآراء بين أعضاء القسم الواحد أصحاب نفس التخصص، فكيف إذا الأمر يتجاوز ذلك لأقسام وجامعات متعددة؟ وقد يكون لهؤلاء مواقف من بعضهم البعض وقد يكون لديهم توجه ما ونحو ذلك! ومتى ما عرف الفاحصون حرص وثبات الجامعة في صفت منسوبيها فإنهم إما أن يتجاوبوا أو يعتذروا؟ وضمناً لا يمكن أن تذهب الإجراءات بعيداً وتصل إلى الفاحصين وتُرفض إلا أن يكون في الأمر سر. طبعاً احتمال أن يكون للفاحص نية مبيتة أمر ممكن إما بسبب موقف من طالب الترقية أو توجه عام وخشية من منافسة جامعة المتقدم لجامعة الفاحص في الرتب العلمية والكوادر أو نحو ذلك، وهذه طبيعة بشرية لكي أرى أن مثل هذه الأمور سيكون للمجلس العلمي دور بارز فيها، وذلك باستبدال هؤلاء الفاحصين بآخرين إذا كانت الجامعة حريصة فعلاً على استمرارية وسلامة وتنافسية العمل. ومتى ما وُجد العائق دُللت الصعاب ويمكن استبدال المُستبَدَل للمشكلة بشخص آخر، حتى لو أدى ذلك الموضوع لاستبدال من يعمل في نفس المؤسسة أو القسم. فكم من رئيس وكم من مسؤول أُسْتُبدِل بسبب عدم كفاءته أو سوء تعامله مع الموظفين! وما المانع أن ينسحب هذا الكلام على الفاحصين؟

وإجمالاً أرى ضرورة الوضوح والمرونة في مسألة الترقية واحترام الآخرين وعدم الاستهزاء والاحتقار بالغير مما يكفل الاستمرارية والإنتاجية في البيئة محل النقاش. لا بد من وجود التعاون مما يكفل بيئة ناجحة ويجب ألا يدخل الجانب الشخصي والمحابة في كل ما هو أكاديمي وعلمي مع مراعاة اختلاف الآراء. ويُعطى صاحب الحق حقه بغض النظر عن الجوانب الأخرى خصوصاً ما يتعلق بالمواقف ومعرفة صاحب الطلب.

ختاماً إن الترقية مطلب أساسي لاستمرارية العمل وتشجيع للعامل في الحرص والمثابرة ودفع للآخرين في التنافس بما يعود على أي مؤسسة سواء علمية أو غير ذلك بالفائدة والمردود المطلوب. لذا يجب ألا تخضع الترقية لحسابات شخصية وآراء انتقائية ومصالح ضيقة قد تعود بالضرر على المؤسسة والعمل برمته. كما أن الإصرار على قضية الإجماع قد يفتح المجال للتكهنات والحسابات الضيقة التي لا داعي ولا حاجة لها، ومثل هذا الشرط لم يدخل في شيء إلا كانت له آثار عكسية وجوانب سلبية فإرضاء الجميع غاية يستحيل تحقيقها. كما أنه يجب وضع حقوق وتعليمات قابلة للتطبيق ولا يكون فيها تجاوز تضمن لصاحب الطلب حقه من ناحية المدة والإطلاع على التقارير والنظم والدحض بشكل يعيد الأمور إلى نصابها، وعدم ترك الأمور على عتاتها بحيث تنشأ دوائر مفرغة قد يصعب التحكم فيها. كما أن الأمر يتطلب طرفاً تضمن للباحث حقه وتُلزِم المسؤول بالتنفيذ. وكل هذا يستدعي الشفافية والوضوح في المعايير التي يشتكي منها الباحثون في أصقاع المعمورة.

REFERENCES

- [1] Schimanski L. A. and Alperin J. P. (2018). The evaluation of scholarship in academic promotion and tenure processes: Past, present, and future [version 1; peer review: 2 approved] F1000Research 2018, 7:1605 <https://doi.org/10.12688/f1000research.16493.1>
- [2] Morales E., McKiernan E.C., Niles M. T., Schimanski L., Alperin J. P. (2021). How faculty define quality, prestige, and impact of academic journals. *PLoS ONE* 16(10): e0257340. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257340>
- [3] Morales E., McKiernan E.C., Niles M. T., Schimanski L., Alperin J. P. (2021). How faculty define quality, prestige, and impact of academic journals. *PLoS ONE* 16(10): e0257340. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257340>
- [4] Dawson D., Morales E., McKiernan E. C., Schimanski L. A., Niles M.T., Alperin J.P. (2022). The role of collegiality in academic review, promotion, and tenure. *PLoS ONE* 17(4): e0265506. Retrieved from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265506>
- [5] Niehaus, E., O'Meara, K. (2015). Invisible but Essential: The Role of Professional Networks in Promoting Faculty Agency in Career Advancement. *Innov High Educ* 40, 159–171 (2015). <https://doi.org/10.1007/s10755-014-9302-7>
- [6] Moore S et al. (2017). "Excellence R Us": university research and the fetishisation of excellence. *Palgrave Communications*. 3:16105 doi: 10.1057/palcomms.2016.105
- [7] Kim, J. (March 26, 2018). Cliques, Careerism and Self-Promotion on Academic Twitter. Retrieved from: <https://www.insidehighered.com/blogs/technology-and-learning/cliques-careerism-and-self-promotion-academic-twitter>
- [8] Hatch A. (2019). To fix research assessment, swap slogans for definitions. In: Nature [Internet]. Available: <https://www.nature.com/articles/d41586-019-03696-w>
- [9] Niehaus, E., O'Meara, K. (2015). Invisible but Essential: The Role of Professional Networks in Promoting Faculty Agency in Career Advancement. *Innov High Educ* 40, 159–171 (2015). <https://doi.org/10.1007/s10755-014-9302-7>
- [10] Morales E., McKiernan E.C., Niles M. T., Schimanski L., Alperin J. P. (2021). How faculty define quality, prestige, and impact of academic journals. *PLoS ONE* 16(10): e0257340. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257340>

- [11] Wikipedia contributors. (2022, March 3). List of academic ranks. In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Retrieved 10:36. Retrieved from: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=List_of_academic_ranks&oldid=1075063137
- [12] Kimberly B., Yvette H., Audrey R. & Lynn R. (2011). Removing the Barriers to Full Professor: A Mentoring Program for Associate Professors, Change. *The Magazine of Higher Learning*, 43:6, 38-45. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1080/00091383.2011.618081>
- [13] Kimberly B., Yvette H., Audrey R. & Lynn R. (2011). Removing the Barriers to Full Professor: A Mentoring Program for Associate Professors, Change. *The Magazine of Higher Learning*, 43:6, 38-45. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1080/00091383.2011.618081>
- [14] Gardner, Susan K. and Blackstone, Amy, "'Putting in your time" : Faculty Experiences in the Process of Promotion to Professor" (2013). *Sociology School Faculty Scholarship*. 3. Retrieved from: https://digitalcommons.library.umaine.edu/soc_facpub/3
- [15] Kimberly B., Yvette H., Audrey R. & Lynn R. (2011). Removing the Barriers to Full Professor: A Mentoring Program for Associate Professors, Change. *The Magazine of Higher Learning*, 43:6, 38-45. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1080/00091383.2011.618081>

AUTHOR'S PROFILE:



Gassim H. Dohal is an instructor of English from Saudi Arabia. He holds a Ph. D. in English Literature. He has contributed research papers and articles in different academic journals. His works appeared in journals like **Agathos** journal, *The IUP Journal of English Studies*, *Annals of the Faculty of Arts of Egypt: Ain Shams Univ.*, *International Journal of Comparative Literature and Translation Studies (IJCLTS)*, *Revista de investigaciones Universidad del Quindío (RIUQ)*, and many others.

Déploiement d'un multiplex R1 de la TNT à haute définition (DVB-T2/TNT-HD) suivant les normes DVB-S2/T2

[Deployment of an R1 multiplex of high-definition TNT (DVB-T2/TNT-HD) according to DVB-S2/T2 norm]

Mibweyele Madeko Hylaïre

Institut Supérieur de Techniques Appliquées de Kinshasa, RD Congo

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Digital is more than a breath of fresh air, it's a new wind blowing through our economy and our society. In DTT, a Multiplex designates a group of several channels broadcast on the same hertzian frequency by digital television transmitters (TNT) requiring less bandwidth with several television channels transmitted either in SD (Standard definition) or in HD (high definition). This article focuses on the deployment of the R1 TNT multiplex in high definition HD mode on the Kinshasa and Matadi axis which must be installed according to the DVB-T2/S2 (TNT-HD) standards instead of the DVB-T standard (experimental) adopted by the DRC, following its robustness in its modulation, its compression compared to other standards. R1 will consist of 12 TV channels, namely RTNC1, France 24, and Bosolo TV, RTG@, Antenne A, RTCE, Mercure TV, RTNC3, TOP Congo, RFI, BBC and GPB to offer viewers of these entities digital programs of good quality with the integration of other services in particular: the Internet, telephony, teleshopping, etc. The final result of the measurement of the bit error rate in relative value obtained after the implementation of the R1 DTT multiplex (DVB- T2/HD) is the improvement of the quality of images and sound. This value is between 10^{-5} and 10^{-8} for the 55 dBuV level for CBER and VBER.

KEYWORDS: Deployment, multiplex, high definition TNT, DVB-S2/T2 norms, DVB-T standard.

RESUME: Le numérique est plus qu'un souffle, c'est un vent nouveau qui se lève sur notre économie et notre société. En TNT, un Multiplex désigne un groupe de plusieurs chaînes diffusées sur une même fréquence hertzienne par les émetteurs de télévision numérique (TNT) nécessitant moins de bande passante avec plusieurs chaînes de télévision transmises soit en SD (Standard définition) ou en HD (haute définition). Cet article se focalise sur le déploiement du multiplex R1 TNT en mode haute définition HD sur l'axe Kinshasa et Matadi qui doit être installé suivant les normes DVB-T2/S2 (TNT-HD) à la place du standard DVB-T (expérimental) adoptée par la RDC, suite à sa robustesse dans sa modulation, sa compression par rapport à d'autres normes. R1 sera composé de 12 chaînes TV, à savoir RTNC1, France 24, Bosolo TV, RTG@, Antenne A, RTCE, Mercure TV, RTNC3, TOP Congo, RFI, BBC et GPB pour offrir aux téléspectateurs de ces entités des programmes numériques de bonne qualité avec l'intégration des autres services notamment: l'internet, la téléphonie, la téléachat, etc... Le résultat final de la mesure du taux d'erreurs binaires en valeur relative obtenu après l'implémentation du multiplex R1 TNT (DVB-T2/HD) est l'amélioration de la qualité des images et du son. Cette valeur est comprise entre 10^{-5} et 10^{-8} pour le niveau de 55 dBuV pour le CBER et de VBER.

MOTS-CLEFS: Déploiement, multiplex, TNT à haute définition, normes DVB-S2/T2, standard DVB-T.

1 INTRODUCTION

Depuis les origines de la télévision, l'homme ne cesse d'améliorer ce moyen de transmission de l'information; augmentant la taille et la qualité de l'image, ajoutant la couleur puis, multipliant le nombre d'émission [1]. Vers le milieu des années 1990, de nombreux pays, parmi lesquels la France, s'intéressent à l'évolution de la télévision numérique hertzienne.

La technologie numérique s'impose dans le monde entier et ce dans la quasi-totalité des domaines. La transmission audiovisuelle n'est pas épargnée. Apparue en premier lieu dans les équipements, les régies de production, de la diffusion de télévision et de la radio, elle a ensuite gagné le secteur des réseaux de transmission et de diffusion, permettant ainsi une restitution plus fidèle des images et des sons. Contrairement à la technologie analogique qui ne permet pas d'échapper à la dégradation des signaux lors de l'exploitation, du traitement et de la transmission, la technologie numérique est plus robuste [2], [3].

La télévision numérique terrestre à haute définition HD est une nouvelle technologie de diffusion des signaux de télédiffusion [4], [5]. Plus efficaces que la télévision numérique standard définition SD et analogique; la HD nous offre des images plus nettes de meilleure qualité, avec un balayage d'image s'effectuant sous une forme de pixel [6].

La technologie TNT permet de diffuser 6, voir 20 chaînes au format standard DVB-T/T2 dans la même largeur de bande qu'un canal analogique soit 8 MHz et 3 chaînes en HD (Haute Définition). Cette technologie permettra d'utiliser des canaux identiques, ou des canaux adjacents, sur une même zone ou des zones limitrophes. Elle récupère de la ressource en fréquence tout en offrant d'avantage de chaînes.

Le standard DVB-T2 transmet l'audio et la vidéo compressés (MPEG-4) et d'autres données dans un flux de transport MPEG en utilisant un code orthogonal de la fréquence (multiplexage par répartition de fréquence) modulé en COFDM ou OFDM) []. La télévision numérique terrestre est à comparer à la télévision numérique reçue par câble (DVB-C/C2) ou par satellite (DVB-S/S2).

Notre article s'articulera sur l'implémentation d'un multiplex R1 qui est une technique utilisée dans le codage source de la TNT consistant à transmettre 12 chaînes de télévision numérique dans une bande de 8 MHz avec une même fréquence en UHF et même canal dont la fourchette est comprise entre 21 et 69. Le signal TS sera rayonné par un émetteur multiplex TNT. Nous allons expliquer à nos lecteurs et expert audiovisuel, comment va s'effectuer cette mise en place du multiplex R1 au niveau du codage de source, de canal et de la réception et aussi présenter le résultat qui sera obtenu après l'implémentation de cette nouvelle technologie DVB-T2.

2 CONCEPTS DE BASE

2.1 FONCTIONNEMENT D'UNE CHAÎNE DE TÉLÉVISION NUMÉRIQUE/DVB-T

La figure 1.1 met en évidence les principales fonctions de la chaîne de traitement et transport d'un contenu audiovisuel issu, par exemple, des éléments transducteurs d'une caméra numérique. Les contenus vidéo RVB issu de l'imageur sont équilibrés (balance des blancs, filtrage), matricés (des réglages peuvent être accessibles lors de l'utilisation de la caméra) et numérisés (CAN, convertisseur analogique/numérique).

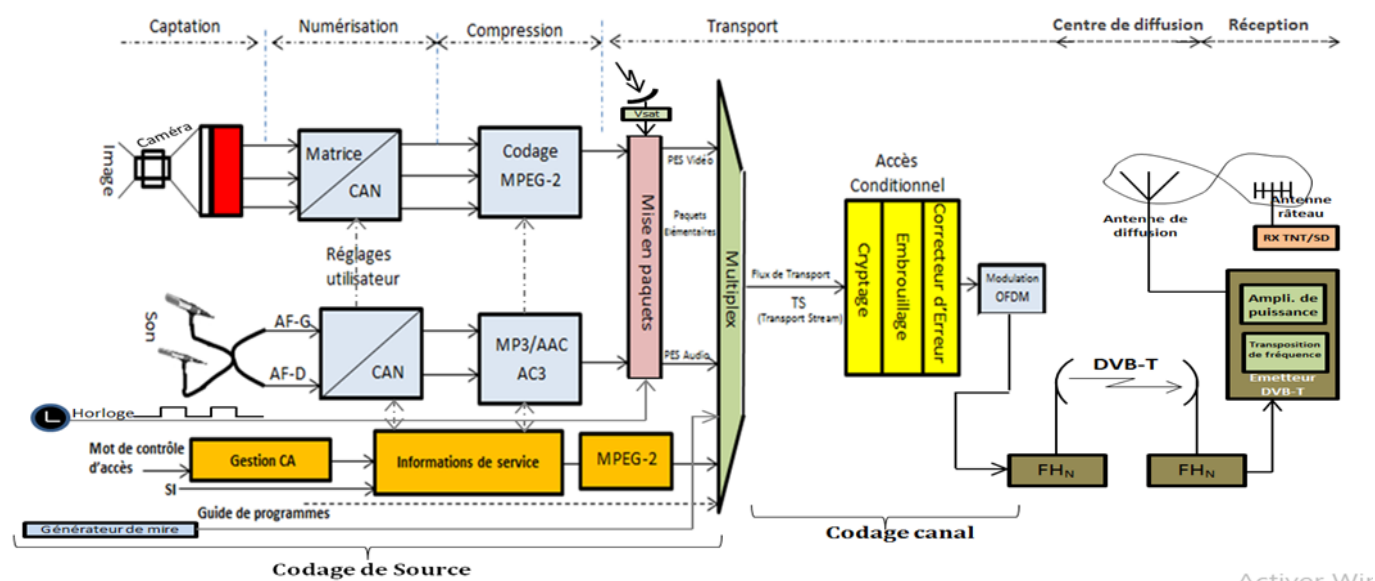


Fig. 1. Captation et conditionnement des signaux audio et vidéo /Norme DVB-T

Il s'agit d'une chaîne de télévision numérique suivant la norme DVB-T avec captage des signaux audio et vidéo fonctionnant avec quatre modules et parties dont le captage de l'image, la numérisation, la compression, la transmission du signal TS, la diffusion en DVB-T/T2, DVB-S/S2 ou DVB-S/S2 et la réception avec un tuner intégré suivant le traitement du signal. L'image est captée par une caméra qui transforme la lumière en signal vidéo numérique (RVB). Après matricage, et numérisation, nous avons à la sortie un signal YCrCb qui subira une compression vidéo (DVB-T/MPEG-2). Une fois les contenus vidéo RVB issus de l'imageur sont équilibrés (balance des blancs, filtrage), ils seront matricés (des réglages peuvent être accessibles lors de l'utilisation de la caméra) et finiront par être numérisés (CAN, convertisseur analogique/numérique). Les données YCrCb obtenues sont compressées puis mises en paquets de façon à constituer un flux PES vidéo. De même, les signaux audio voie gauche (AF-G) et voie droite (AF-D) sont numérisés. Les données audio sont ensuite compressées MP3 ou AAC/MPEG ou AC3 (Dolby). Ces données sont ensuite réparties dans les paquets PES audio. Le multiplexeur fournira un signal TS (Transport Stream) à partir des signaux SPTS (PES vidéo et audio) qui sera crypté, embrouillé et subira une correction d'erreur appelé FEC (Forward Error Correction). C'est le signal TS qui sera modulé en OFDM ou COFDM et diffusé par l'émetteur. Le rayonnement s'effectuera par la norme ISDB-T via une antenne omnidirectionnelle et capté au récepteur de télévision numérique par une antenne unidirectionnelle jusqu'aux téléspectateurs.

2.2 CADRE DE L'ETUDE

Dans le but d'illustrer et de valider les aspects théoriques développés dans les recommandations des accords GE06, il a été demandé à tous les opérateurs audiovisuels d'expérimenter d'abord la norme DVB-T pendant deux à trois ans avant le déploiement du multiplex R1 de la TNT à Haute Définition (DVB-T2/TNT-HD) suivant les normes DVB-S2/T2.

La diffusion et la réception de l'image en le Full HD sur 1080p (1920 x 1080 px) et la 4K s'appuie sur une définition de 3840 x 2160 px. HD et Full HD reposaient ainsi sur la norme de codage vidéo H.264/AVC.

La valeur ajoutée que représente l'UHD s'articule autour de trois vecteurs qui sont indispensable: une résolution multipliée par quatre c'est-à-dire l'actuelle Full HD (1920 x 1080 pixels) double sa résolution en horizontal et en vertical, une augmentation de la fréquence images c'est ce qu'on appelle communément HFR, High Frame Rate (Haute cadence image et une meilleure restitution des teintes c.à.d. que le codage des teintes passe de 8 bits (16 millions de couleurs) à 10 bits (1 milliard 73 millions de couleurs) voire 12 bits.

L'occupation du canal de notre multiplex R1 va s'étendre dans la fourchette comprise entre 21 et 69 suivant les normes GE06 et sera installée suivant le réseau SFN qui consiste à utiliser les mêmes fréquences (isofréquence ou SFN [single Frequency Network]) dans chaque zone de couverture c.à.d. une fréquence unique nous servira pour diffuser les programmes dans la ville de Kinshasa et de Matadi.

3 MATERIELS ET METHODES

Nous présentons les matériels et la méthodologie utilisée pour le développement de cet article.

3.1 MATERIELS

Les matériels et équipements nécessaires utilisés pour le déploiement du multiplex TNT sont les suivants:

- Multiplex DVD-T2/HD;
- Mesureur de champ;
- Codage MPEG-2/MPEG-4;
- Module d'Accès conditionnel (Cryptage et Embrouillage);
- Module FEC/Reed-Solomon, convolutif/DVB-T;
- Module FEC/LDPC/BCH;
- Modulateur OFDM;
- Emetteur multiplex/DVB-T2;
- Recepteur TNT avec Tuner intégré DVB-T2/HD.

3.2 METHODES

La mise en place du multiplex R1 sera installée dans les deux villes Kinshasa et Matadi suivant la norme DVB-T2/HD optée par la RDC. Il sera composé de 12 chaînes TNT (RTNC1, France 24, Bosolo TV, RTG@, Antenne A, RTCE, Mercure TV, RTNC3, TOP Congo, RFI, BBC et GPB) qui seront configurés en bande UHF sur la fréquence de 482,166MHz sur canal22. La simulation en Comsol multiphysics de la diffusion a été effectuée en un banc d'essai au niveau du Laboratoire de télédistribution de l'Institut Supérieur des Techniques Appliquées. La transmission du signal TNT entre les deux sites s'effectue par une liaison satellitaire suivant la norme DVB-S2 avec une fréquence montante de 5,85 GHZ et celle 7,75 GHZ de liaison descendante en bande C tandis que la diffusion hertzienne des programmes de 12 chaînes de télévisions numériques composant le Multiplex TNT R1 s'effectuera en mode DVB-T2 en temps réel entre les deux villes.

3.3 ETAT DE LIEU DE DEUX VILLES KINSHASA ET MATADI

La mise en place d'un multiplex R1 de la télévision numérique terrestre à Haute Définition sera effectuée au niveau des émetteurs TNT installés respectivement à Kinshasa et à Matadi pour transmettre le signal TS par satellite suivant la norme DVB-S2.

Kinshasa est la capitale et la plus grande ville de la République Démocratique du Congo (RDC). Elle a à la fois le statut administratif de ville et de province. Située sur la rive sud du fleuve Congo au niveau du Pool Malebo, elle fait face à la capitale de la République du Congo, Brazzaville.

Matadi a été découverte en août 1877 par Henry Morton Stanley après son périple à travers le continent de Zanzibar à Boma; situé à l'embouchure maritime du fleuve Congo, devient la tête de port de chemin de caravaniers. Lorsque débute la construction de la ligne de chemin de fer Matadi-Stanley Pool (Kinshasa) en 1890, ce territoire devient un poste. Non loin de ce site, les inscriptions historiques de Diego Cão, le premier explorateur du Congo, qui les a gravées sur une pierre en 1487 permettent d'ouvrir l'histoire précoloniale de la Province – et même du pays.

4 RESULTATS

Après la mise en place d'un multiplex expérimental R1 TNT DVB-T/SD comme le montre la figure 2, nous avons effectué une implémentation d'un multiplex R1 TNT DVB-T2 définitif dans la ville de Kinshasa et de Matadi.

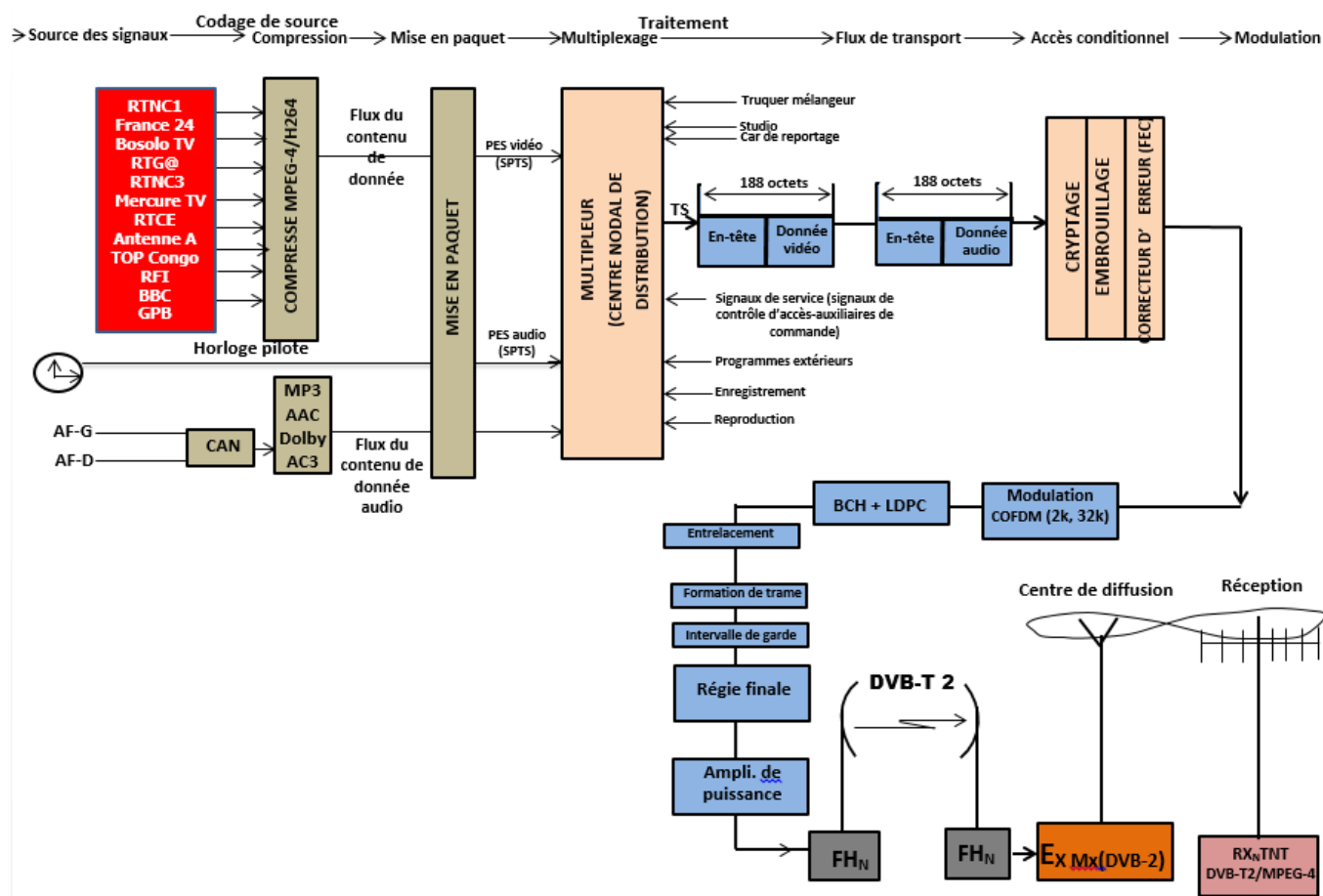


Fig. 2. Déploiement du multiplex R1 suivant les normes DVB-T2-HD/MPEG-4

Nous avons établi une liaison satellitaire (DVB-S2) entre les deux villes pour transmettre le signal TS. Ainsi, les programmes du multiplex R1 composé de 12 chaînes seront diffusés respectivement dans la ville de Kinshasa et Matadi et leurs environs suivant la norme DVB-T2 /HD. La distance à vol d'oiseau entre Kinshasa et Matadi est de 262,06 km et de 346,34 Km à trajet par route en 4 h 11 min (Cfr. Fig. 3)



Fig. 3. Distance entre Kinshasa-Matadi

Nous avons choisi la norme DVB-T2 à la place du standard DVB-T parce que cette norme Européenne de deuxième génération a été adoptée par la RDC suite à sa robustesse dans sa modulation, sa compression par rapport à d'autres normes, le plus évolué, par une grande efficacité spectrale et l'élargissement de la bande passante et le meilleur aussi bien du point de vue technologique, social qu'économique.

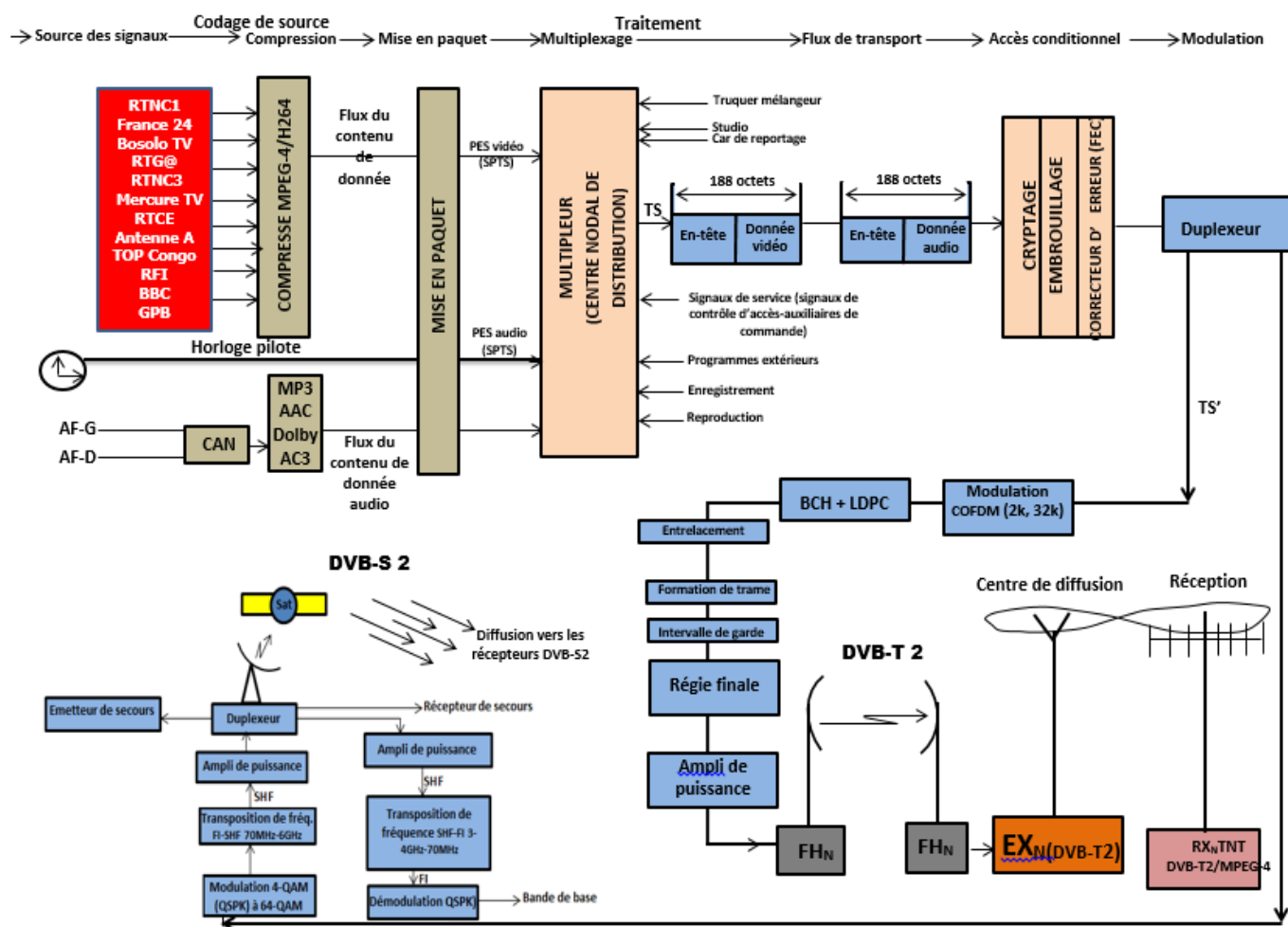


Fig. 4. Déploiement du multiplex R1 suivant les normes DVB-T2-HD/MPEG-4 et DVB-S2-HD/MPEG-4

Les abonnés auront la possibilité avec le nouveau décodeur HD de constater une amélioration considérable en termes de qualité d'images proposées qui peuvent aller jusqu'à quatre fois supérieure en temps normal. Cela vaut aussi pour la qualité du son qui est nettement améliorée. La figure 4 représente la mise en place d'un multiplex R1 de la TNT à haute définition (DVB-T2/TNT-HD) suivant les normes DVB-S2/T2 axe: Kinshasa-Matadi.

Deux multiplex R1 seront installés l'un à Kinshasa et l'autre à Matadi avec une même configuration et contenant 12 chaînes TNT et DAB. Les programmes seront visionnés par les téléspectateurs des deux villes et leurs environs.

La compression vidéo (MPEG-4 AVC/H.264) /DVB-T2/HD), audio (MPEG-4 AAC) et données auxiliaires (MPEG-4 AVC), nous permettra de réduire la taille (débit) des données pour le stockage et la meilleure transmission. Le flux du contenu des données sera mis en paquet et subira un multiplexage fréquentiel avant d'être transmis à la réception numérique via le codage de canal (correction d'erreur, FEC) et l'accès conditionnel (Cryptage, embrouillage...). Ces signaux numérisés et compressés sont appelés SPTS (Single Program transport Stream) suivant la norme MPEG-4 ou H264 à l'entrée du multiplexeur.

Au niveau du multiplexage qui est le centre nodal de la chaîne, on va ajouter les signaux auxiliaires, des données de commande, les impulsions, les données du Lan, les mires, et les signaux de commande de contrôle d'accès. Le signal d'horloge nous permettra aussi de cadencer le rythme du signal TS (0,1) et la synchronisation entre l'encodeur et le décodeur.

L'Accès Conditionnel (AC) ou le contrôle d'accès désigne en télédiffusion un système permettant de limiter l'accès de certaines chaînes, programmes ou services à un ou plusieurs abonnés ou usagers. Ce principe est généralement lié au: Cryptage; Embrouillage et le FEC (Forward Error Correction). Ces éléments sont d'une importance capitale pour l'implémentation d'une chaîne de télévision numérique TNT-HD (DVB-T2).

Le signal TS modulé en OFDM (Stream Program) sera transmis du Multiplex de Kinshasa vers le Multiplex de Matadi via le satellite. Une partie du signal sera rayonné dans la ville de Kinshasa suivant la norme DVB-T2 et capté par les téléspectateurs

via une antenne <<râteau>> et l'autre sera transmis aux habitants de la ville de Matadi via le standard DVB-S2 via une antenne parabolique. Les émetteurs TNT rayonneront les signaux des chaînes suivantes: RTNC1, France 24, Bosolo TV, RTG@, Antenne A, RTCE, Mercure TV, RTNC3, TOP Congo, RFI, BBC et GPB pour offrir aux téléspectateurs des programmes numériques de bonne qualité avec l'intégration des autres services notamment: l'internet, la téléphonie, la téléachat, etc.

Le résultat final de la mesure du taux d'erreurs binaires en valeur relative obtenu après la mise en place du multiplex R1 suivant les normes DVB-T2-HD/MPEG-4 et DVB-S2-HD/MPEG-4 est l'amélioration de la qualité des images et du son. Cette valeur est comprise entre 10^{-5} et 10^{-8} pour le niveau de 55 dBμV pour le CBER et de VBER (cfr tab.1). La mesure de la qualité du signal TS s'effectue en BER (Bit Error Rate) TEB en français: Taux d'erreurs binaires en valeur relative).

Tableau 1. Mesures de la qualité des images filtrées

Niveau à l'antenne	Qualité de l'image	CBER	VBER
55 dBμV	Très bonne	$< 10^{-5}$	$< 10^{-8}$
50 dBμV	Minimum recommandé	10^{-4}	10^{-7}

Pour un niveau à l'antenne de 55 dBμV, la qualité d'antenne est très bonne avec un CBER inférieur à 10^{-5} et un VBER à 10^{-8} . Pour un niveau à l'antenne de 50dBμV, la qualité d'antenne est minimum recommandé avec un CBER inférieur à 10^{-4} et un VBER à 10^{-7} .

5 CONCLUSION

La mise en place d'un multiplex avec douze chaînes de télévision à Haute Définition (HD) dont la production du signal TS s'effectue à partir de la ville de Kinshasa (Emetteur multiplex), transmis via une liaison satellitaire (DVB-S2) au multiplex situé dans la ville de Matadi (Emetteur multiplex) suivant la norme DVB-T2. Ainsi, les chaînes gratuites ou payantes MPEG-4/HD/SD/DVB-T/DVB-T2 pourront toujours être reçues par l'ensemble des récepteurs (décodeurs) avec un tuner intégré TNT-/SD-HD/MPEG-4/DVB-T2. Cela signifie que les décodeurs DVB-T2/ MPEG-4 pourront recevoir les émissions produites par les encodeurs DVB-T/SD/MPEG-2. Pour améliorer la portée et la couverture du signal TS modulé, nous avons opté le standard DVB-T2/HD par rapport à la norme TNT-SD/MPEG-2/DVB-T suite à sa robustesse dans sa modulation QPSK, 16-QAM, 64-QAM, 256-QAM (OFDM ou COFDM), sa compression par rapport à d'autres normes, le plus évolué, par une grande efficacité spectrale et l'élargissement de la bande passante est le meilleur aussi bien du point de vue technologique, social qu'économique. En RDC, les téléviseurs 4K/HDTV représentent non seulement une nouvelle ère pour les téléspectateurs en termes d'expérience de visionnage, mais ils constituent également un atout exceptionnel dans le monde de la technologie. L'introduction des téléviseurs 4K/HD a été bien accueillie en RDC, le taux élevé de vente du téléviseur le confirmant par [wazaprice.com/prix-4K Congo-Kinshasa](http://wazaprice.com/prix-4K-Congo-Kinshasa).

REMERCIEMENTS

Nous avons l'obligation de nous acquitter d'un agréable devoir, celui de remercier toutes les personnes, qui ont contribué de loin ou de près à la rédaction de cet article.

REFERENCES

- [1] Benoît, H., La Télévision numérique: Satellite, câble, TNT, ADSL, TV mobile, 5ème édition Dunod, Paris, 259, 2010.
- [2] Mihaylov, G., & Ivanova, E., Analysis and Estimation of the Field Strength of Digital Terrestrial Television Broadcasting. The Journal of CIEES, 1 (1), 17-22, 2021.
- [3] Ahsan, M. S., Selecting technologies for the digital TV switchover in Bangladesh. Journal of Digital Media & Policy, 13 (1), 89-106, 2022.
- [4] Ariasyah, K., & Yuniarti, D., Understanding the adoption of digital terrestrial, cable-based, and satellite-based television to speed up the analogue switch-off in Indonesia. Telematics and Informatics, 62, 101633, (2021).
- [5] Besson, R., Réception numérique et analogique, Satellite, câble, Télévision Numérique Terrestre, Web TV, Edition DUNOD, Paris, 276, 2002.
- [6] Muller, J. La télévision numérique terrestre, Edition Dunod, p. 220, 2014.

Méthode de compensation de l'énergie réactive d'une installation industrielle: Application à l'entreprise CONGO OIL dans la ville de Boma, en RD Congo

[Compensation method for the reactive energy of an industrial installation: Application to the CONGO OIL company in the city of Boma, DR Congo]

Ready Khiekie Ngembo

Institut Supérieur de Techniques Appliquées de Lukula à Boma, RD Congo

Copyright © 2022 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 energy supplied to industrial consists of an active (useful) part used to transform electrical energy into another form of energy (mechanical, thermal, ...) and a reactive part necessary for magnetic and capacitive uses. The main concern here is to produce reactive energy in the industrial plant of Congo-Oil company in order to minimize the power passed through the pipes and the load rate of the electrical power supply (transformer). This article proposes a reliable mathematical method to be used to compensate reactive electrical energy in an industrial enterprise with bad power factor. We find that the demand power (S) and the load ratio (T_x) of the transformer are inversely proportional to the power factor. Also, the reactive energy (Q_c) to be produced tends towards zero when the power factor progressively tends towards the unit. This method compensation allowed us to reduce the apparent power and the transformer load rate by approximately thirteen percent. ($\approx 13\%$).

KEYWORDS: method, compensation, reactive energy, industrial plant, company.

RESUME: L'énergie électrique fournie aux consommateurs industriels se compose d'une partie active (utile) servant à la transformation de l'énergie électrique en une autre forme d'énergie (mécanique, thermique, ...) et d'une partie réactive nécessaire aux usages magnétiques et capacitifs. La grande préoccupation ici est de produire de l'énergie réactive dans l'installation industrielle de l'entreprise Congo-Oil afin de minimiser la puissance transitée dans les canalisations et le taux de charge de la source d'alimentation d'énergie électrique (transformateur). Cet article propose une méthode mathématique fiable à utiliser pour compenser l'énergie électrique réactive dans une entreprise industrielle à mauvais facteur de puissance. Nous constatons que la puissance demandée (S) et le taux de charge (T_x) du transformateur sont inversement proportionnels au facteur de puissance ($\cos\varphi$). Aussi, l'énergie réactive (Q_c) à produire tend vers zéro quand le facteur de puissance tend progressivement vers l'unité. Cette méthode de compensation nous a permis une réduction de puissance apparente et du taux de charge du transformateur d'environ treize pourcent ($\approx 13\%$).

MOTS-CLEFS: méthode, compensation, énergie réactive, installation industrielle, entreprise.

1 INTRODUCTION

Les équipements consommateurs d'énergie réactive comme les moteurs qui inondent la quasi-totalité de récepteurs de l'entreprise CONGO OIL de la ville de Boma en République Démocratique du Congo, affectent le facteur de puissance globale de l'installation.

L'objectif de la compensation d'énergie réactive est alors d'améliorer la qualité du système énergétique grâce à l'amélioration du facteur de puissance global proche de l'unité [1], [2]. Il nous revient à nous poser les questions suivantes: *Quelle est la valeur de batterie de condensateur à choisir afin de ramener le facteur de puissance de la valeur proche de l'unité ? De plus, à quels endroits placer ces batteries de condensateur ?*

Toutes ces questions nous amènent à proposer la méthode analytique ci-après pour rationaliser la compensation de l'énergie réactive où les aspects électrique et économique du problème sont pris en considération.

2 CONCEPTS FONDAMENTAUX

2.1 DÉTERMINATION DE LA PUISSANCE D'UNE INSTALLATION

Connaissant le coefficient d'utilisation (k_u) et le facteur de simultanéité (k_s), la puissance d'une installation (P) est donc la somme pondérée des puissances électriques de chaque récepteur constituant l'installation [3]:

$$P = k_s \sum k_{ui} P_i \quad (1)$$

Où:

- P_i : Puissance nominale du récepteur i , en watt;
- k_{ui} : Coefficient d'utilisation du récepteur i ;
- k_s : Facteur de simultanéité d'un groupe de circuit.

La puissance électrique P_{el} (en Watt) est le rapport de la puissance nominale (P_n) d'un moteur (puissance disponible sur l'arbre) et de rendement du moteur (η).

$$P_{el} = \frac{P_n}{\eta} \quad (2)$$

La puissance électrique réactive Q_{el} (en Volt – Ampère Réactive) est le produit de la puissance électrique par la tangente de l'angle φ (l'angle du facteur de puissance du moteur).

$$Q_{el} = P_{el} \operatorname{tg} \varphi \quad (3)$$

2.2 CALCUL DE FACTEUR DE PUISSANCE

Le facteur de puissance (FP) permet d'évaluer la consommation ou l'apport en puissance réactive de l'élément mis en jeu. Pour une source sinusoïdale alternative, il est égal au cosinus de l'angle φ . [4]

$$FP = \cos \varphi = \frac{P}{S} \quad (4)$$

Où:

- P et S : respectivement la puissance active et la puissance apparente;
- $\cos \varphi$: cosinus de l'angle formé entre la puissance complexe et la puissance active.

Et la puissance apparente S (en Volt – Ampère) est [5]:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2 + D^2} \quad (5)$$

En absence des récepteurs générateurs des harmoniques, la puissance déformante est nulle ($D \cong 0$).

La puissance apparente S_2 pour un facteur de puissance souhaité $\cos \varphi_2$ vaut:

$$S_2 = \frac{P}{\cos \varphi_2} \quad (6)$$

Le taux de charge d'un transformateur est déterminé par:

$$T_{x2}(\%) = \frac{S_2}{S_n(Tfo)} * 100 \quad (7)$$

2.3 CALCUL DE LA PUISSANCE RÉACTIVE Q_C NÉCESSAIRE À PRODUIRE

Connaissant la valeur de $\operatorname{tg} \varphi_1$ et de $\operatorname{tg} \varphi_2$ respectivement avant et après compensation, la puissance réactive Q_C nécessaire à produire vaut [4]:

$$Q_c = P(tg\varphi_1 - tg\varphi_2) \quad (8)$$

2.4 DÉTERMINATION DE LA CAPACITÉ ET DE LA ZONE D'IMPLANTATION DES CONDENSATEURS

La capacité des condensateurs en triphasé pour un couplage triangle (C_Δ) est déterminée par la relation [4], [5]:

$$C_\Delta = \frac{Q_c}{3\omega U^2} \quad (9)$$

La zone d'implantation est fixée en fonction de l'architecture de l'installation, et de l'emplacement la puissance des récepteurs consommateurs d'énergie réactive. Ainsi, trois (3) sortes de compensation sont envisageables: *Compensation Globale (CG)*, *Compensation Sectorielle (CS)* et *compensation individuelle (CI)*.

2.5 DÉTERMINATION DU MODE DE COMPENSATION

Le choix du mode de compensation peut se faire par le calcul du rapport suivant [4]:

$$Rapport(\%) = \frac{Q_c}{S_T} * 100 \quad (10)$$

Où:

- Q_c : Puissance active à produire pour compenser
- S_T : Puissance apparente totale de l'installation

Tableau 1. Détermination du de Compensation d'énergie réactive [4]

Rapport	(Q_c/S_T)	
Plage	$\leq 15 \%$	$< 15 \%$
Mode de compensation	Fixe	Automatique

2.6 DÉTERMINATION DU TYPE DE BATTERIE DES CONDENSATEURS (SUIVANT LE NIVEAU D'HARMONIQUE)

En fonction du niveau des harmoniques, la détermination du type de batterie de condensateur se calcule par [4]:

$$D_p(\%) = \frac{S_H}{S_T} * 100 \quad (11)$$

Où:

- D_p : Degré de pollution des harmoniques;
- S_H : puissance totale de charges génératrices d'harmoniques;
- S_T : Puissance apparente totale de l'installation.

Tableau 2. Détermination du type de batterie en fonction des harmoniques [4]

	Degré de pollution ($D_p = S_H/S_n$)				
Plage	$D_p \leq 15\%$	$15\% \leq D_p < 25\%$	$25\% \leq D_p < 35\%$	$35\% \leq D_p < 50\%$	$D_p > 50\%$
Condensateur du Type	S	H	SAH	SAH-R	FH

3 MATERIELS ET METHODES

3.1 MATÉRIELS

Pour aboutir aux résultats de notre étude, nous avons fait recours au logiciel **Matlab** et au tableur **Excel**.

3.2 MÉTHODES

3.2.1 COLLECTES DES DONNÉES

L'entreprise Congo-oil est équipée d'un transformateur de puissance de **630kVA** (15kV/0.4kV), de marque **MIADENOVAC** et de Type **TP 1032 630** qui alimente les différents récepteurs présents dans les ateliers et services (*Ateliers Plastique, Savonnerie, Huilerie, Mécanique et Services de Menuiserie, de Maintenance et Administratif*) et dont les caractéristiques sont repris dans le tableau 3.

Tableau 3. Les puissances totales installées des ateliers & services

N°	1. ATELIER PLASTIQUE				2. ATELIER SAVONNERIE				
	Equipements	Qté	Pn (kW)	Pit (kW)	Equipements	Qté	Pn (kW)	Pit (kW)	
1	MAT (Pn=27kW, N=1478 tr/min)	8	27	216	MAT (Pn=20kW, N=1475tr/min)	2	20	40	
2	Agitateurs	2	10	20	Agitateurs	4	7	28	
3	Formeurs	6	4	24	Tables à coupeuse	3	2	6	
4	Eclairages internes (tubes 40W)	10	0,04	0,4	Formeurs	3	4	12	
5	Eclairages (lampes à décharges)	4	0,4	1,6	Eclairages internes (tubes 40W)	9	0,04	0,36	
6	Prises avec terre	4	0,3	1,2	Prises avec terre	4	0,15	0,6	
7	Prises avec terre	3	0,15	0,45					
Total 1				263,65	Total 2				86,96
N°	3. ATELIER HUILERIE				4. SALLE DE SERVICE MECANIQUE				
	Equipements	Qté	Pn (kW)	Pit (kW)	Equipements	Qté	Pn (kW)	Pit (kW)	
1	MAT (Pn=35W; N=1476tr/min)	7	35	245	Tour parallèle Demoor	2	5	10	
2	Pompes de filtrage	3	5	15	Etau limeur	1	4	4	
3	Evacuateurs d’huile	3	20	60	Foreuse sensitive	1	3	3	
4	Eclairages internes (tubes 40W)	10	0,04	0,4	Raboteuse en acier	1	3	3	
5	Prises avec terre	4	0,15	0,6	Meuleuses	2	2	4	
6					Perceuse	1	1,5	1,5	
7					Eclairages internes (tubes 40W)	10	0,04	0,4	
8					Prises avec terre	4	0,3	1,2	
Total 3				321	Total 4				27,1
N°	5. SALLE DE SERVICE MENUISERIE				6. LA CHAUDRONNERIE				
	Equipements	Qté	Pn (kW)	Pit (kW)	Equipements	Qté	Pn (kW)	Pit (kW)	
1	Raboteuse	1	5	5	Tapit roulant de 2 tonnes	1	10	10	
2	Scie circulaire	1	4	4	Tapit roulant de 3 tonnes	1	12	12	
3	Scie ruban	1	13	13	Four à cuisson	1	20	20	
4	Tour parallèle en bois	1	0,6	0,6	Marteau pilon	1	8	8	
5	Eclairages externes (E40)	4	0,4	1,6	Eclairages internes (tubes 40W)	12	0,04	0,48	
6	Eclairages internes (tubes 40W)	8	0,04	0,32					
7	Prises avec terre	4	0,15	0,6					
Total 5				25,12	Total 6				50,48
N°	7. SERVICE ADMINISTRATIF				SERVICE /ATELIER				
	Equipements	Qté	Pn (kW)	Pit (kW)	Pit (kW)				
					ATELIER PLASTIQUE				263,65
1	Climatiseurs	8	2	16	ATELIER SAVONNERIE				86,96
2	Réfrigérateurs	4	0,35	1,4	ATELIER HUILERIE				321
3	Eclairages internes (tubes)	24	0,04	0,96	SERVICE MECANIQUE				27,1
4	Eclairages externes (tubes)	8	0,04	0,32	SERVICE MENUISERIE				25,12
5	Eclairage enclot (E40)	8	0,4	3,2	SERVICE CHAUDRONNERIE				50,48
6	Prises avec terre	24	0,15	3,6	SERVICE ADMINISTRATIF				25,48
Total 7				25,48	TOTAL				799,79

La puissance totale utile installée au Congo Oil est évaluée à 799.79 kW soit 800 kW.

3.2.2 MÉTHODES DE CALCUL

Nous utiliserons la méthode de triangle de puissance pour la détermination de l'énergie réactive Q_c à produire, et en déduire la capacité de condensateurs à installer. D'abord nous déterminons les puissances électriques actives P_{el} et réactives Q_{el} de chaque atelier et service, et des puissances installées actives P_{el1} et réactives Q_{el1} en appliquant le facteur d'utilisation k_u .

1°. Atelier plastique:

Tableau 4. Calcul des puissances P_{el1} et Q_{el1} de l'Atelier plastique

N°	Equipements	Pit* (kW)	η	$\cos\psi$	$\sin\psi$	$\tan\psi$	Pél	Qél	k_u	Pél1	Qél1
1	MAT (Pn=27kW, N=1478 tr/min)	216	0,89	0,86	0,51	0,593	242,7	144	0,75	182	108
2	Agitateurs	20	0,86	0,85	0,527	0,62	23,256	14,41	0,8	18,6	11,53
3	Formeurs	24	0,82	0,8	0,6	0,75	29,268	21,95	0,8	23,4	17,56
4	Eclairages internes (tubes 40W)	0,5	1	0,86	0,51	0,593	0,5	0,297	1	0,5	0,297
5	Eclairages (lampes à décharges)	1,6	1	0,86	0,51	0,593	1,6	0,949	1	1,6	0,949
6	Prises avec terre	1,2	1	0,8	0,6	0,75	1,2	0,9	1	1,2	0,9
7	Prises avec terre	0,45	1	0,8	0,6	0,75	0,45	0,338	1	0,45	0,338
Total 1		263,75									

2°. Atelier Savonnerie:

Tableau 5. Calcul des puissances P_{el1} et Q_{el1} de l'Atelier Savonnerie

N°	Equipements	Pit* (kW)	η	$\cos\psi$	$\sin\psi$	$\tan\psi$	Pél	Qél	k_u	Pél1	Qél1
1	MAT (Pn=20kW, N=1475tr/min)	40	0,85	0,86	0,51	0,593	47,059	27,92	0,75	35,3	20,94
2	Agitateurs	28	0,89	0,83	0,558	0,672	31,461	21,14	0,8	25,2	16,91
3	Tables à coupeuse	6	0,79	0,8	0,6	0,75	7,5949	5,696	0,8	6,08	4,557
4	Formeurs	15	0,82	0,8	0,6	0,75	18,293	13,72	0,8	14,6	10,98
5	Eclairages internes (tubes 40W)	0,45	1	0,86	0,51	0,593	0,45	0,267	1	0,45	0,267
6	Prises avec terre	0,6	1	0,8	0,6	0,75	0,6	0,45	1	0,6	0,45
Total 2		90,05									

3°. Atelier huilerie:

Tableau 6. Calcul des puissances P_{el1} et Q_{el1} de l'Atelier huilerie

N°	Equipements	Pit* (kW)	η	$\cos\psi$	$\sin\psi$	$\tan\psi$	Pél	Qél	k_u	Pél1	Qél1
1	MAT (Pn=35W; N=1476tr/min)	245	0,9	0,86	0,51	0,593	272,22	161,5	0,75	204	121,1
2	Pompes de filtrage	15	0,84	0,83	0,558	0,672	17,857	12	0,8	14,3	9,6
3	Evacuateurs d'huile	60	0,89	0,86	0,51	0,593	67,416	40	0,8	53,9	32
4	Eclairages internes (tubes 40W)	0,5	1	0,86	0,51	0,593	0,5	0,297	1	0,5	0,297
5	Prises avec terre	0,75	1	0,8	0,6	0,75	0,75	0,563	1	0,75	0,563
Total 3		321,25									

4°). Service mécanique:

Tableau 7. Calcul des puissances $P_{\text{ét1}}$ et $Q_{\text{ét1}}$ de la salle de service mécanique

N°	Equipements	Pit* (kW)	η	$\cos\psi$	$\sin\psi$	$\tan\psi$	Pél	Qél	ku	Pél1	Qél1
1	Tour parallèle Demoor	10	0,84	0,83	0,558	0,672	11,905	8	0,8	9,52	6,4
2	Etau limeur	4	0,82	0,8	0,6	0,75	4,878	3,659	0,8	3,9	2,927
3	Foreuse sensitive	3	0,81	0,8	0,6	0,75	3,7037	2,778	0,8	2,96	2,222
4	Raboteuse en acier	3	0,81	0,8	0,6	0,75	3,7037	2,778	0,8	2,96	2,222
5	Meuleuses	4	0,79	0,8	0,6	0,75	5,0633	3,798	0,8	4,05	3,038
6	Perceuse	1,5	0,78	0,8	0,6	0,75	1,9231	1,442	0,8	1,54	1,154
7	Eclairages internes (tubes 40W)	0,5	1	0,86	0,51	0,593	0,5	0,297	1	0,5	0,297
8	Prises avec terre	1,2	1	0,8	0,6	0,75	1,2	0,9	1	1,2	0,9
Total 4		27,2									

5°). Service menuiserie:

Tableau 8. Calcul des puissances $P_{\text{ét1}}$ et $Q_{\text{ét1}}$ de la salle de service menuiserie

N°	Equipements	Pit* (kW)	η	$\cos\psi$	$\sin\psi$	$\tan\psi$	Pél	Qél	ku	Pél1	Qél1
1	Raboteuse	5	0,84	0,83	0,558	0,672	5,9524	4	0,8	4,76	3,2
2	Scie circulaire	4	0,82	0,8	0,6	0,75	4,878	3,659	0,8	3,9	2,927
3	Scie ruban	13	0,87	0,86	0,51	0,593	14,943	8,866	0,8	12	7,093
4	Tour parallèle en bois	0,6	0,64	0,73	0,683	0,936	0,9375	0,878	0,8	0,75	0,702
5	Eclairages externes (E40)	1,6	1	0,86	0,51	0,593	1,6	0,949	1	1,6	0,949
6	Eclairages internes (tubes 40W)	0,4	1	0,86	0,51	0,593	0,4	0,237	1	0,4	0,237
7	Prises avec terre	0,6	1	0,8	0,6	0,75	0,6	0,45	1	0,6	0,45
Total 5		25,2									

6°). Service chaudronnerie:

Tableau 9. Calcul des puissances $P_{\text{ét1}}$ et $Q_{\text{ét1}}$ de la salle de service chaudronnerie

N°	Equipements	Pit* (kW)	η	$\cos\psi$	$\sin\psi$	$\tan\psi$	Pél	Qél	ku	Pél1	Qél1
1	Tapit roulant de 2 tonnes	10	0,86	0,85	0,527	0,62	11,628	7,206	0,8	9,3	5,765
2	Tapit roulant de 3 tonnes	12	0,87	0,86	0,51	0,593	13,793	8,184	0,8	11	6,547
3	Four à cuisson	20	0,89	0,86	0,51	0,593	22,472	13,33	1	22,5	13,33
4	Marteau pilon	10	0,85	0,83	0,558	0,672	11,765	7,906	0,8	9,41	6,325
5	Eclairages internes (tubes 40W)	0,6	1	0,86	0,51	0,593	0,6	0,356	1	0,6	0,356
Total 6		52,6									

7°). *Service administratif:*

Tableau 10. *Calcul des puissances $P_{\text{él1}}$ et $Q_{\text{él1}}$ de la salle de service administratif*

N°	Equipements	Pit* (kW)	η	$\cos\psi$	$\sin\psi$	$\text{tg}\psi$	Pél	Qél	ku	Pél1	Qél1
1	Climatiseurs	16	0,79	0,8	0,6	0,75	20,253	15,19	1	20,3	15,19
2	Réfrigérateurs	1,4	0,64	0,73	0,683	0,936	2,1875	2,048	1	2,19	2,048
3	Eclairages internes (tubes)	1,2	1	0,86	0,51	0,593	1,2	0,712	1	1,2	0,712
4	Eclairages externes (tubes)	0,4	1	0,86	0,51	0,593	0,4	0,237	1	0,4	0,237
5	Eclairage enclot (E40)	3,2	1	0,86	0,51	0,593	3,2	1,899	1	3,2	1,899
6	Prises avec terre	3,6	1	0,8	0,6	0,75	3,6	2,7	1	3,6	2,7
Total 7		25,8									

En utilisant la relation (1) et en appliquant le facteur de simultanéité (k_s), nous trouvons les puissances P, Q, S et le facteur de puissance $\cos\phi$ globale. (Voir tableau 9).

Tableau 11. *Calcul des puissances globales P, Q et S des ateliers & services*

N°	ATELIERS/SERVICES	Pél3	Qél3	ks3	Pél4	Qél4	ks4	P	Q	S	cosphi
1	PLASTIQUE	123,21	75,41	0,9	150,86	94,15	0,9	314,66	196,91	371,2	0,85
2	SAVONNERIE	44,41	29,20								
3	HUILERIE	147,76	88,32	0,8	175,82	107,78					
4	MECANIQUE	16,51	11,85								
5	MENUISERIE	17,36	11,22								
6	CHAUDRONNERIE	38,14	23,34								
7	ADMINISTRATIF	22,94	16,86	1	22,94	16,86					

4 RESULTATS & DISCUSSIONS

4.1 RÉSULTATS ALGÈBRIQUES

A partir du tableau 11, on a: $P = 314,66$ [kVA] et $Q = 196,91$ [kVAR], la puissance apparente avant compensation égale à:

$$S_1 = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{(314,66)^2 + (196,91)^2} = 371,19 \text{ [kVA]}$$

Le facteur de puissance $FP = \cos\phi_1$ égale à:

$$\cos\phi_1 = \frac{P}{S} = 0,847 = 0,85$$

Et le taux de charge pour transformateur de puissance ($S_n = 630$ [kVA]) vaut:

$$T_{x1}(\%) = \frac{S_1}{S_n (Tfo)} * 100 = \frac{314,66}{630} * 100 = 58,9$$

En fixant la valeur du facteur de puissance FP désiré à $\cos\phi_2 = 0,98$, la nouvelle puissance apparente est:

$$S_2 = \frac{P}{\cos\phi_2} = \frac{314,66}{0,98} = 321,08 \text{ [kVA]}$$

Alors le nouveau taux de charge est:

$$T_{x2}(\%) = \frac{S_2}{S_n(Tfo)} * 100 = \frac{321,08}{630} * 100 = 50,96$$

La puissance Q_c nécessaire à produire pour compenser l'énergie réactive est:

$$Q_c = P(tg\varphi_1 - tg\varphi_2) = 314,66 * (0,626 - 0,203) = 133,02 [kVAR]$$

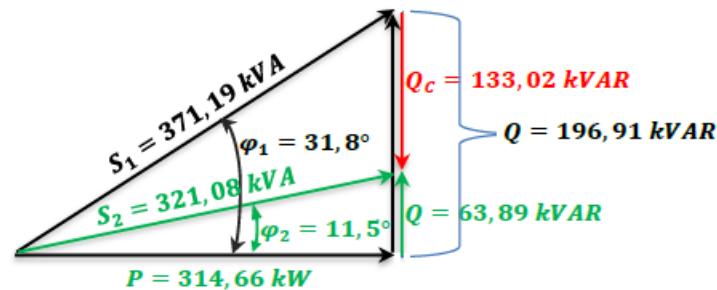


Fig. 1. Triangle de puissance avant et après compensation

La capacité des condensateurs en triphasé couplage triangle (C_{Δ}) est:

$$C_{\Delta} = \frac{Q_c}{3\omega U^2} = \frac{133,02 * 10^3}{3 * 2\pi * 50 * (380)^2} = 0,9774 [mF]$$

Le choix du mode de compensation se détermine par la relation:

$$\frac{Q_c}{S_n}(\%) = \frac{133,02 * 10^3}{371,19 * 10^3} * 100 = 0,36 \geq 0,15 \Rightarrow \text{Compensation AUTOMATIQUE}$$

N.B.: La réduction de puissance apparente et de taux de charge d'environ 13%.

4.2 RÉSULTATS SIMULÉS

La puissance apparente S et de taux de charge T_x en fonction du $\cos\varphi$ global:

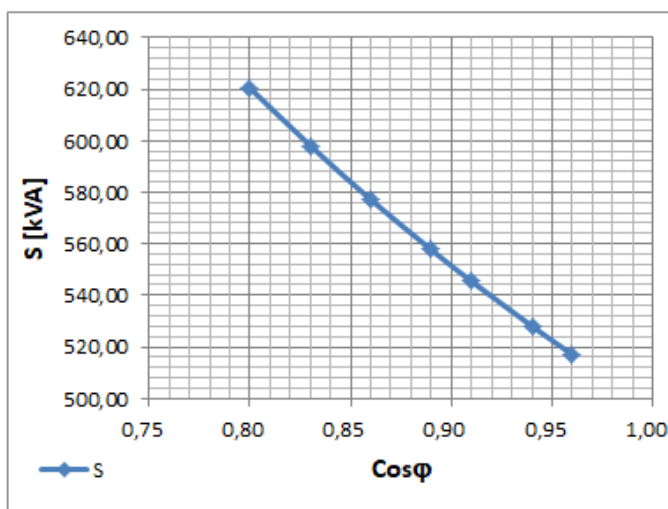


Fig. 2. Puissance S en fonction de $\cos\varphi$

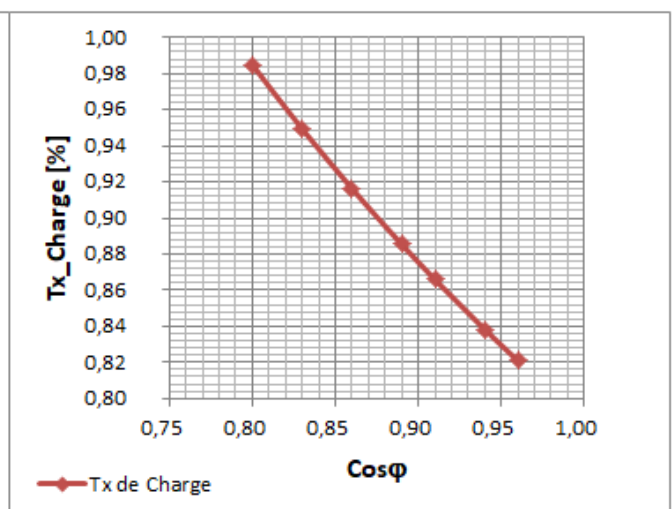


Fig. 3. Taux de charge T_x en fonction de $\cos\varphi$

La puissance réactive à produire Q_c en fonction $\cos\varphi$ global et du $\tan\varphi$ global:

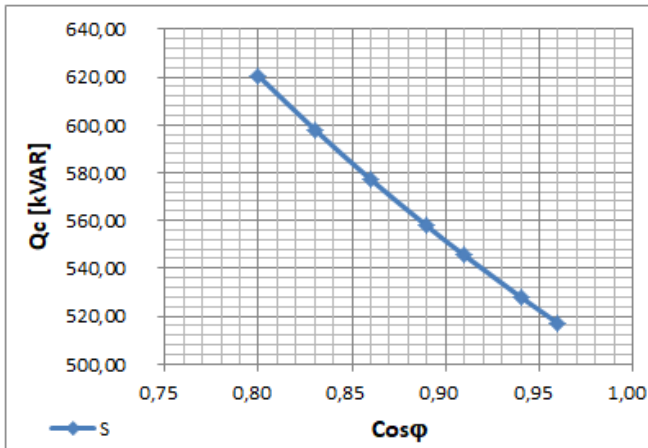


Fig. 4. Puissance Q_c en fonction de $\cos\varphi$

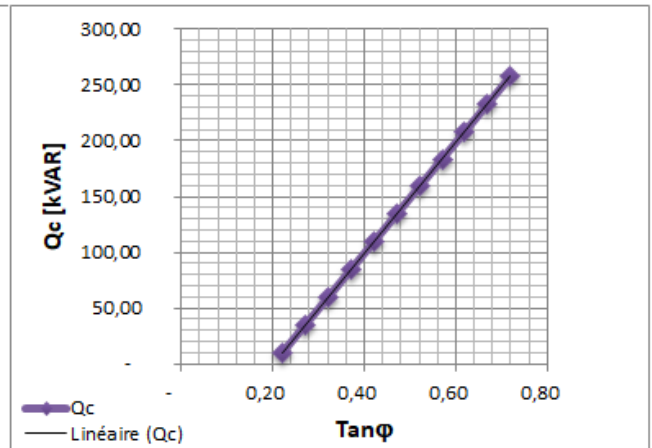


Fig. 5. Puissance Q_c en fonction de $\tan\varphi$

La capacité des condensateurs C_Δ à installer en fonction de la puissance Q_c à produire est:

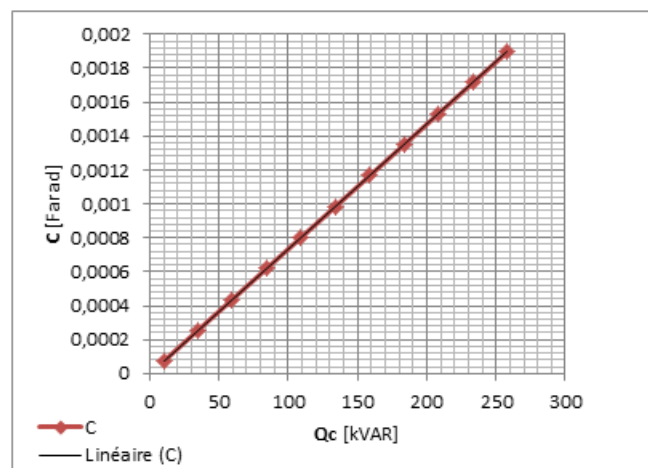


Fig. 6. Capacité des condensateurs C_Δ en fonction de la Puissance Q_c

4.3 DISCUSSION

La puissance apparente S , le taux de charge T_x (%) et l'énergie réactive Q_c à produire pour la compensation sont fonction du facteur de puissance global $\cos\varphi$.

- Le facteur de puissance $\cos\varphi$ est inversement proportionnel à la puissance demandée S et au taux de charge T_x (%) comme illustré sur les figures 2 et 3.
- L'énergie réactive Q_c à produire décroît en fonction que le facteur de puissance $\cos\varphi$ de l'installation croît (vers l'unité) ou lorsque la $\tan\varphi$ décroît tel que illustré sur les figures 4 et 5.
- La capacité de condensateur C_Δ à installer croît (décroît) linéairement quand l'énergie réactive à produire Q_c croît (décroît) comme illustré la figure 5.

5 CONCLUSION

La méthode que nous avons utilisée propose une approche mathématique fiable de compensation de l'énergie réactive d'une installation industrielle à faible facteur de puissance équipée d'un poste électrique. Ces résultats obtenus grâce aux outils Matlab et

Microsoft Excel ont permis de réduire jusqu'à près de treize pourcent le taux de charge du transformateur et la puissance apparente appelée aux récepteurs de l'installation de l'entreprise.

REFERENCES

- [1] LIUDVINAVIČIUS, Lionginas. The methods of reactive power compensation in the 25 kv, 50 hz contact network. Vilnius Gediminas Technical University, Department of Railway Transport, J. Basanavičius str. 28, LT-03224 Vilnius, Lithuania. Mars 2017.
- [2] OSAMA, A. Al-Naseem; AHMAD, Kh. Adi. Impact of Power Factor Correction on the Electrical Distribution Network of Kuwait – A Case Study. OJPEE - Volume (2), Number (1), Reference Number: W10-0030. January 2011.
- [3] Schneider Electric. Guide de l'installation électrique 2010, Règles générales de conception d'une Installation électrique.
- [4] Legrand Catalogue. Compensation d'énergie réactive et contrôle de la qualité des réseaux électriques. P0910ALPESFR- EX210027 - Mars 2010.
- [5] Cahiers techniques Schneider N° CT189, N° CT199.
- [6] OUMAIMA, Abdallaoui Maane; HALA, Naoui Khir. Amélioration des performances du réseau Basse Tension. Projet RADEEF, juin 2018.
- [7] BISIY, Antoine Bel. Optimisation de compensation de l'énergie réactive. Mémoire, Octobre 2020.
- [8] FAZAL M; WALEED Raza M and KHAN S. Reactive Power Compensation by Power Capacitor Method. Eng Technol Open Acc, 2018.

ANNEXE 1.

Script Matlab : Solution de compensation de réactive Qc

```

=====
== COMPENSATION_ENERGIE REACTIVE_INSTALLATION INDUSTRIELLE_BT ==
=====
Energie active Pd(kW) = 314.66 ; Energie réactive Q1(kVAR) = 196.91
Puissance Tfo Sn(kVA) = 630
Calcul S1 = (Pd.^2 + Q1.^2)^(1/2) [kVA]
S1 = 371.1933
Calcul du facteur de puissance FP =
cosphi1 = 0.8477
Calcul Tx1 = (S1./Sn)*100
Tx = 58.9196
Inserer : la valeur cosphi2 désirée :
cosphi2 = 0.98
Calcul S2 = P./cosphi2" [kVA]
S2 = 321.0816
Calcul Tx2 = (S2./Sn)*100
Tx2 = 50.9653
-----
Etape_1 : DETERMINATION DE Qc ET DE LA CAPACITE C
-----
Réafficher les valeurs FP AVANT & APRES compensation :
cosphi1 = 0.8477
cosphi2 = 0.98
Calcul tanphi1 = ?
tanphi1 = 0.62579
Calcul tanphi2 = ?
tanphi2 = 0.20306
Calcul Qc = Pd*(tan(phi1)-tan(phi2)) [kVAR]
Qc = 133.0156
Calcul C = 1000*Qc./(3*2*pi*f*U.^2) [mF]
Inserer : les valeurs de la tension "U(V)=?" et de la fréquence "f(Hz)=?"
U(V) = 380 ; f(Hz) = 50
C = 0.97738
-----
Etape_2 : CHOIX DE LA ZONE DE COMPENSATION
-----
Choisir Zone de compensation CG : 1
Choisir Zone de compensation CS : 2
Choisir Zone de compensation CI : 3
--- taper 1 pour augmenter la Puissance S(TFO) Secondaire
--- taper 2 pour réduire la perte Pj entre le TFO et le TD du secteur
--- taper 3 pour réduire la perte Pj entre le TFO et la(les) CHARGE(S)
Choisir Zone de compensation : 1
Choisir : Compensation Globale(CG)
-----
Etape_3 : CHOIX DE MODE DE COMPENSATION
-----
Calcul de (Qc/S1) (%)
Qc(kVAR) = 133.0156 ; S1(kVA) = 371.1933
Rapport1 = 0.35835
Rapport1 = (Qc/S1) >= 0.15, ==> Compensation AUTOMATIQUE
-----
Etape_4 : CHOIX DU TYPE DE BATTERIE DES CONDENSATEURS
-----
Inserer : la puissance de charge non linéaire Sh :
Sh(kVA) = 60
Calcul de (Sh/S1) (%)
Sh(kVA) = 60 ; S1(kVA) = 371.1933
Rapport2 = 0.16164
Rapport2 = (Sh/S1) <= 0.25, ==> Compensation du type H
===== FIN =====

```

Physico-chemical quality assessment of the waters and sediments of the M'Badon bay in the south of Côte d'Ivoire

Amenan Evelyn Kouassi, Abou Traore, Louan Odile Ble, and J. Biemi

Soil, Water and Geomaterials Sciences Laboratory (LSSEG), UFR STRM, University Felix Houphouët-Boigny
of Cocody-Abidjan BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

Copyright © 2022 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 bay of M'Badon is the receptacle of wastewater of various origins, leaching water from plantations and leachate from the Akouédo landfill. All these inputs are likely to pollute this aquatic environment, which is used by the population for fishing and market gardening. The objective of this study is to determine the quality of the water and surface sediments in the bay. To achieve this, a sampling campaign allowed the collection of a total of sixty-six samples, twelve of leachate, twenty-seven of bay water and twenty-seven of surface sediments. Parameters such as COD, BOD₅, NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺, SO₄⁻, PO₄³⁻, Na⁺, K⁺ and Ca²⁺ were measured by the methods of the French Agency of Standardization and trace metal elements (Zn, Cu, Ni, Cr) were measured by atomic absorption spectrometry. The average values of COD (1306.25 mg O₂L⁻¹), BOD₅ (575.85 mgO₂L⁻¹), NO₃⁻ (92.92 mgL⁻¹) and PO₄³⁻ (128.74 mgL⁻¹) of the Akouédo landfill leachates are well above Ivorian standards. The waters of the bay are turbid, with an average TSS concentration of 65.13 mgL⁻¹. They have a high load of organic and mineral oxidizable matter, with average COD and BOD₅ values of 160.70 mgO₂L⁻¹ and 64.04 mgO₂L⁻¹ respectively. Their mineralization is due to the combination of two processes, one natural and the other anthropogenic. The average NH₄⁺ concentration (0.22 mgL⁻¹) is higher than the French guide value. The sediments of stations B1, B4 and B5 are polluted by Zn and Cu, and the sediments of all stations are polluted by Mo. M'Badon Bay is polluted by anthropogenic activities.

KEYWORDS: Akouédo landfill, M'Badon, pollution, leachate, water, sédiment, trace metal elements, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

Aquatic ecosystems are naturally vulnerable and their ecological balance can be rapidly altered under the influence of natural or anthropogenic factors [1]. They are increasingly affected by agro-industrial runoff, domestic wastewater and industrial effluents. These waters often have a broad spectrum of chemical pollutants [2]. They can not only, pollute water resources but also lead to the reduction and even extinction of certain animal and plant species. Among these pollutants, Trace Metal Elements (TME) are of particular concern due to their resistance to biodegradation, toxicity, and ability to incorporate into the food chain [3], [4]. Once in the aquatic environment, TME partition between the water phase, sediments, and aquatic organisms [4], [5]. Coastal sediments have diverse origins and are often reservoirs for these trace elements [6]. TME trapped in sediments can contaminate the food chain through bioaccumulation and cause risks to living organisms as well as humans [7], [8] et [5].

M'Badon Bay is used by people for crab, shrimp, and fish fishing and for market gardening. Yet, untreated leachate from the Akouédo landfill, leachate from agricultural land, wastewater of all kinds and industrial effluents are discharged into it. The study of the level of contamination of this bay by chemical pollutants is of paramount importance to know the impact of anthropic activities on this aquatic ecosystem. The objective of this work is to evaluate the state of the quality of the water and surface sediments of the bay in order to prevent ecological risks.

2 MATERIAL AND METHODS

2.1 PRESENTATION OF THE STUDY AREA

The study area is located in the northeast of the city of Abidjan in the commune of Cocody. Its coordinates in the UTM Clark 1880 reference system, 30 N zone, are between 407,653 and 426,114 meters on the x-axis and 517,090 and 580,323 meters on the y-axis. It includes the Akouedo dump and M'Badon Bay (Figure 1). The Akouedo uncontrolled landfill has an area of about 153 ha and is located halfway along the Abidjan-Bingerville axis. Leachate from the landfill flows into the lagoon bay of M'Badon (Figure 2). The choice of location for this landfill was based on the criteria of the time, which can be summarized as the distance of the site from the city. Nowadays, the landfill has been overtaken by the city due to the galloping urbanization. In operation from 1965 to 2019, it has received several tons of waste including household, industrial, hospital and agricultural waste. In the study area the climate is of the transitional equatorial type, called "Atean climate" which is characterized by 4 seasons [9]:

- a large dry season from December to April;
- a large rainy season from May to July;
- a small dry season from August to September;
- a small rainy season from October to November.

The average annual temperature and rainfall are 26.4°C and 1517 mm respectively. The geology is marked by Quaternary (Holocene) formations, including clayey sands of the "Bas-Plateaux" and Meso-Cenozoic (Mio-Pliocene or Continental Terminal) formations, including sands, clays, and ferruginous sandstones of the "High Plateaux" [10].

2.2 LEACHATE, WATER AND SEDIMENT SAMPLING

A sampling campaign was conducted in the study area. The sampling focused on leachate from the Akouédo landfill, water and surface sediments from M'Badon Bay. Samples of leachate and water from the bay were collected using a telescopic pole with 500 ml bottles attached to the end. These samples were collected in one (1) liter polyethylene bottles, previously washed with nitric acid and distilled water. Before filling, the bottles were washed three times with the water to be collected. The bottles were filled to the brim and then the cap was screwed on to avoid any gas exchange with the atmosphere.

The sampling of the surface sediments of the bay consisted of scraping the bottom of the lagoon with a Van Veen bucket. Samples were packaged in plastic bags.

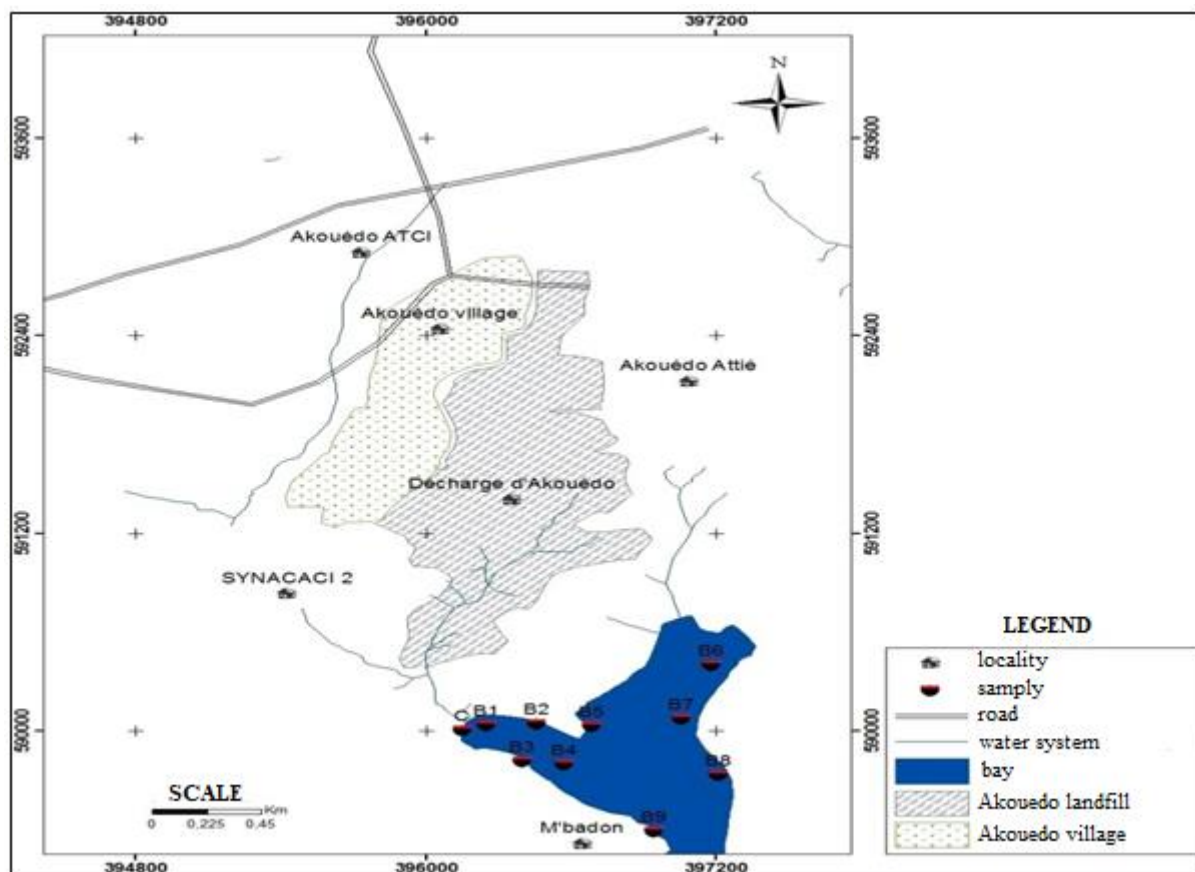


Fig. 1. Location of the study area

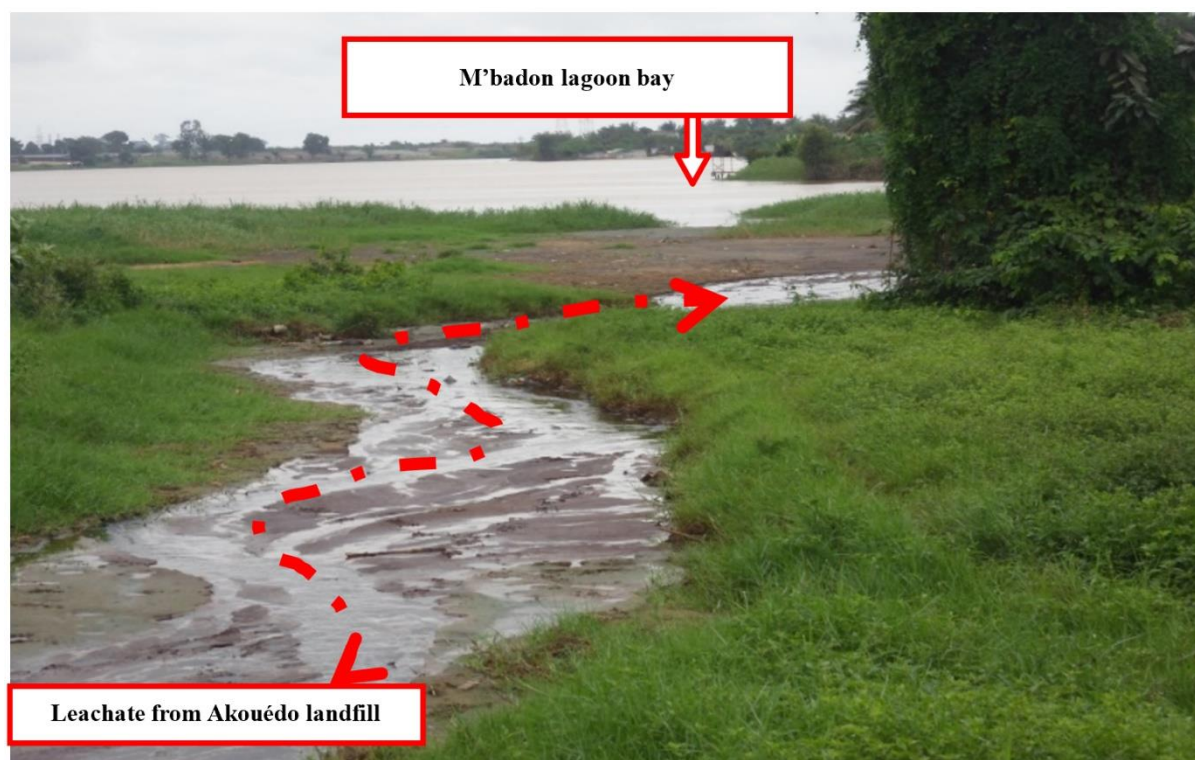


Fig. 2. Leachate runoff into the M'Badon lagoon

Water samples were stored in a cooler containing ice chips and transported to the laboratory where they were analyzed within 24 hours. During water sample collection, physicochemical parameters such as electrical conductivity (EC) and dissolved oxygen (O₂) were measured in situ using a HACH Sension 5 multiparameter instrument. Temperature (T), hydrogen potential (pH) and redox potential (Eh) were measured using a Star 4 multiparameter instrument.

A total of sixty-six samples including twelve leachate, twenty-seven bay water and twenty-seven sediment samples were collected.

2.3 ANALYTICAL METHODS FOR LEACHATE, WATER AND SEDIMENT SAMPLES

2.3.1 ANALYTICAL METHODS FOR LEACHATE AND WATER SAMPLES

In the laboratory, determinations were made for nutrients (NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺, SO₄⁻, PO₄³⁻), trace metal elements (Zn, Pb, Mn, Cu, Ni, Cr, Fe, Mo), chemical oxygen demand (COD) and biological oxygen demand (BOD₅). The parameters Na⁺, K⁺, Ca²⁺ were determined by flame atomic absorption spectrometry (FAAS) according to the NF T90-112 (1986) standard [11]. Chlorine (Cl⁻) was determined by Mohr's volumetric method according to NF T90-014 (1952) [11]. As for the SO₄²⁻ parameter, it was determined by the nephelometric method according to the NF T90-040 (1986) standard [11]. The molecular absorption spectrometric method according to NF T90-045 (1989) [11] allowed the determination of NO₃⁻ concentrations and the molecular absorption spectrometric method according to NF T90-013 (1993) [11], of NO₂⁻. The determinations of PO₄³⁻ and NH₄⁺ were done respectively by the spectrometric method according to the NF T90-023 (1982) standard [11] and by the acidimetric method after distillation according to the NF T90-015 (1975) standard [11]. BOD₅ was determined by the permanganate index method according to NF EN ISO 8467 (1995) [12]. For the determination of COD, the open system reflux method according to NF T90-101 (2001) [12] was used.

2.3.2 METHODS OF ANALYSIS OF THE SEDIMENT SAMPLES

The sediments dried in an oven at 50°C for 24 hours, underwent an initial sieving on 2 mm mesh to remove coarse elements. Then, they were crushed and sieved to obtain a powder with a particle diameter of less than 63 µm. The digestion method that was used was that of [13]. Finally, the concentration of TME (Mn, Cu, Zn, Pb, Ni, Cr, Fe, and Mo) was determined by the flame atomic absorption spectrometric method according to NF T90-112 (1986) [11].

2.4 ESTIMATING THE INTENSITY OF CONTAMINATION IN LEACHATE, WATER AND SEDIMENT SAMPLES FROM THE BAY

The results of the physico-chemical analyses of the leachates from the Akouédo landfill were compared to Ivorian standards. Then, as Côte d'Ivoire does not have guide values for surface water, the results of the physico-chemical analyses of the waters of M'Badon Bay were compared to the French guide values for surface freshwater used for the production of water intended for human consumption from the Journal Officiel de la République Française (JORF) for the year 2017. The Normalized Principal Component Analysis (NPA) was used to highlight the origin of the mineralization of the bay waters.

The results of Trace Metal Element (TME) determination in M'Badon Bay sediments were compared, for the most part, to reference values (Table I) for unpolluted sediments from [14] and [15] and for Molybdenum (Mo) to the concentration in the continental crust [16].

The intensity of sediment contamination is estimated from two indices, the enrichment factor and the geo-accumulation index.

Table 1. Trace element concentrations (mg.kg⁻¹) in unpolluted sediments

ETM (mg.kg ⁻¹)	Pb	Cu	Zn	Fe	Mo	Ni	Cr	Mn
[14]	19.00	33.00	95.00	41000.00				770
[15]	12.68	24.84	45.13			12.55	51.40	

ENRICHMENT FACTORS (EF)

The EF is calculated to determine the anthropogenic or natural origin of elements in sediments. According to [17], it is defined by the relation: $EF_E = \left(\frac{E_{ech}}{X_{ech}} \right) / \left(\frac{E_{Crust}}{X_{Crust}} \right)$ with EF_E: enrichment factor of element E; E_{ech}: mass concentration of the

element in the sample; ECrust: mass concentration of the element in the average continental crust; XCrust: content of reference element in the crust; Xech: content of reference element in the sample. Iron (Fe) was chosen as the reference element because of its natural abundance in the study area. The reference [17] divided sediment metal pollution into different categories based on EF values. If $EF \leq 2$, he suggest lack of metal enrichment and if the EF value > 2 , he is varying degrees of metal enrichment. The classification of the EF calculation results is presented in Table II.

Table 2. Classification of enrichment factor results (Sutherland, 2000)

Enrichment Factor	Classification
$EF < 2$	No or minimal enrichment
$2 \leq EF < 5$	Moderate enrichment
$5 \leq EF < 20$	Significant enrichment
$20 \leq EF < 40$	Very high enrichment
$EF \geq 40$	Extreme Enrichment

INDEX OF GEO-ACCUMULATION (Igeo)

The intensity of metal pollution can be evaluated from the geo-accumulation index [18]. This index compares a given concentration to a value considered as geochemical background. It is defined by the equation: $I_{geo} = \log_2 \left[\frac{C_n}{(1.5 \times B_n)} \right]$, where Igeo: geo-accumulation index; log2: base 2 logarithm; n: element considered; C: concentration measured in the sample; B: geochemical background; 1.5: exaggeration factor of the geochemical background, the function of which is to take into account natural fluctuations of the geochemical background. [18] retained a scale with six classes of geo-accumulation index (Table III).

Table 3. Classes defined by the geo-accumulation index [18]

Index Value (Igeo)	Pollution intensity
$I_{geo} < 0$	Pollution free
$0 \leq I_{geo} < 1$	No pollution to moderate pollution
$1 \leq I_{geo} < 2$	Moderate pollution
$2 \leq I_{geo} < 3$	Moderate to heavy pollution
$3 \leq I_{geo} < 4$	High pollution
$4 \leq I_{geo} < 5$	High to extreme pollution
$I_{geo} \geq 5$	Extreme pollution

3 RESULTS

3.1 PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF AKOUEDO LEACHATE

The results of the physico-chemical analyses of the Akouedo landfill leachate are presented in Table IV. The mean values of pH (7.68) and EC ($8544 \mu\text{S cm}^{-1}$) reveal that the leachates studied are alkaline and present a strong mineralization. The mean values of COD ($1306.25 \text{ mg O}_2\text{L}^{-1}$) and BOD₅ ($575.85 \text{ mgO}_2\text{L}^{-1}$) are well above the Ivorian standards of $300 \text{ mgO}_2\text{L}^{-1}$ and $100 \text{ mgO}_2\text{L}^{-1}$ respectively.

The average concentrations of NO_3^- (92.92 mgL^{-1}), PO_4^{3-} (128.74 mgL^{-1}) and NH_4^+ (388.40 mgL^{-1}) are also well above the Ivorian standards of 10 mgL^{-1} , 2 mgL^{-1} and 10 mgL^{-1} respectively.

Table 4. Physico-chemical characteristics of Akouédo leachates

Chemical parameters	pH	CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	PO_4^{3-} (mgL^{-1})	NH_4^+ (mgL^{-1})	NO_3^- (mgL^{-1})	DCO (mgL^{-1})	DBO ₅ (mgL^{-1})	DBO ₅ /DCO
Mean values	7.68	8544	128.74	388.40	92.92	1306.25	575.58	0.47
Standard ivorian	5.5-8.5	ND	2	10	10	300	100	ND

3.2 PHYSICO-CHEMICAL QUALITY OF THE WATERS OF THE M'BADON LAGOON

The results of the analyses carried out on the waters of M'Badon Bay are shown in Table V. The pH values vary from neutral to alkaline. They range from 7.01 to 8.31, with an average of 7.58 consistent with the guide values (5.5-9 pH units) [19]. The redox potential (Eh) of the waters ranges from -110.2 to and -0.4 mV, with an average of -40.53 mV. These negative values indicate that the waters are reducing. Recorded temperatures ranged from 25.1 to 32.4°C, with an average of 28.95°C above guide value of 22°C [19]. Dissolved oxygen (O₂) concentrations in the waters range from 3.7 to 13.34 mgL⁻¹, with an average of 6.87 mgL⁻¹ or 89.43% consistent with the French guide value that indicates that the percentage of dissolved oxygen saturation should be greater than 30%. The bay waters have an electrical conductivity that ranges from 260 to 1248 µScm⁻¹, with an average of 890 µScm⁻¹, lower guide value of 1100 µScm⁻¹ [19]. This value indicates that the lagoon waters show significant mineralization. As for salinity, it ranges from 0.1 to 0.6, with an average of 0.38 indicating that the waters are oligo-haline (salinity between 0.05 and 5). TSS concentrations range from 1.15 to 138.14 mgL⁻¹, with an average of 65.13 mgL⁻¹ guide value of 25 mgL⁻¹ [19]. COD and BOD₅ in the bay waters range from 87.6 to 230 mgO₂L⁻¹ and 34 to 94 mgO₂L⁻¹, respectively. The average COD value (160.70 mgO₂L⁻¹) is well above the French guide value of 30 mgO₂L⁻¹. That of BOD₅ (64.04 mgO₂L⁻¹) is also largely higher than the French guide value which is strictly lower than 7 mgO₂L⁻¹. SO₄²⁻ concentrations range from 24 to 35 mgL⁻¹, with an average of 29.93 mgL⁻¹ which is below the guide value of 150 mgL⁻¹ [19]. Na⁺, Ca²⁺, K⁺ concentrations range from 12.1 to 20.93 mgL⁻¹, 20.5 to 33.27 mgL⁻¹, and 17.7 to 26.3 mgL⁻¹, respectively, with respective means of 17.03 mgL⁻¹, 26.30 mgL⁻¹, and 21.33 mgL⁻¹. Chlorine (Cl⁻) has concentrations that range from 38.3 to 54 mgL⁻¹, with an average of 45.15 mgL⁻¹, well below the guide value of 200 mgL⁻¹ [19]. The average NH₄⁺ concentration (0.22 mgL⁻¹) is higher than the French guide value of 0.05 mgL⁻¹. On the other hand, that of NO₃⁻ (0.05 mgL⁻¹) is in accordance with the French guide value which is 25 mgL⁻¹. The concentrations of PO₄³⁻ and NO₂⁻ are respectively between 0.08 and 0.29 mgL⁻¹ and 0 and 0.03 mgL⁻¹, with respective averages of 0.15 mgL⁻¹ and 0.01 mgL⁻¹.

Table 5. Physico-chemical characteristics of the waters of the lagoon bay of M'Badon

Variables	Minimum	Maximum	Mean	Standard deviation
MES (mgL ⁻¹)	1.15	138.14	65.13	42.39
SAL (mgL ⁻¹)	0.10	0.60	0.38	0.19
T° (°C)	25.10	32.40	28.95	2.23
pH	7.01	8.31	7.58	0.29
Eh (mV)	-110.20	-0.4	-40.53	29.94
O ₂ (mgL ⁻¹)	3.70	13.34	6.87	1.70
CE (µScm ⁻¹)	260	1248	890	373
DCO (mg O ₂ L ⁻¹)	87.60	230.00	160.70	31.40
DBO ₅ (mg O ₂ L ⁻¹)	34.00	94.00	64.04	13.23
HCO ₃ ⁻ (mgL ⁻¹)	80.60	135.00	104.87	12.94
NH ₄ ⁺ (mgL ⁻¹)	0.06	0.41	0.22	0.06
SO ₄ ²⁻ (mgL ⁻¹)	24.00	35.00	29.93	2.08
PO ₄ ³⁻ (mgL ⁻¹)	0.08	0.29	0.15	0.02
Cl ⁻ (mgL ⁻¹)	38.30	54.00	45.15	2.88
Ca ²⁺ (mgL ⁻¹)	20.50	33.27	26.30	2.51
Na ⁺ (mgL ⁻¹)	12.10	20.93	17.03	2.21
K ⁺ (mgL ⁻¹)	17.70	26.30	21.33	1.82
NO ₃ ⁻ (mgL ⁻¹)	0	0.17	0.05	0.03
NO ₂ ⁻ (mgL ⁻¹)	0	0.03	0.01	0.01

3.3 ORIGINS OF MINERALIZATION IN THE WATERS OF M'BADON BAY

The correlations that exist between the variables taken in pairs and indicated by the correlation coefficients are presented in the correlation matrix (Table VI). Some pairs of variables show statistically significant correlations ($r > 0.7$; $p < 0.05$).

The most significant correlations are those realized between: Eh and pH ($r = -0.90$), TSS and T° ($r = 0.89$), O₂ and Eh ($r = -0.88$), Na⁺ and HCO₃⁻ ($r = 0.86$), BOD₅ and COD ($r = 0.85$), Ca²⁺ and HCO₃⁻ ($r = 0.84$), pH and T° ($r = 0.83$), Eh and T° ($r = -0.83$),

and Ca^{2+} and EC ($r = 0.81$). To a lesser degree, there is a good correlation between: TSS and pH ($r = 0.78$), O_2 and pH ($r = 0.75$), HCO_3^- and EC ($r = 0.75$), K^+ and HCO_3^- ($r = 0.73$), K^+ and Ca^{2+} ($r = 0.73$).

The different percentages expressed by the first three factors are respectively F1 (36.25%), F2 (26.45%) and F3 (10.5%) of the variance. These three factors alone account for 73.2% of the variance expressed and contain the maximum amount of information to allow for the interpretation of the results. The representation using these factors (Figures 3 and 4) gives a satisfactory account of the structure of the scatterplots.

In the community circle (Figure 3), factor 1 is determined in its negative part by variables such as: Ca^{2+} , HCO_3^- , EC, K^+ , BOD_5 , COD, Na^+ and SO_4^{2-} and to a lesser degree by Cl^- . Some elements, including Ca^{2+} , Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Na^+ , K^+ are derived from precipitation, hydrolysis of minerals from underlying sediments, and leaching from watershed rocks. BOD_5 and COD are indicator parameters for the proportion of biodegradable organic matter and total oxidizable matter (mineral salts and organic compounds) respectively. Therefore, F1 reflects the natural mineralization of the water. Factor 2 is defined by pH, Eh, T° , O_2 and TSS. These parameters are important in the hydrolysis of silicates and in the degradation of organic matter. They give an account of the environmental conditions in the acquisition of mineralization. The factor 2 expresses the phenomenon of oxidation-reduction.

In the factorial plane F1-F3 (figure 4), factor 1 is determined by the variables Ca^{2+} , HCO_3^- , O_2 , CE, K^+ , Eh, Na^+ and SO_4^{2-} . It always expresses the phenomenon of natural mineralization of water. The factor 3 is defined by BOD_5 , COD, Cl^- and NH_4^+ . These variables are indicators of the degree of water pollution. F2 thus expresses the phenomenon of anthropic mineralization.

Table 6. Correlation matrix between physico-chemical parameters

Variables	T°	pH	Eh	O_2	MES	CE	DCO	DBO_5	HCO_3^-	NH_4^+	SO_4^{2-}	Cl^-	PO_4^{3-}	Ca^{2+}	Na^+	K^+
T°	1															
pH	0.83	1														
Eh	-0.83	-0.90	1													
O_2	0.60	0.75	-0.88	1												
MES	0.89	0.78	-0.67	0.42	1											
CE	-0.24	-0.17	-0.20	0.38	-0.46	1										
DCO	0.05	0.16	-0.30	0.30	0.08	0.55	1									
DBO_5	0.21	0.34	-0.40	0.36	0.26	0.38	0.85	1								
HCO_3^-	-0.01	-0.004	-0.28	0.31	-0.13	0.75	0.54	0.38	1							
NH_4^+	-0.45	-0.31	0.54	-0.51	-0.19	-0.19	-0.30	-0.05	-0.01	1						
SO_4^{2-}	-0.22	-0.11	-0.06	0.10	-0.23	0.63	0.43	0.30	0.69	0.16	1					
Cl^-	-0.14	-0.04	-0.07	0.28	-0.12	0.45	0.40	0.39	0.26	0.15	0.61	1				
PO_4^{3-}	0.20	0.23	-0.23	0.03	0.23	-0.12	0.12	0.18	-0.06	-0.05	-0.09	-0.12	1			
Ca^{2+}	0.23	0.24	-0.52	0.50	0.04	0.81	0.40	0.24	0.84	0.34	-0.68	0.25	-0.03	1		
Na^+	0.01	-0.06	-0.19	0.25	-0.08	0.64	0.63	0.53	0.86	-0.25	0.53	0.29	-0.17	0.68	1	
K^+	0.05	-0.02	-0.18	0.17	-0.15	0.45	0.24	0.09	0.73	-0.22	0.54	0.17	0.04	0.73	0.63	1

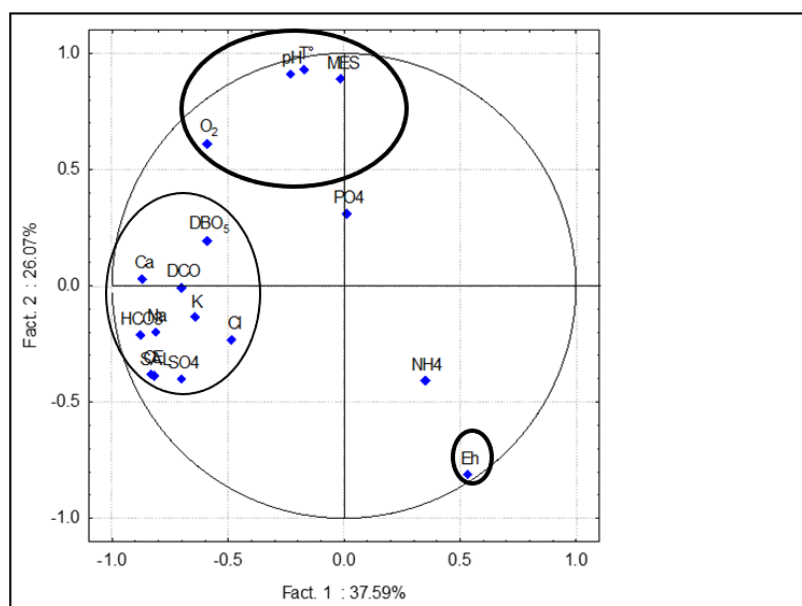


Fig. 3. Community circle of the F1-F2 factorial design

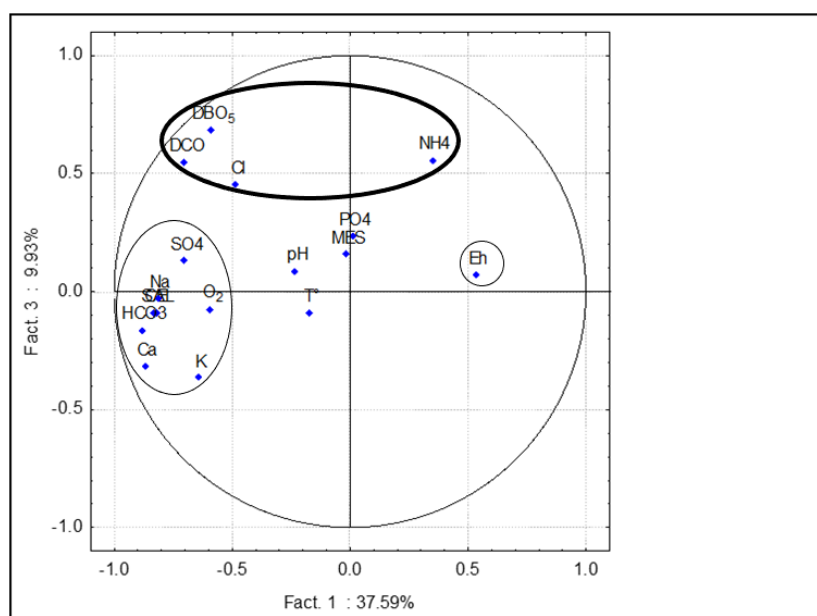


Fig. 4. Community circle of the F1-F3 factorial design

3.4 ESTIMATION OF THE INTENSITY OF TME CONTAMINATION IN SEDIMENTS

SEDIMENT QUALITY STATUS

The TME concentrations of the sediments in M'Badon Bay are presented in Table VII. Analysis of this table shows that manganese concentrations range from 17.55 to 49.17 mg.kg^{-1} , with an average of 34.13 mg.kg^{-1} below the 770 mg.kg^{-1} concentration recommended for unpolluted sediments by [15]. For iron, the average concentration of 16490.37 mg.kg^{-1} is lower than the concentration of 41000 mg.kg^{-1} recommended by [15]. For zinc, copper, lead, nickel and chromium, the concentrations are between 11.4 and 76.7 mg.kg^{-1} , 5.95 and 26.73 mg.kg^{-1} , 0.23 and 0.61 mg.kg^{-1} , 5.07 and 10.86 mg.kg^{-1} and between 5.03 and 12.93 mg.kg^{-1} , respectively. The respective mean concentrations of 38.36 mg.kg^{-1} , 18.03 mg.kg^{-1} , 0.42 mg.kg^{-1} , 7.86 mg.kg^{-1} , and 7.72 mg.kg^{-1} are lower than the values of 45.13 mg.kg^{-1} , 24.84 mg.kg^{-1} , 12.68 mg.kg^{-1} , 12.55 mg.kg^{-1} , and 51.40 mg.kg^{-1} recommended for unpolluted sediments by [14]. However, zinc concentrations at stations B1 (76.7 mg.kg^{-1}), B4

(55.64 mg.kg⁻¹) and B5 (46.72 mg.kg⁻¹) are higher than the recommended value. For copper, the concentrations at stations B1 (24.87 mg.kg⁻¹) and B4 (26.73 mg.kg⁻¹) are also above the recommended concentration. Molybdenum concentration ranged from 1.93 to 11.67 mg.kg⁻¹, with an average of 5.72 mg.kg⁻¹ upper continental crust (UCC) value of 1.4 mg.kg⁻¹ [16], reflecting contamination of surficial sediments by this element. Its concentration at all stations, is higher than the recommended value.

Table 7. Concentrations (mg.kg⁻¹) of M'Badon Bay sediments

	Mn	Zn	Cu	Pb	Ni	Cr	Fe	Mo
B1	45.1	76.7	24.87	0.4	10.8	12.93	13726.67	5.77
B2	32.93	35.18	17	0.37	6.53	5.54	15014.33	11.67
B3	29.38	23.4	14.97	0.3	6	5.87	16452.67	8.87
B4	31.7	55.64	26.73	0.5	10.9	8.93	20257.67	7.7
B5	34.78	46.72	18.63	0.31	8.33	6.96	20964.33	2.17
B6	49.17	31.97	17.7	0.48	7.17	7.65	17381	5.8
B7	17.55	11.4	5.95	0.23	5.07	5.03	11206.33	1.93
B8	33.91	34.47	17.33	0.6	7.97	8.8	14082.67	4.83
B9	32.68	29.8	19.05	0.61	8.01	7.75	19327.67	2.73
Moy	34.13	38.36	18.03	0.42	7.86	7.72	16490.37	5.72
Max	49.17	76.7	26.73	0.61	10.86	12.93	20964.33	11.67
Min	17.55	11.4	5.95	0.23	5.07	5.03	11206.33	1.93

B=station; Moy=mean; Max=maximum; Min=minimum

ENRICHMENT FACTOR (EF)

Enrichment factor (EF) values are presented in Table VIII. In the sediments of M'Badon Bay, manganese EFs range from 0.09 to 0.19, with an average of 0.12. All stations have EFs less than 2, suggesting that the manganese is of terrigenous origin. Zinc EFs range from 0.6 to 3.32, with an average of 1.39. With the exception of station B1, which has the highest enrichment (3.32), all other stations have EFs below 2. Zinc is therefore mainly of terrigenous origin, except at station B1 where, in addition to the terrigenous source, there is an anthropogenic source. At this station, zinc is moderately enriched. As for copper, its average EF is 2.34 and the minimum and maximum are respectively 1.17 and 4. For this TME, except for stations B5 and B7, which are enriched from terrigenous sources, all other stations are enriched from anthropogenic sources in addition to the natural source. They all experience moderate copper enrichment. Lead EFs range from 0.03 to 0.08, with an average of 0.05. All stations have EFs below 2. The lead enrichment is therefore of terrigenous origin. For nickel, EFs range from 0.59 to 1.28, with an average value of 0.79. The source of its enrichment is therefore natural. The same is true for chromium, whose EFs range from 0.29 to 0.83, with an average of 0.43. For molybdenum, the average EF is 7.83, with values ranging from 2.28 to 17.15. All the stations have a EF greater than 2 for this element, which suggests that in addition to the terrigenous source, it is enriched by anthropogenic means. It represents the most enriched element. At stations B5, B7 and B9 it is moderately enriched and at stations B1, B2, B3, B4, B6 and B8 it is significantly enriched. Overall, the origin of the enrichment of M'Badon Bay sediments in manganese, zinc, lead, nickel and chromium is natural. On the other hand, copper and molybdenum are enriched from anthropogenic sources in addition to natural sources.

Table 8. Enrichment factor (EF) values for trace metal elements at different stations in M'Badon Bay

	Mn	Zn	Cu	Pb	Ni	Cr	Mo
B1	0.19	3.32	4	0.05	1.28	0.83	9.27
B2	0.13	1.3	2.5	0.04	0.71	0.33	17.15
B3	0.1	0.84	2.01	0.03	0.59	0.31	11.9
B4	0.09	1.63	2.91	0.04	0.87	0.39	8.03
B5	0.1	1.32	1.96	0.03	0.65	0.29	2.28
B6	0.17	1.09	2.25	0.05	0.67	0.39	7.36
B7	0.09	0.6	1.17	0.04	0.74	0.4	3.8
B8	0.14	1.45	2.09	0.08	0.92	0.55	7.57
B9	0.1	0.92	2.17	0.06	0.67	0.35	3.12
Moy	0.12	1.39	2.34	0.05	0.79	0.43	7.83
Max	0.19	3.32	4	0.08	1.28	0.83	17.15
Min	0.09	0.6	1.17	0.03	0.59	0.29	2.28

B=station; Moy=mean; Max=maximum; Min=minimum

INDEX OF GEO-ACCUMULATION (Igeo)

The geo-accumulation indices for TME in the sediments of M'Badon Bay are recorded in Table IX. For manganese, there is an absence of pollution at all stations. Indeed, the Igeo varies between -1.66 and -0.39, with an average of -1.27. For zinc, the Igeo is between -0.83 and 0, with an average value of -0.36. Except for station B1 where there is moderate pollution, all other stations are without pollution. As far as copper is concerned, only station B7 is free of pollution. The other stations are moderately polluted, with Igeo values varying between -0.55 and 0.10. For lead, nickel, chromium and iron, there is an absence of pollution at all stations, which is indicated by Igeo between -2.04 and -1.62, -0.74 and -0.42, -1 and -0.1 and between -0.61 and -0.34 respectively. As for molybdenum, with the exception of station B7, which has no pollution, all the other stations have moderate pollution, with Igeo values ranging from -0.04 to 0.70.

Table 9. Values of the geo-accumulation index of metallic trace elements at different stations in M'Badon Bay

	Mn	Zn	Cu	Pb	Ni	Cr	Fe	Mo
B1	-1.24	0	0.07	-1.8	-0.42	-0.61	-0.53	0.4
B2	-1.38	-0.37	0	-1.86	-0.64	-0.1	-0.49	0.7
B3	-1.43	-0.52	0	-1.92	-0.68	-0.95	-0.45	0.6
B4	-0.39	-0.15	0.1	-1.7	-0.42	-0.77	-0.36	0.5
B5	-1.36	-0.22	0	-1.91	-0.53	-0.89	-0.34	0.01
B6	-1.21	-0.39	0	-1.72	-0.59	-0.82	-0.42	0.4
B7	-1.66	-0.83	-0.55	-2.04	-0.74	-1	-0.61	-0.04
B8	-1.36	-0.35	0	-1.63	-0.55	-0.78	-0.52	0.36
B9	-1.39	-0.41	0	-1.62	-0.55	-0.83	-0.38	0.11
Moy	-1.27	-0.36	-0.04	-1.80	-0.57	-0.75	-0.46	0.34
Max	-0.39	0	0.1	-1.62	-0.42	-0.1	-0.34	0.7
Min	-1.66	-0.83	-0.55	-2.04	-0.74	-1	-0.61	-0.04

B=station; Moy=mean; Max=maximum; Min=minimum

4 DISCUSSION

The leachates from the Akouédo landfill are highly mineralized, with an electrical conductivity of 8544 μScm^{-1} . They present a high pollution load in biodegradable organic matter and inorganic salts and oxidizable organic compounds. The average values of COD (1306.25 $\text{mg O}_2\text{L}^{-1}$) and BOD₅ (575.58 $\text{mg O}_2\text{L}^{-1}$) are well above Ivorian standards. The COD and BOD₅ of these leachates are in the same orders of magnitude as those reported by other autor [20] on the Akouédo landfill, which are respectively 1837.33 $\text{mg O}_2\text{L}^{-1}$ and 853.44 $\text{mg O}_2\text{L}^{-1}$. On the other hand, they are significantly lower than the COD (85511 $\text{mg O}_2\text{L}^{-1}$) and BOD₅

(66330.44 mg O₂L⁻¹) values obtained at the Oujda landfill in Morocco [21]. This difference could be related to the age, nature and quantity of the waste as well as the different climatic factors such as rainfall, air humidity and temperature. Indeed, according to [22], these different factors are at the base of the variability of the pollutant loads [22]. According to [23], the BOD₅/COD ratio is between 0.1 and 0.5 for intermediate leachates. With a BOD₅/COD ratio of 0.47, the leachate from the Akouédo landfill is therefore an intermediate leachate. This means that the organic molecules contained in these leachates have not yet reached the final stage of their degradation. At this stage, they are characterized by an unstable phase of methane fermentation, which favors the phenomenon of anaerobiosis and the maintenance of the landfill in an active degradation phase [24]. Leachate from the Akouédo landfill flows into the waters of M'Badon Bay, which it contributes to pollute. The temperatures recorded in these waters range from 25.1 to 32.4°C, with an average of 28.95°C above the guide value of 22°C [19] for surface fresh waters used for the production of water for human consumption. They are acceptable because they are consistent with those of the climate in the Abidjan region. The average of 28.95°C is close to those obtained by [25] for other bays of the Ebriée Lagoon. These are the bays of Banco (29.72 °C), Cocody (28.97 °C), Marcory (29.11 °C), Milliardaires (29.13 °C) and Biétri (29.74 °C). TSS concentrations ranged from 1.15 to 138.14 mgL⁻¹, with an average of 65.13 mgL⁻¹ guide value of 25 mgL⁻¹ [19]. Most chemical pollutants are adsorbed onto TSS which is a pollution factor [26], [27]. This adsorption of chemical pollutants on TSS drained in lagoon environment, limits the penetration of light into the water and results in a decrease in photosynthesis of phytoplankton underwater, with the consequent reduction of dissolved oxygen in the aquatic environment [2]. The average electrical conductivity of 890 µScm⁻¹ is lower than the guide value of 1100 µScm⁻¹ [19]. However, it indicates significant mineralization of the waters. The mean values of COD (160.70 mgO₂L⁻¹), BOD₅ (64.04 mgO₂L⁻¹) and NH₄⁺ (0.22 mgL⁻¹) are higher than the French guide values. COD and BOD₅ are in the same orders of magnitude as those obtained on the Baie des Milliardaires [25] which are 175.50 mgO₂L⁻¹ and 51.7 mgO₂L⁻¹ respectively. However, they remain lower than those obtained by these authors in the bays of Banco (286.3 mg O₂L⁻¹ and 111.7 mg O₂L⁻¹), Cocody (273.7 mg O₂L⁻¹ and 112 mg O₂L⁻¹), Marcory (309.7 mgO₂L⁻¹ and 101.4 mgO₂L⁻¹) and Biétri (381.8 mg O₂L⁻¹ and 125.6 mgO₂L⁻¹). These bays are subject to direct discharges, which are greater than those from M'badon Bay. These discharges would come from industrial, agricultural, port, domestic and artisanal activities [28]. The Principal Component Analysis (PCA) shows that the mineralization of the waters of M'Badon Bay has a natural and an anthropogenic origin. Indeed, the bay is under the influence of rainfall that falls directly on the water body, leaching water from the rocks of the watershed, decomposition of organic matter, hydrolysis of minerals from the underlying sediments and leachate inputs from the Akouédo landfill. According to [29] and [30], hydrolysis of minerals from underlying sediments is a source of ions for surface waters even though its contribution seems relatively small. This is because of the relatively short residence time of water in the bedrock. On the other hand, leachates from the Akouédo landfill are a considerable source of organic and mineral elements and nutrients as evidenced by the average values of NO₃⁻ (92.92 mgL⁻¹), PO₄³⁺ (128.74 mgL⁻¹) and NH₄⁺ (388.40 mgL⁻¹) in these leachates. According to [30], various domestic and industrial wastes are generally rich in monovalent and divalent ions that contribute to elevated water conductivity. M'Badon Bay is also polluted by untreated industrial effluents that are discharged into it. Indeed, industrial effluents are mainly composed of pollutants in solid or dissolved state, minerals, metals, hydrocarbons, solvents and organic matter, at various levels of toxicity [2]. Riparian populations also contribute to the pollution of the bay, with open defecation on the shoreline, illegal dumping of household garbage around the bay, agricultural runoff, and uncontrolled discharge of domestic wastewater.

In the surficial sediments of M'Badon Bay, average concentrations of Mn, Zn, Cu, Fe, Pb, Ni and Cr are lower than those recommended for unpolluted sediments by [15] and [14]. However, zinc at stations B1, B4 and B5 and copper at stations B1 and B4 have concentrations above the recommended values. This could be explained by the fact that these stations are located in the area where Akouédo leachate enters the bay. As for Mo, it has concentrations higher than that recommended by [16] at all stations.

The study of enrichment factors for Zn, Cu, Mn, Pb, Ni and Cr reveals no or minimal enrichment at some stations and moderate enrichment at others. The moderate enrichment of Zn at station B1, of Cu at stations B1, B2, B3, B4, B6, B8 and B9 and of Mo at stations B5, B7 and B9 as well as the significant enrichment of the latter at stations B1, B2, B3, B4, B6 and B8, reflect the direct influences of anthropogenic inputs. These inputs are conveyed by leachates from the Akouédo landfill [32] and the network of domestic wastewater, stormwater and industrial effluents that discharge into the bay. Regarding the geo-accumulation index, it indicates that station B1 is moderately polluted by Zn. It also shows that stations B1, B2, B3, B4, B5, B6, B8 and B9 are moderately polluted by Cu and Mo. According to [33], the TME pollution load of the sediments comes from different discharges from agricultural, domestic and artisanal activities.

5 CONCLUSION

In this study, the quality of water and sediment in M'Badon Bay was assessed. The methodology used showed that the waters of the bay are polluted by organic and mineral oxidizable matter. It highlighted the pollution of surface sediments by Zn, Cu and Mo. All of these organic and chemical pollutants come from anthropogenic activities. The State should take

measures to ensure that domestic wastewater, landfill leachate, and industrial effluents undergo adequate treatment before discharge into the aquatic environment to avoid environmental problems.

ACKNOWLEDGEMENTS

We express our gratitude to the direction of orientation and scholarships of the Ministry of Higher Education and Scientific Research as well as to the steering committee of PASRES of the Swiss Center for Scientific Research (CSRS) for their financial support.

Our thanks also go to the Laboratory of the Ivorian Anti-pollution Center (CIAPOL) for its technical support

REFERENCES

- [1] Issola Y., Kouassi A. M., Dongui B. K., Adingra A. A. et Biemi J. (2009). Concentration en métaux lourds des sédiments d'une lagune côtière tropicale: lagune de Fresco (Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, 18, pp.1009-1018.
- [2] Dongo K. R., Niamke B. F., Adje A. F., Britton B. G. H., Nama L. A., Anoh K. P., Adima A. A. et Atta K. (2013). Impacts des effluents liquides industriels sur l'environnement urbain d'Abidjan - Côte D'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, Vol 7, N°1, pp. 404-420.
- [3] Kinimo K. C., Yao K. M., Marcotte S., Kouassi N. L. B., Trokourey A. (2018). Distribution trends and ecological risks of arsenic and trace metals in wetland sediments around gold mining activities in central-southern and southeastern Côte d'Ivoire. *Journal of Geochemical Exploration*, Vol. 190, pp. 265-280.
- [4] Ouattara A. A., Sangare N., N'goran K. P. D. A., Yao K. M., Albert Trokourey A. et Diaco T. (2021). Evaluation de la contamination des éléments traces métalliques dans les sédiments de la rivière N'zi, Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, Vol 15, N°5, pp. 2199-2208.
- [5] Togbe A. M. O., Kouame K. V, Yao K. M., Ouattara A. A., Tidou A. S., Atsé B. C. (2019). Évaluation de la contamination des eaux de la lagune Ebrié (Zones IV et V), Côte d'Ivoire en arsenic, plomb et cadmium: variations spatio-temporelles et risques sanitaires. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, Vol. 13, N°2, pp. 1162-1179.
- [6] Cisse D., Ndiaye B., Ndiaye M., Diagne I., Dione C. T., Hane M. & Diop A. (2021). Assessment of Contamination Marine Sediments From Dakar Coast (Senegal) By Chlorine And Metallic Elements (Cu, Zn and Cr). *European Journal of Applied Sciences*, Vol.9, N°2, pp. 107-114.
- [7] Wei X., Han L., Gao B., Zhou H., Lu J., Wan X. (2016). Distribution, bioavailability, and potential risk assessment of the metals in tributary sediments of Three Gorges Reservoir: The impact of water impoundment. *Ecol. Indic.*, Vol. 61, part 2, pp. 667-675.
- [8] Ouattara A. A., Yao K. M., Soro M. P., Diaco T., Trokourey A. (2018). Arsenic and Trace Metals in Three West African rivers: Concentrations, Partitioning, and Distribution in Particle-Size Fractions. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, Vol. 75, N°3, pp. 449-463.
- [9] Traoré A. (2016). Impacts des changements climatiques et du changement de l'occupation et de l'utilisation du sol sur les ressources en eau de l'environnement lagunaire d'Aghien et de Potou (Sud-est de la Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat Unique, Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody, Abidjan-Côte d'Ivoire, 220 p.
- [10] Delor C., Diaby I., Simeon Y., Adou M., Zamble B. Z., Tastet J-P., Yao B., Konan G., Chiron J-C. et Dommanget A. (1992). Carte géologique de la Côte d'Ivoire à 1/200 000, 1ère Edition, Feuille GRAND-BASSAM, Direction de la Géologie, Abidjan, Côte d'Ivoire.
- [11] Association Française de Normalisation (AFNOR) (1994). Qualité de l'eau. Recueil de normes françaises, Environnement. Première édition, Paris, France, 862 p.
- [12] Rodier J. (2009). L'Analyse de l'eau 9ème édition, Dunod, Paris, France, 1579 p.
- [13] Tessier A., Campbell P.G.C. and Bisson M. (1979). Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals. *Analytical Chemistry*, Vol.51, N°7, pp. 844-851.
- [14] Kikouama O. J. R., Konan K. L., Katty A., Bonnet J. P., Balde L. and Yagoubi N. (2009). Physicochemical characterization of edible clays and release of trace elements. *Appl. Clay Sci.*, Vol.43, N°1, pp. 135-141.
- [15] Calamari D. et Naeve H. (1994). Revue de la pollution dans l'environnement aquatique africain. Document Technique du CPCA, No25. Rome, FAO, 129 p.
- [16] Wedepohl K.H. (1995). The composition of continental crust. *Goechimica and Cosmochimica Acta*, Vol.59, N°7, pp. 1217-1232.
- [17] Sutherland R. A. (2000). Bed sediment associated trace metals in an urban stream, Oahu, Hawaii. *Environmental Geology*, Vol.39, pp. 611-637.
- [18] Müller, G. (1969). Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River. *Geojournal*, Vol.2, pp. 109-118.

- [19] Journal Officiel De La République Française (2007). Limites et références de qualité des eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux conditionnées. Ministère de la Santé et des Solidarités. Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique, 9 p.
- [20] Kouame K. I. (2007): Pollution physico-chimique des eaux dans la zone de la décharge d'Akouedo et analyse du risque de contamination de la nappe d'Abidjan par un modèle de simulation des écoulements et du transport des polluants. Thèse de Doctorat, Université d'Abobo Adjamé, Côte d'Ivoire, 212 p.
- [21] Saadi S., Sbaa M. et El Kharmouz M. (2013): Caractérisation physico-chimique de lixiviats du centre d'enfouissement technique de la ville d'Oujda (Maroc oriental). Science Lib Editions Mersenne, vol. 5, n° 130517, pp. 1-12.
- [22] Christensen T. H., Kjeldsen P., Bjerg P. L., Jensen D.L., Christensen J. B., Baun A., Albrechten H-J. et Heron G. (2001). Biogeochemistry of landfill leachate plumes. *Applied Geochemistry*, vol. 16, N° 7-8, pp. 659-718.
- [23] Amokrane A., Comel C. and Veron J. (1997): Landfill leachate pretreatment by coagulation-flocculation. *Water Research*, vol 31, n°11, pp. 2775-2782.
- [24] Ahel M., Mikac N., Cosovic B., Prohic E. et Soukup V. (1998): The impact of contaminant from a municipal solid waste landfill (Zagreb, Croatie) on underlying soil, *Water Science and Technology*, vol 37, n°8, pp. 203-210.
- [25] Yao K. M., Soro M. B., Trokourey A. and Bokra Y. (2009). Assessment of Sediments Contamination by Heavy Metals in a Tropical Lagoon Urban Area (Ebrié Lagoon, Côte d'Ivoire). *European Journal of Scientific Research*, ISSN 1450-216X, Vol.34, No.2, pp. 280 -289.
- [26] Marchand M. et Martin J.L. (1985): Détermination de la pollution chimique (hydrocarbures, organochlorés, métaux) dans la lagune d'Abidjan (Côte d'Ivoire) par l'étude des sédiments. *Océanogr. Trop.*, Vol. 20, N°1, pp. 26- 39.
- [27] Affian K, Kadio B, Djagoua E. V, Digbehi Z. B, Monde S, Wognin A. V, Adonis K. D. et Mobio A. (2008): Flux de la matière en suspension du fleuve Comoé de la zone littorale ivoirienne. *Revue CAMES*, serie A, vol 6, pp. 88-93.
- [28] Soro G., Metongo B. S., Soro N., Ahoussi E K, Kouamé F. K., Zadé S. G. P. et Soro T. (2009): Métaux lourds (Cu, Cr, Mn et Zn) dans les sédiments de surface d'une lagune tropicale africaine: cas de la lagune Ebrie (Côte d'Ivoire). *International Journal of Biological Chemical Science* vol 3, n°6, pp. 1408-1427.
- [29] Yidana S. M. (2008). The hydrochemical framework of surface water basins in southern Ghana. *Journal of Environmental Hydrology*, vol.16, p.1-11.
- [30] Traoré A., Soro G., Keumeane K. N., Aka N., Ahoussi K. E., Soro N. et Biémi J. (2017). Etude de la qualité physique et chimique des eaux d'une lagune tropicale anthropisée: cas de la lagune Aghien (Sud-Est de la Côte d'Ivoire). *EWASH & TI Journal*, 1 (2), 13-24.
- [31] Ben Bouih H, Nassali H, Leblans M. et Srhiri A. (2005): Contamination en métaux traces des sédiments du lac Fouarat (Maroc). *Afrique Science*, vol 1, n°1, pp 109-125.
- [32] Sangaré N., Yao K. M., Kwa-Koffi E. K., Kouassi N. L. B., Soro M. B. et Kouassi A. M. (2016). Évaluation de la qualité des ressources en eau près de la décharge urbaine non contrôlée d'Akouédo par le calcul des risques cancérogènes et des indices de pollution, Côte d'Ivoire. *Afrique SCIENCE*, Vol. 12, N°5, pp. 279-290.
- [33] Keumeane, K.N., Bamba, S.B., Soro, G., Soro, N., Metongo, B.S. & Biemi, J. (2013). Concentration en métaux lourds des sédiments de l'estuaire du fleuve Comoé à GrandBassam (Sud-Est de la Côte d'Ivoire). *J. Appl. Biosci.*, Vol. 61, pp 4530 – 4539.

Traitement à domicile, un défi à relever chez les enfants de 0 à 59 mois avec paludisme: Cas du Centre Hospitalier de Lwiro (Bukavu, Est RD Congo)

[Home treatment, a challenge for children aged 0-59 months with malaria: Case of the Hospital Centre of Lwiro (Bukavu, Est Congo)]

Nkonzi Karazo Pacifique¹, Ciribagula Nkulwe¹, Mirindi Kulondwa¹, Luna Ngama¹, Kasole Bujiriri¹, Baganda Ntahuma¹, Mbiye Badibanga¹, Vema Mihigo¹, Zihindula Rukengwa¹, Alexis Galibwa¹, Zambali Masirika¹, Famille Bisengi¹, Murhabazi Bashombwa², and Kavira Malengera¹⁻³

¹Département de Nutrition, Centre de Recherche en Sciences Naturelles CRSN, Lwiro, Bukavu, RD Congo

²Université de Dschang, Faculté de Médecine et des sciences pharmaceutique, Cameroon

³Université Evangélique en Afrique, Département de santé Publique, Bukavu, RD Congo

Copyright © 2022 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: Today, home care is an essential response in the city, where the biomedical offer is strong and in the countryside. In order to contribute to the improvement of survival of children aged 0-59 months in the Lwiro region, we conducted a descriptive cross-sectional study from January 1 to December 31, 2020, on 198 cases of children aged 0-59 months with a diagnosis of malaria at admission. The explanatory variables were sex, age, reasons for consultation, nature and characteristics of the treatment at home, general condition of the patient, decision of the management. We used Epi Info software version 7.2.0.1 for data processing and analysis. The chi-square test with a significance level of 5% was performed to study the relationship between the independent and dependent variables. The age group of 12 to 23 months (32,3%) of cases was the most affected by malaria. The sex ratio was 1. The majority of cases were treated at home (91%). The first recourse of parents before the consultation was the use of herbs, paracetamol, throat scraping and the use of the eyeglass. Home treatment remains an underlying cause of all cases of complications attributed to malaria in our surveys. It constitutes a real obstacle for the early management of malaria and its complications.

KEYWORDS: Treatment, home, malaria, children, hospital and Lwiro.

RESUME: Les soins à domicile constituent aujourd'hui une réponse primordiale aussi bien en ville, là où l'offre biomédicale est très forte, qu'à la campagne. Afin de contribuer à l'amélioration de la survie des enfants (0 à 59 mois) dans la région de Lwiro; nous avons mené une étude descriptive transversale du 1^{er} Janvier au 31 Décembre 2019, sur 198 cas d'enfants âgés de 0 à 59 mois chez qui un diagnostic de paludisme était posé à l'admission. Les variables explicatives sont le sexe, l'âge, motifs de consultation, nature et caractéristique du traitement à domicile, état général du malade, décision de la prise en charge. Nous avons utilisé le logiciel Epi info version 7.2.0.1. pour le traitement et l'analyse des données. Le test de Khi carré avec un seuil de signification de 5 %, a été effectué pour étudier la liaison entre les variables indépendantes et les variables dépendantes. La tranche d'âge de 12 à 23 mois soit 32,3% des cas, était la plus touchée par le paludisme. Le sexe ratio est de 1. La majorité des enquêtés a suivi un traitement à domicile (soit 91,9%). Les premiers recours des parents avant la consultation, sont l'usage des Plantes, du Paracétamol, du raclage de la gorge et la section de la langue. Le traitement à domicile reste une cause sous-jacente à tous les cas des complications attribuées au paludisme chez nos enquêtés. Il constitue un réel frein pour la prise en charge précoce du paludisme et ses éventuelles complications.

MOTS-CLEFS: Traitement, domicile, paludisme, enfants.

1 INTRODUCTION

De nos jours, les soins à domicile non prescrits sont, en importance, la première pratique thérapeutique usuelle. Cette réponse est aujourd'hui primordiale aussi bien en ville, là où l'offre biomédicale est très forte, qu'à la campagne [1]. Selon Demba Anta Dione, la majeure partie des enfants décédés du paludisme à Niakhar n'ont pas été en consultation dans un dispensaire et ont été traités soit à domicile ou chez le guérisseur [2].

Depuis le début des années 1990, le monde a apporté une nouvelle réponse en matière de lutte antipaludique qui a contribué à prévenir 1,5 milliard de cas et 7,6 millions de décès durant les deux dernières décennies [3].

Un investissement accru dans la recherche et l'innovation a conduit au développement de nouveaux outils, qui restent les principales interventions aujourd'hui, notamment les moustiquaires imprégnées d'insecticide (MII), les tests de diagnostic rapide (TDR) et les thérapies combinées à base d'artémisinine (CTA). C'est ainsi que de 2000 à 2019, plus de 2,2 milliards de MII, 2,7 milliards de TDR et 3,1 milliards d'ACT ont été livrés aux pays endémiques, pour diminuer la prévalence du paludisme [3]. Selon le rapport d'experts OMS, la République Démocratique du Congo (RDC) est citée parmi les pays endémiques d'Afrique qui bénéficient de tous les programmes de lutte contre la maladie à travers son Programme Nationale de Lutte contre le Paludisme (PNLP/RD-Congo) [3] et [23].

Dans notre exercice de l'art de guérir, malgré la disponibilité des fonds et l'existence de tous ces moyens de lutte, le paludisme continue à remplir les hôpitaux et à tuer les enfants de moins de 5 ans. Au Centre hospitalier de Lwiro, des décès d'enfants se comptent quotidiennement et d'autres arrivent en consultation dans des tableaux d'ambiguïtés cliniques nécessitant des soins intensifs soutenus.

Selon le rapport du Système National d'Information Sanitaire (SNIS) du Centre hospitalier de Lwiro, plus particulièrement dans le service de pédiatrie, le paludisme était responsable de 78,6% de consultations de moins de 5 ans et 23,5% des cas de décès [24].

Il s'observe que devant tout état morbide chez les enfants (fièvre, vomissement, asthénie, ...) et selon un autodiagnostic, les parents font recours aux produits pharmaceutiques (automédication) et certaines pratiques jugées indigènes avant de consulter un médecin et / ou un infirmier. Ces genres de recours (auto-traitement) constituent un frein dans la prise en charge précoce du paludisme et ses complications particulièrement chez les enfants de moins de 5 ans.

Certaines études réalisées dès 1986 par des chercheurs au Département de nutrition du Centre de Recherche en Sciences naturelles de Lwiro (CRSN) dans la région de Lwiro ont permis d'identifier les principaux facteurs de risque de mortalité pédiatrique [6]; d'établir la relation entre la malnutrition et le paludisme [4]; les risques de faible poids de naissance [5] etc.

Cependant, des études sur le traitement que reçoivent les enfants à domicile devant tout état morbide avant de consulter une structure sanitaire restent mal connues à travers la Zone de Santé de Miti Murhesa, tel est le cas du Centre Hospitalier de Lwiro.

En vue de contribuer à l'amélioration de la survie des enfants de 0 à 59 mois dans la région de Lwiro, ce travail vise à fournir aux pouvoirs publics des renseignements nécessaires sur différentes attitudes thérapeutiques faites à domicile aux enfants par leurs parents avant leur consultation.

2 PATIENTS ET MÉTHODES

Nous avons mené une étude descriptive transversale sur les cas d'enfants âgés de 0 à 59 mois souffrant du paludisme venus en consultation au Centre Hospitalier de Lwiro, jadis appelé « Hôpital Pédiatrique de Lwiro ». Cet hôpital est d'une capacité de 100 lits et fonctionne dans la zone de santé de Miti-Murhesa, une Zone de santé rurale située à l'Est de la RDC dans la province du Sud-Kivu sur le bord du lac Kivu à une altitude moyenne de 1760 mètres au Nord de la ville de Bukavu.

En 2019, du 1^{er} Janvier au 31 Décembre, 488 enfants étaient reçus en consultation dans le service de pédiatrie du Centre Hospitalier de Lwiro. Nous servant de leur date de naissance, 252 enfants avaient l'âge qui variait entre 0 et 59 mois. Étaient retenus dans l'étude, les enfants de 0 à 59 mois chez qui un diagnostic de paludisme était posé à l'admission. Ainsi, la cible de nos patients étant de 0 à 59 mois, 198 patients soit 78,6% de cas étaient retenus pour notre étude.

Les variables explicatives utilisées sont entre autres: le sexe, l'âge, motifs de consultation (plaintes à l'admissions), nature et caractéristique du traitement à domicile avant la consultation (moderne et traditionnelle), état général du malade à l'admission, décision de la prise en charge après consultation. Les variables indépendantes les enfants de 0 à 59 mois souffrant du paludisme.

Les malades étaient examinés chaque fois à leur admission par le médecin de permanence ou de garde, les enfants étant des consommateurs passifs des médicaments, pour avoir les données sur différents traitements reçus à domicile avant leur consultation, un questionnaire d'enquête était administré pour la collecte des données auprès des parents. Autres données relatives à l'admission étaient récoltées en routine sur dossiers des malades dans le service de pédiatrie.

La recherche de la parasitémie paludéenne était qualitative sans détermination de la densité parasitaire. Elle a été systématiquement réalisée par un examen de la goutte épaisse après une coloration au Giemsa suivant la technique standard définie par l'OMS [22]. Le dosage de l'hémoglobine (Hb), la numération de la formule sanguine (NFS), l'examen direct des selles (EDS) et examen microscopique des urines (EMU), ont systématiquement été demandés chez tous nos enfants.

Un traitement à domicile était considéré comme, moderne, lorsqu'il s'agissait d'un traitement aux produits pharmaceutiques avec autorisation de mise en marché (AMM) et traditionnel, toute thérapie jugé aborigène par les cliniciens [20].

Nos données ainsi recueillies et saisi avec Excel version 7.2.0.1. 2010; le logiciel Epi info 2000 nous a servi pour le traitement et l'analyse des données. L'analyse statistique descriptive uni variée utilisant le test de Khi carré avec un seuil de signification de 5 % ($p < 0,05$) a été effectuée pour étudier la liaison entre les variables indépendantes et les variables dépendantes.

3 RÉSULTATS

3.1 CARACTÉRISTIQUES SOCIODÉMOGRAPHIQUES ET ATTITUDES THÉRAPEUTIQUES OBSERVÉES CHEZ NOS ENQUÊTÉS AVANT LEUR CONSULTATION.

Tableau 1. Répartition des enquêtés selon l'âge, le sexe et la notion du traitement à domicile

Variables	Effectif	Pourcentage
	N= 198	100,0
Age (en mois)		
0 à 11	46	23,2
12 à 23	64	32,3
24 à 35	40	20,2
36 à 47	34	17,2
48 à 59	14	7,1
Sexe		
Masculin	99	50,0
Féminin	99	50,0
Traitement à domicile		
Oui	182	91,9
Non	16	8,1

Il ressort de ce tableau que la tranche d'âge de 12 à 23 mois soit 32,3% des cas, était la plus touchée par le paludisme alors que celle de 48 mois et plus était la moins touchée. Les deux sexes étaient équitablement touchés, le sexe ratio est de 1. La majorité des enquêtés a suivi un traitement à domicile avant leur consultation (soit 91,9%).

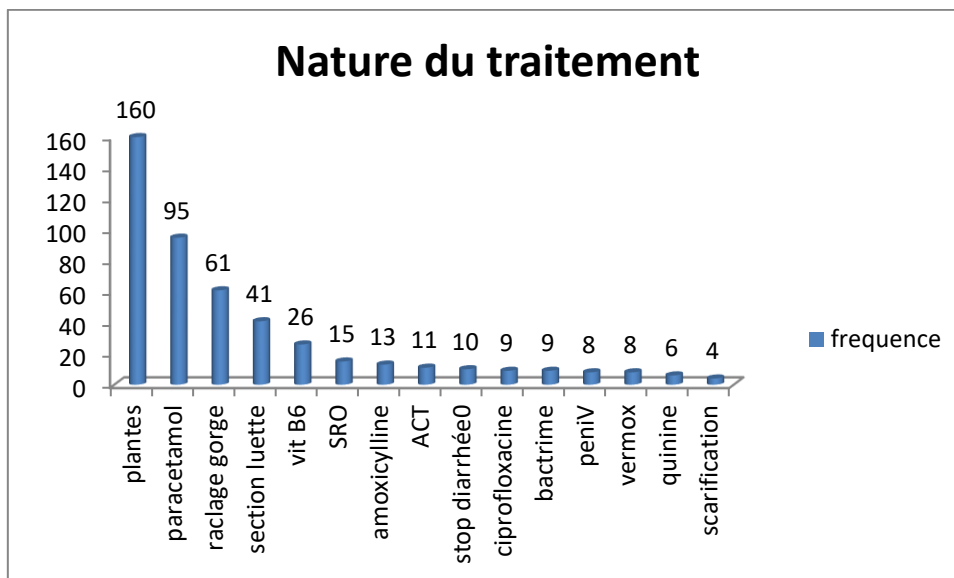


Fig. 1. Médicaments et pratiques administrés chez nos enquêtés

Il ressort de cette figure que les premiers recours des parents avant la consultation, sont l'usage des Plantes, du Paracétamol, du raclage de la gorge et la section de la luette et que rare, était le recours aux antipaludéens comme les Combinaisons Thérapeutiques à base d'Artemisine (ACT) et la quinine.

3.2 CARACTÉRISTIQUES CLINIQUES DES ENQUÊTÉS À L'ADMISSION.

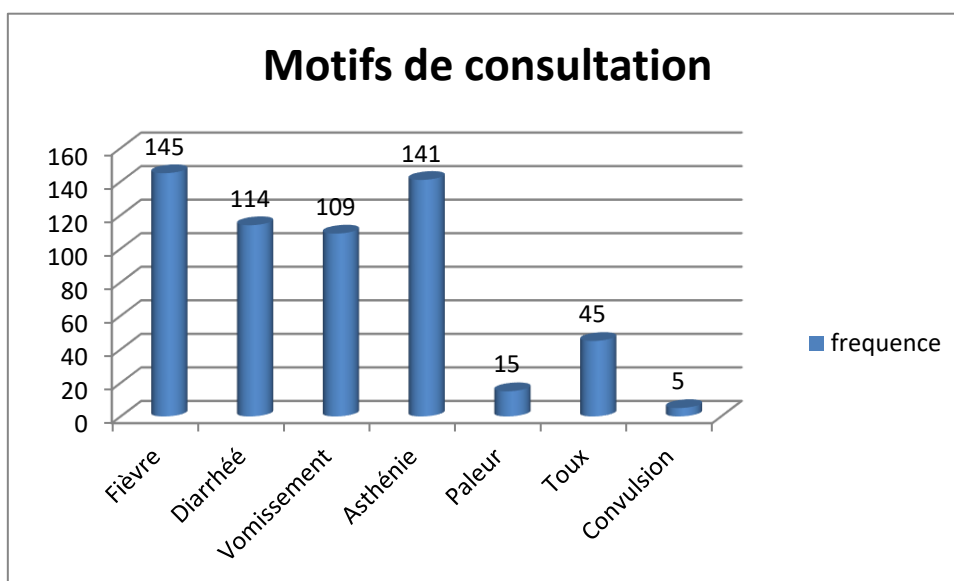


Fig. 2. Motifs de consultations

Il ressort de cette figure que la fièvre, l'asthénie physique, la diarrhée et le vomissement constituées les principaux motifs de consultation alors que la convulsion était le rare motif.

Tableau 2. *Eléments de l'altération de l'état général des enfants à l'admission*

Variables	Effectif	Pourcentage
	N=198	100,0
Fièvre	145	73,2
Asthénie	141	71,2
Convulsion	6	3,0
Malnutrition	95	47,9

Il ressort de ce tableau que l'état général de la plupart des enfants était altéré par la fièvre, l'asthénie physique et la malnutrition.

Tableau 3. *Complications et autres pathologies associées au paludisme*

Variables	Fréquence	Pourcentage
	N=198	100,0
Complications		
-GEAF/GEANF	141	71,2
-Anémie	12	6
-Hypoglycémie	26	13
-SCAF/SCANF	6	3
Autres Pathologies		
-Sepsis	51	25,7
-Malnutrition	95	47,9
-Candidose digestive	18	9
-Amibiase	12	6
-Infection respiratoire	9	4,5
-Verminose	28	14

Il ressort de ce tableau que les complications du paludisme sont plus digestives soient (72,7%) et la malnutrition et le sepsis sont les pathologies les plus associées au paludisme soient 47,9% et 25,7% de cas.

3.3 DÉCISION THÉRAPEUTIQUE APRÈS CONSULTATION

Tableau 4. *Modalité de la prise en charge et antipaludéens utilisés*

Variables	Effectif	Pourcentage
	N=198	100,0
Modalité de la prise en charge		
Ambulatoire	50	25,5
Hospitalisation	148	74,5
Antipaludéens utilisés		
Quinine	59	29,8
AT	89	44,9
ACT	50	25,2

Il ressort de tableau que la majorité des cas étaient suivi en hospitalisation soit (74,5%) et que l'antipaludéen le plus utilisé était l'artesunate injectable (AT).

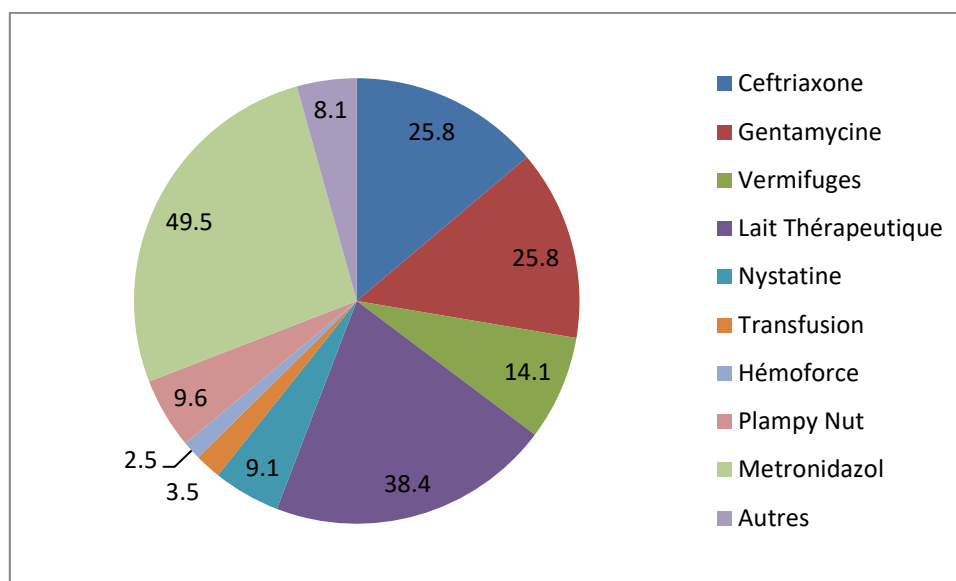


Fig. 3. Autres Médicaments utilisés dans la prise en charge des malades

Il ressort de cette figure que plusieurs autres médicaments étaient utilisés soit pour traiter les complications et ou les pathologies associées au paludisme.

Tableau 5. Analyse des résultats selon la notion du traitement à domicile avec les complications, pathologie les plus associées au paludisme et la décision de la prise en charge

Variables	Effectif N=198	Traitement à domicile		X ²	p	Decision
		Oui	Non			
		91.9% (182)	8.1 (16)			
Complications digestives						
Présentes	135	96.3% (130)	3.7% (5)	9.1702	0.002	Significatif
Absentes	63	82.5% (52)	17.5% (11)			
Malnutrition						
présente	99	99% (98)	1% (1)	11.4911	0.0007	Significatif
absente	99	84.8% (84)	15.2% (15)			
Sepsis						
Présent	99	98% (97)	2% (2)	8.2273	0.004	Significatif
Absent	99	85.9% (85)	14.1% (14)			
Décision de la prise en charge						
Hospitalisation	148	98% (145)	2% (3)	25.7793	0.0000004	Significatif
Ambulatoire	50	74% (37)	26% (13)			

Il ressort de ce tableau que les enfants qui ont eu des complications digestives, 96.6% ont suivi le traitement à domicile et 3.7% ne l'ont pas suivi. Il existe un lien statistiquement significatif entre le traitement à domicile et la survenue des complications digestives (P=0.002).

Parmi les enfants qui ont présenté la malnutrition, 99% ont suivi le traitement à domicile et 1% ne l'ont pas suivi. Il existe un lien statistiquement significatif entre le traitement à domicile et la survenue de la malnutrition (P=0.0007).

Parmi les enfants qui ont développé le sepsis, 98% ont suivi le traitement à domicile et 2% ne l'ont pas suivi. Il existe un lien statistiquement significatif entre le traitement à domicile et la survenue de sepsis (P=0.004).

Parmi les enfants dont la décision de la prise en charge était en hospitalisation, 98% ont suivi le traitement à domicile et 2% ne l'ont pas suivi. Il existe un lien statistiquement significatif entre le traitement à domicile et la prise en charge en hospitalisation (P=0.0000004).

4 DISCUSSION

Le pourcentage des enfants qui ont suivi un traitement à domicile avant de consulter est de 91,9% (tableau n°1). Ce pourcentage est supérieur à celui trouvé au Maroc par YEZROUR lors d'une enquête similaire à la nôtre, trouve un pourcentage de 83,29% de prise en charge à domicile [15] et au Cameroun, le pourcentage trouvé par ANGUAUD est de 87,5% [16]. Aussi le pourcentage trouvé à Lwiro est proche de celui trouvé à Lomé (togo) par D'ALMEIDA Ayi qui était de 93% [7]. Au Sénégal, le traitement à domicile, soins effectués à la maison sans prescription médicale, est une démarche thérapeutique fréquente et constitue la première réponse aux cas d'accès palustres infantiles, généralement exclusive [20]. Ceux-ci ne s'écartent pas de nos résultats atteints à Lwiro.

Partant de la nature du traitement administré aux enfants avant leur consultation, pour la thérapie moderne, le paracétamol est le médicament qui était plus utilisé soit chez 48%, alors que les antipaludéens étaient les moins utilisés tels que les Combinaisons Thérapeutiques à base d'Artémisinine (CTA) et la quinine soit respectivement 5,5% et 3% des cas. Aurélien Franquel, lui aussi a trouvé lors d'une étude sur l'automédication chez les enfants avec fièvre palustre à Niakar au Sénégal, que les antipyrétiques tel que le paracétamol, visant à baisser la douleur, représente près de deux tiers des médicaments administrés: ils sont trois fois plus consommés que la chloroquine, seul médicament antipaludique ingéré, qui représentait moins de 20 % des médicaments consommés [20]. Mais, aussi nos résultats ici sont très loin de ceux d'Augustin Mulangu Mutombo à Lubumbashi qui constate que concernant la prise en charge médicamenteuse des enfants avec paludisme à domicile, la majorité utilisait les antipaludéens 83,5% et c'est la quinine qui était la molécule la plus consommée dans 79% suivi des CTA dans 8% des cas et la chloroquine dans 5% des cas [21]. Pour la thérapie traditionnelle, les plantes étaient utilisées à 80,8%, le raclage de la gorge à 30,8% et section de la luette à 20,7% des cas. Nos résultats ici sur la nature du traitement à domicile, rejoignent les auteurs McCombie et D'ALMEIDA, qui disent que le recours aux soins traditionnels et modernes constituent la première, la principale et souvent la seule démarche thérapeutique des parents en cas de fièvre palustre chez l'enfant [14 et], [7].

Les principaux motifs pour lesquels les parents ont amené les enfants en consultation sont, la fièvre, asthénie, diarrhée, et vomissement (Fig. n°2). Selon Philipps et al., le paludisme se manifeste classiquement par des accès fébriles de type grippal ou typhoïdique: « les symptômes sont variables et peuvent être facilement confondus avec ceux d'autres maladies infectieuses ou non [19]. Ces symptômes principaux peuvent être associés, en particulier chez l'enfant, à des céphalées, des douleurs abdominales, des vomissements ou des diarrhées [20]. Nous pouvons noter aussi que, l'altération constatée de l'état général des enfants (Tableau.n°3), les motifs de consultation et (fig.2), les complications et pathologies associées au paludisme (tableau n°4), seraient plus liées à la nature même de la thérapie suivie à domicile (fig.1) et le recours tardif qu'elle cautionne aux enfants. Cette altération de l'état de général constaté dans notre étude rejoint l'idée de Daouda Gueye, un Médecin du centre de santé de Ranérou au Sénégal qui disait: « On reçoit parfois des malades très fatigués. Ils commencent leur traitement à la maison, avec la médecine traditionnelle et ils font recours à l'hôpital quand la maladie commence à dominer le patient » [18].

Les manipulations faites au niveau de la gorge (raclage, section de la luette,...) constituent des portes d'entrées à plusieurs affections réputées graves telle que le Sepsis pour lequel une relation avec le traitement à domicile est prouvée statistiquement ($P=0,004$, tableau n°5). Mais aussi, l'administration, de certaines substances issues des plantes aux tout-petits enfants avec un tube digestif immature, entrainera des complications digestives opposables à celles dues au paludisme et à la longue si c'est ne pas le décès qui fait suite, c'est la malnutrition qui s'installe. Une relation existe entre le traitement à domicile et les complications digestives d'une part ($p=0,002$, tableau.n°5.) et la malnutrition de l'autre part ($p=0,007$, Tableau n°5).

Pour notre étude, l'antécédent du traitement des enfants à domicile avant leur consultation influençait la décision de la prise en charge en hospitalisation des cas (Tableau n°5). Une relation existe entre le traitement à domicile et la décision de la prise en charge en hospitalisation des cas ($p=0.0000004$).

5 CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Devant tout état morbide et moyennant un autodiagnostic des parents, la majorité des enfants à suis un traitement à domicile avant la consultation (soit 91,9%). La nature du traitement à domicile principalement dans sa composante traditionnelle, constitue un risque majeur de survenu des plusieurs complications digestives et source d'autres affections réputées graves (sepsis et autres) compromettant ainsi le pronostic vital d'enfants pourtant souffrant déjà du paludisme. A la lumière de ceux qui précèdent, nous notons que le traitement à domicile reste une cause sous-jacente à tous les cas des complications attribuées au paludisme chez les enfants de 0 à 59 mois observés en 2019 dans le service de pédiatrie du Centre Hospitalier de Lwiro.

Ainsi, nous confirmons que le traitement à domicile constitue réellement un frein pour la prise en charge précoce du paludisme et ses éventuelles complications.

Les résultats de cette étude devrait permettre d'une part, d'une balise au personnel de santé dans la conduite de traitement devant tout état morbide constaté chez les enfants venus en consultation et de l'autre part, aux autorités politico-administratives et sanitaires d'envisager une mise en place des nouvelles stratégies multisectorielles pour la réussite du programme de lutte contre le paludisme en RDC (PNLP) tel que proposé par l'OMS.

REFERENCES

- [1] Faye S. Modes de représentations du paludisme chez l'enfant et recours aux soins en milieu rural sereer: Niakhar, Fatick, DEA d'Anthropologie, UCAD, Dakar, 82 pages, 2000.
- [2] Dione D. Recours aux soins des enfants dans la zone de Niakhar: Analyse à partir des autopsies verbales. Thèse de médecine, N°27, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, 1999.
- [3] World Health Organization. World – malaria – report-2020.
- [4] Mitangala Ndeba P., Hennart P., D'Alessandro U., Donnen P., Porignon D., Bisimwa Balaluka G., Dramaix Wilmet M. Malnutrition protéino énergétique et morbidité liée paludisme chez les enfants de 0-59 mois. *Med Trop*; 68: 51-57, 2008.
- [5] Malengera Céline et al. 2015. Risk factors of low birth weight in one rural maternity at Lwiro, Eastern DR. Congo. *Greener Journal of Medical Sciences*, ISSN: 2276-7797 ICV: 5.98 Vol. 5 (4), pp. 077-087, 2015.
- [6] Michèle DRAMAIX-WILMET., Paluku BAHWERE., Etienne MUGISHO., M. HALIDOU DOUDOU., Christelle SENTERRE & Philippe HENNART. 2010. Biostatistique: pure théorie ou outil utile pour la santé? Recherche dans les pays en développement. *Bull. Séanc. Acad. R. Sci. Outre-Mer* 56: 165-176, 2010.
- [7] D'ALMEIDA Ayi Gilles Afotoukpé. Problématique de l'automédication dans la commune urbaine de Lomé (Togo). n°52, 2003.
- [8] YEZROUR M. Automédication au Maroc; à propos d'une enquête effectuée sur 500 cas dans la ville de Casablanca. Thèse Pharma, Dakar N° 17, 1993.
- [9] Mabiala Babela JR, Loubove H, Bansimba T, Ntsila KR, Mouka A, Senga P. Le paludisme chez l'enfant de plus de 5 ans au CHU de Brazzaville. *Médecine d'Afrique Noire*. 2005; 52 (6): 325-327. PubMed | Google Scholar.
- [10] McCombie S. Self-treatment for malaria: The evidence and methodological issues, *Health Policy and Planning*, 17 (4): 333-344, 2002.
- [11] ANGOUAN'D S. A. N. 1994. L'automédication au Cameroun: exemple de la ville de Yaounde. Thèse Pharm, Dakar: N°89.
- [12] Sylvain Landry FAYE LALOU Richard et ADJAMAGBO Agnès. Soigner les enfants exclusivement à domicile en cas de paludisme en milieu rural sénégalais: un effet de la pauvreté ? Université V. Segalen Bordeaux 2 IRD-Marseille IRD- Dakar, 2000.
- [13] Ousmane Ndiaye, « Politique de santé et problématiques d'accès aux soins au Sénégal: le cas du Ferlo », *Le bulletin de l'APAD* n°19, 2006.
- [14] Philipps J et al. 1996. Clinical diagnosis of malaria: can the patients help us improve, *Transactions of the royal society of tropical medicine and hygiene*, Vol.90, p.42.
- [15] Aurélien Franckel. Les comportements de recours aux soins en milieu rural au Sénégal. Le cas des enfants fébriles à Niakhar. *Sociology*. Université de Nanterre - Paris X, 2004.
- [16] Augustin Mulangu Mutombo, et al. 2014. La prise en charge à domicile du paludisme chez l'enfant de 0 à 5 ans: Un problème réel de santé publique à Lubumbashi (RD- Congo). *Pan African Medical Journal*; 18: 214 doi: 10.11604/pamj, 2014.
- [17] OMS., 1982. Manuel des techniques de base pour le laboratoire médical. Organisation mondiale de la santé Genève: 193-5.
- [18] RDC/PNLP. Equipe d'Evaluation d'Impact de la RDC. Evaluation de l'Impact des Interventions de Lutte Contre le Paludisme sur la Mortalité Toutes Causes Confondues chez les Enfants de moins de cinq ans en République Démocratique du Congo de 2005 à 2015., 2018.
- [19] Centre Hospitalier de Lwiro. Rapport SNIS. 2019.

Changement climatique et disponibilité alimentaire chez les Adjoukrou dans le département de Dabou (Côte d'Ivoire)

[Climate change and food availability among the Adjoukrou in the department of Dabou (Côte d'Ivoire)]

Ahouyao Jacob¹, Amani Yao Célestin¹, and Bouafou Kouamé Guy Marcel²

¹Institut des Sciences Anthropologiques de Développement, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan-Cocody, Côte d'Ivoire

²Département des Sciences et Technologie, Ecole Normale Supérieure d'Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2022 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 analyze the impact of climate change (CC) on food availability among the Adjoukrou people of Dabou department, through agricultural production and related activities.

It is based on a mixed-method approach combining quantitative and qualitative methods, combining direct observations in the field, a questionnaire survey and individual semi-directive interviews.

Among the Adjoukrou, speaking of CC means referring to rain, temperature and wind. The CC in Dabou is manifested by an increase in temperature, an increase in heat, a decrease in rainfall, a lengthening of the dry season, and violent winds that destroy crops. This impacts the agricultural calendar (shift), biodiversity (decrease in reproduction and disappearance of animal species), agricultural and related activities.

In terms of agriculture, CC has led to a considerable decrease in food crop yields (cassava, plantain, yams, vegetables, etc.).

In related agricultural activities, CC has led to a decline in yields of attiéké, palm oil, fishing (fish) and hunting (game), resulting in higher food prices.

Most foodstuffs are imported (plantain, yams, vegetables, etc.), making them more expensive. In sum, the CC has reduced food availability and made food expensive in Dabou, forcing the Adjoukrou people to seek supplies in other regions of the country.

KEYWORDS: Climate change, food security, Adjoukrou, Dabou.

RESUME: Cette étude vise à analyser l'impact du changement climatique (CC) sur la disponibilité alimentaire chez les Adjoukrou du département de Dabou, à travers les productions agricoles et activités connexes.

Elle est basée sur l'approche mixte alliant méthode quantitative et qualitative, combinant les observations directes sur le terrain, l'enquête par questionnaire et les entretiens semi-directifs individuels.

Chez les Adjoukrou, parler du CC, c'est faire référence à la pluie, à la température et au vent. Le CC à Dabou se manifeste par la hausse de la température, hausse de chaleur, la baisse des pluies, l'allongement de la saison sèche, des vents violents détruisant les cultures. Cela impacte, ainsi, le calendrier agricole (décalage), la biodiversité (baisse de la reproduction et disparition d'espèces animales), les activités agricoles et connexes.

Au niveau de l'agriculture, le CC a entraîné une baisse considérable des rendements des vivriers (manioc, banane plantain, igname, légumes, etc.).

Au niveau des activités agricoles connexes, le CC a induit la baisse des rendements des productions de l'attiéké, de l'huile de palme, de la pêche (poissons) et de la chasse (gibier) entraînant la hausse des prix des denrées alimentaires.

La plupart des denrées alimentaires sont importés (banane plantain, igname, légumes, etc.) favorisant ainsi leur cherté. En somme, le CC a occasionné la réduction de la disponibilité alimentaire et la cherté des aliments à Dabou, obligeant les Adjoukrou à se ravitailler dans d'autres régions du pays.

MOTS-CLEFS: Changement climatique, sécurité alimentaire, Adjoukrou, Dabou.

1 INTRODUCTION

Le changement climatique (CC) est un défi mondial auquel toute l'humanité entière est confrontée. Les cultivateurs, en plus des nombreux problèmes auxquels ils sont déjà confrontés, doivent désormais faire face à ce nouveau phénomène (N'drin et al., 2019). Aujourd'hui, la pratique de l'agriculture et des activités connexes dans la zone tropicale relève d'un véritable problème puisque le facteur déterminant, « la pluviométrie » subit une réelle modification (GIEC, 2007). Selon les travaux de Servat et al. (1999) cité par Kouassi et al. (2015), en Afrique de l'ouest et centrale, les perturbations du climat se manifestent par une diminution généralement assez importante de la pluviométrie annuelle avec des déficits pluviométriques de l'ordre de 20% à 30% et des baisses de débits des cours d'eau. Ce phénomène provoque d'importants dégâts et perturbations dans de nombreux pays du continent notamment les inondations, les sécheresses, la modification des précipitations, l'assèchement des cours d'eau, etc., (CEA, 2011). Selon Mazou (2017), la chute des précipitations ainsi que la hausse des températures terrestres avec leurs corollaires (réduction de la production agricole, détérioration de la sécurité alimentaire, incidence accrue des inondations et de la sécheresse, propagation des maladies et augmentation du risque de conflits en raison de la saturation foncière) en constituent les éléments les plus ressentis par les populations rurales africaines.

Plusieurs auteurs (Brou et al. 2005; MINEDD, 2013; Kouassi et al. 2015) en Côte d'Ivoire, perçoivent les manifestations du CC par une diminution considérable de la pluviométrie avec un décalage et une réduction de la longueur de la saison pluvieuse, associée à une augmentation de la durée de la saison sèche.

Selon la Banque Mondiale cité par Sommer (2020), le réchauffement et la baisse des précipitations pourraient conduire à des pertes de récoltes importantes des cultures vivrières.

En Côte d'Ivoire où la production agricole est assurée à près de 80 % par une agriculture pluviale (Nouffé, 2012; MINAGRI, 2007), la situation devient de plus en plus préoccupante, surtout dans les communautés rurales où l'essentiel des revenus des ménages provient des activités agricoles (Nouffé et al., 2015).

Dans un tel contexte, il importe de se demander comment le CC se manifeste-t-il dans une localité à forte activité agricole comme le département de Dabou, en « pays Adjoukrou » ? Et d'en déduire son impact sur la disponibilité alimentaire dans ce département ?

Ainsi, cette étude vise à analyser l'impact du changement climatique sur la production agricole et la disponibilité alimentaire dans le département de Dabou.

Nous exposerons successivement (1) les manifestations du changement climatique dans le département de Dabou, (2) et ensuite, nous déterminerons son impact sur les activités agricoles et connexes et (3) enfin nous montrerons la cherté des denrées alimentaires qui découle de ce qui précède, dans ledit département.

2 MÉTHODOLOGIE

2.1 ZONE D'ÉTUDE

Cette étude a été réalisée chez les Adjoukrou appartenant au grand groupe ethnoculturel Akan. Ils sont situés au Sud de la Côte d'Ivoire et constituent les habitants du département de Dabou qui a pour capitale, Dabou. Le département de Dabou compte trois sous-préfectures dont celle de Dabou, de Lopou et de Toupah où les enquêtes ont eu lieu, plus précisément dans les villages d'Agneby, de Lopou, de Débrimou, de Mopoyem, de Toupah et de Nouvelle Ousrou. Le terroir "Adjoukrou" est compris entre les longitudes 4°20'28,62" et 4°43'28,65" Ouest et les latitudes 5°14'11,65" et 5°28'44,11" Nord (Kangah et al, 2016). Il est limité au Sud par la lagune Ebrié, à l'Est par la rivière Agneby, à l'Ouest par la rivière Ira et au Nord par les affluents des rivières Agneby et Ira. Le département de Dabou est situé à 27 km d'Abidjan.

2.2 COLLECTE DE DONNÉES

Cette étude est basée sur une approche mixte, qualitative et quantitative. Ainsi, un questionnaire a été administré aux enquêtés portant sur la manifestation du changement climatique, la production agricole et la disponibilité alimentaires à Dabou. La population d'étude est composée de chefs de ménage, de ménagère, de nourrice, de la population. Ce qui donne un échantillon de 261 personnes choisies selon la technique de choix raisonnés. L'analyse des données a été effectuée par le tableur Excel 2019.

L'entretien semi-dirigé a concerné les vieillards, les notables et les chefs de village. Les entretiens semi-dirigé nous ont permis de comprendre l'évolution du climat et de la production agricole dans le département de Dabou. Les entretiens enregistrés au moyen d'un dictaphone, ont fait l'objet d'une analyse de contenu thématique.

L'observation directe a été faite à travers un appareil photographique pour observer l'environnement, les activités agricoles à Dabou.

3 MANIFESTATIONS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LE DABOU, « EN PAYS ADJOUKROU »

3.1 CONNAISSANCE ET RESSENTIS DES ADJOUKROU AU SUJET DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

D'après nos enquêtes, parler du climat dans le département de Dabou, c'est faire référence tout d'abord à la pluie et au soleil (allusion à la température) puis au vent.

Ensuite, pour la plupart des Adjokrou (44,34%), le CC, c'est la chaleur. Pour certains (26,91%), le changement climatique c'est la sécheresse et moins de pluie (25,38%). Pour les autres (3,36%), le CC représente les inondations.

Par ailleurs, la majorité des Adjokrou, soit 67,72%, expliquent le CC par le fait de la déforestation. En effet, ils affirment que c'est grâce à la forêt que la pluie est fréquente dans un lieu. Mais dans le département de Dabou, toutes les forêts sont détruites au profit de l'hévéa, raison pour laquelle les temps ont changé. Par contre, les autres (30,68%) expliquent le changement du climat par le fait que ce soit la volonté de Dieu.

Le CC est ressenti dans le département à travers plusieurs phénomènes selon les Adjokrou. Les manifestations du CC, les plus ressenties par les populations (14,95%) sont d'abord la forte chaleur que subie la population. Ensuite, il y a le retard des pluies (12,36%) et le raccourcissement des saisons de pluie (10,71%) et de l'allongement des saisons sèches (10,71%).

Pour la majorité de la population enquêtée (89,33%), comparativement aux décennies passées, il y a plus de 25 à 30 ans, il fait plus chaud de nos jours qu'avant.

En plus, pendant les saisons de pluie, 31,11% des enquêtés font remarquer des abondantes pluies qui viennent avec des vents violents qui malheureusement font tomber certains plants ou cultures.

3.2 CHALEUR ET TEMPÉRATURE

Le CC se perçoit à tous les niveaux de la vie. A Dabou, la majorité de la population soutient que la température a connu une hausse depuis des années. Ce changement du climat a des répercussions sur le sol. Selon les populations, le sol du département de Dabou, bien vrai qu'il ne connaît pas la sécheresse, comme dans le nord de la Côte d'Ivoire, cependant, devient de plus en plus pauvre comparativement aux temps passés. Il fait très chaud. Et cette chaleur ne favorise pas la réussite des plantes. Selon la quasi-totalité (98%) des enquêtés, il existe deux saisons sèches dans le pays Adjokrou. Ce sont 65%-67,27% des Adjokrou qui situent, d'une part, la plus grande saison sèche entre le mois de décembre et le mois d'avril, et d'autre part la petite saison sèche, entre le mois de juillet et de septembre. Cependant, pour 67% des paysans, la saison sèche s'est allongé de nos jours.

3.3 PLUVIOMÉTRIE

Le département de Dabou, dans sa configuration pluviométrique, est un département caractérisé par quatre saisons dont deux saisons sèches et deux saisons de pluies. La grande saison sèche, plus rigoureuse part de décembre à mars et la petite saison sèche, moins rude, s'étend de fin juillet à septembre. Ces deux saisons sèches sont séparées par les saisons de pluies dont la plus grande va du début avril à mi-juillet. L'un des aspects qui permettrait de présager le CC, reste l'évolution de la pluviométrie pour une période relativement longue.

Il a été retracé l'évolution de la pluviométrie du département de Dabou entre 1951 et 2020 (SODEXAM, 2022). Il est remarqué que le pic (1300 mm) durant cette période, a été enregistré en 1954. Le rapport à la moyenne des précipitations

montre que les déficits ont été enregistré à partir des années 1978. En effet, de 1951 à 1978, les cumuls pluviométriques annuels ont oscillé entre 1248 et 932 mm. A partir des années 1978 jusqu'en 2020, le pic enregistré est estimé à 851 mm en 2014. Durant cette période, il a plutôt été noté une baisse régulière de la pluviométrie qui peinait même à atteindre 800 mm. Ainsi, le département a enregistré une baisse pluviométrique de 31,82%. En outre, on note une variabilité marquée qui, d'une année à l'autre, fluctue très nettement. Elle indique ainsi une irrégularité très grande des hauteurs de pluie sur cette période.

La pluviométrie moyenne annuelle pendant cette période oscille entre 724 mm et 851mm. L'évolution des précipitations moyennes montre une courbe en dents de scies qui révèle des périodes de sécheresse accentuée comme l'année 2006 et une autre longue période de déficit s'étalant sur plusieurs années de 1999 à 2012.

Pendant les saisons de pluie, 31,11% des enquêtés font remarquer des abondantes pluies qui viennent avec des vents violents qui malheureusement font tomber certains plants ou cultures.

3.4 DÉCALAGE DU CALENDRIER AGRICOLE

D'après nos entretiens, dans le passé les calendriers agricoles étaient connus et respectés de tous dans la mesure où les cultures se faisaient suivant les différentes saisons. Ainsi, les paysans étaient sans inquiétude quant à la saison des pluies. En plus, les pluies étaient très favorables à la réussite des cultures de tout genre. De nos jours, les paysans sont dans le désarroi vu que les pluies qui viennent soit précocement soit tardivement. Ce qui ne permet pas aux plants d'en bénéficier comme il se devait

Dans les décennies passées, selon 73% des populations enquêtées, le défrichage des parcelles commençait à partir du mois de décembre voire même dans la deuxième moitié du mois de novembre pour ceux qui doivent cultiver l'igname précoce. La sécheresse débutait en décembre. Ainsi, en raison de la saison sèche et de la disponibilité des forêts denses, il faut vite commencer les travaux de défrichage. Dans une forêt dense, le défrichage requiert assez de temps et de travaux: abattage des gros arbres, nettoyage des herbes, brulis des troncs d'arbres morts et herbes sèches... Le défrichage peut durer quatre mois, de décembre à mars.

En revanche, dans une parcelle de savane, cette activité de défrichage pouvait commencer dans le mois de janvier. Sa durée dépend du nombre d'hectares à défricher dans l'année. Les familles, dans lesquelles se trouvaient de nombreux bras valides pour les activités agricoles pouvaient se permettre de débiter en retard, dans le mois de février. Toutefois, il fallait respecter la période de la sécheresse.

De nos jours, 67% de la population commencent le défrichage à partir du mois de janvier. Cela s'explique par le fait qu'il (1) n'y a plus de forêts denses à défricher, (2) il n'y a plus de grandes parcelles à défricher et (3) surtout parce que la saison sèche s'est allongée.

Certains Adjoukrou (20%) affirment commencer cette activité de défrichage dans le mois de février et même d'autres (13%) dans le mois de mars. Au plus tard dans le mois de mars, l'activité de défrichage prend fin suivie du brulis au plus tard dans le mois d'avril pour la culture de l'igname.

Par ailleurs, selon les résultats de nos interviews, la culture du manioc, de nos jours n'a plus de calendrier. À tout moment, les Adjoukrou plantent le manioc en réponse au climat qui a changé. Ils n'attendent plus la saison des pluies comme auparavant. Ils déclarent cultiver, à chaque période de l'année. Si après trois semaines ou un mois, le manioc n'a pas poussé, cela voudrait dire que la chaleur a tué les boutures plantées. En conséquence, ils procèdent à un repiquage ou une replantation d'autres boutures de manioc.

Quant à la récolte, les résultats des interviews ont révélé qu'après la semence il fallait attendre entre sept à 12 mois pour le manioc selon la période de buttage.

Dans les temps anciens, selon nos entretiens, le manioc normal était le plus cultivé. Il fallait attendre un an avant de commencer la récolte. Mais le manioc sélectionné est en train de gagner du terrain de nos jours, en réponse au climat qui a changé. Ainsi, avec le manioc sélectionné, en sept mois au plus tard, l'on pouvait déjà commencer la récolte.

3.5 BIODIVERSITÉ

D'après les interviews avec les dignitaires, les pêcheurs et les chasseurs, le CC a aussi des effets sur la biodiversité. En effet, il affecte les habitudes alimentaires de plusieurs espèces animales, réchauffe les cours d'eau (rivières, fleuves). Ce qui provoque des changements dans la croissance, la reproduction des certaines espèces animales et végétales. Le CC provoque la disparition et la raréfaction de certaines espèces aquatiques comme terrestres.

A Dabou, les pêcheurs attestent la disparition de certaines espèces de poisson le *colé* (poisson avec des écailles semblable au poisson Cameroun), le *oko simon* (*saumon*) et la raréfaction d'autres (millet, carpe, brochet). Ils soutiennent que les poissons ne vivent plus en bordure de l'eau. Ceux-ci sont loin, maintenant, dans les profondeurs des eaux. En plus, de nos jours, les poissons sont de petite taille. Ils expliquent ces faits par la hausse de la température et le manque de nourriture dans l'eau. Nos observations de la biodiversité vont dans ce sens. Sur la rivière Agneby, nous n'avons pas observé la présence de mangroves. Mais nous avons observé surtout la prolifération des jacinthes d'eau (*Eichhornia crassipes*) sur les plans d'eau.

Par ailleurs, les Adjoukrou témoignent que de nos jours, les animaux sauvages sont rares dans le département de Dabou, en comparaison aux temps passés. Ils estiment que les animaux ont beaucoup migré vers les autres départements où il existe encore des forêts en grandes quantités. Ils signalent que les aulacodes (communément désignés par agoutis) et les hérissons qui prédominaient autrefois se sont rare de nos jours.

4 IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LA DISPONIBILITÉ ALIMENTAIRE

4.1 RENDEMENT DE L'AGRICULTURE

De nos jours, quand les peuples Adjoukrou pratiquent l'agriculture vivrière, c'est juste pour satisfaire la consommation familiale. D'ailleurs, cette production ne peut pas couvrir les besoins de la famille sur toute l'année.

La culture vivrière qui est au cœur des activités agricoles de 99% des peuples Adjoukrou et qui les caractérise est la culture du manioc. Ils s'y intéressent avec une attention particulière. Cette culture est la matière première de leur aliment de base qui est l'*attiéké*. De ce fait, chaque famille s'efforce à faire des champs de manioc non seulement pour la commercialisation mais surtout pour l'alimentation de la famille. Selon nos entretiens, c'est une culture (manioc) qui rapporte beaucoup d'argent de nos jours. Elle permet à certaines personnes de se construire une maison.

Dans certaines localités comme Toupah, Agneby, la culture de l'igname, par exemple, est un souvenir des patriarches.

La culture des légumes tels que l'aubergine, le gombo, le piment et la tomate est développée par les allochtones, singulièrement les peuples Gouro, à qui sont concédées des portions de terres, en forme de location. En effet, selon nos entretiens avec les dignitaires, ces cultures étaient pratiquées par le passé par les Adjoukrou eux-mêmes. Cependant, déçu par les faibles rendements de ses cultures due au changement climatique et la pénibilité du travail, les Adjoukrou ont décidé d'abandonner cette culture au profit des allochtones qui n'ont pas de parcelles pour se faire des champs de culture de rente.

Aussi, nos résultats d'entretiens ont-ils révélé que les peuples Adjoukrou produisaient la plupart des vivriers dans le département. Cependant, au fil des temps, la plupart de ces cultures ont été abandonnées par ceux-ci. Ils expliquent cette situation par la baisse des rendements agricoles aux fils des années, due à l'appauvrissement des sols et à la baisse de la pluviométrie dans le département. De nos jours, les Adjoukrou ne s'intéressent qu'à la production du manioc.

Plusieurs denrées alimentaires, de nos jours, sont commercialisées par les peuples Adjoukrou. L'*attiéké*, ou semoule de manioc cuit à la vapeur, est de loin l'aliment le plus vendu par les Adjoukrou, soit 94,1% d'entre eux. Au niveau des produits vivriers commercialisés, il y a, par ordre d'importance, la banane (64,7%), le manioc (64,7%), l'igname (47,1%) et les produits maraichers tels que l'aubergine (82,4%), le piment (82,4%), le gombo (56%), la tomate. En outre, les Adjoukrou sont des commerçants de produits halieutiques, la viande de bœuf (29,4%), sans oublier l'huile rouge artisanale (17,6%).

Selon les commerçantes enquêtées, 80% des produits vendus dans le département de Dabou viennent d'ailleurs. Les denrées alimentaires produites en abondance et commercialisées dans le département de Dabou sont l'*attiéké*, l'huile de palme et le poisson. Les autres vivriers commercialisés sont, certes, produits dans le département de Dabou mais en très faible quantité. Ce qui est incapable de répondre aux besoins de la population locale. Ainsi, la grande majorité des produits vivriers consommés dans le département provient, la plupart des temps, d'Abidjan et d'autres départements. Cela est dû non seulement au manque de terre cultivable mais aussi à la pauvreté des sols et aux effets du CC à travers la chaleur et la faible pluviométrie, selon les enquêtées.

Hormis l'*attiéké*, préparé à base de manioc, qui provient de la zone rurale du pays Adjoukrou, la plupart des produits alimentaires provient des régions voisines ou lointaines au pays Adjoukrou (cas de la banane plantain, l'igname, l'aubergine). Ainsi la zone rurale du pays Adjoukrou n'approvisionne pas la ville de Dabou pour la plupart des produits vivriers. Les vendeuses de ces types de produits sont contraintes de se rendre à Abidjan pour se ravitailler. En plus, elles sont toutes unanimes que tous ces produits ne sont pas abondants ou disponibles durant toute l'année. C'est en période des saisons sèches qu'il y a pénurie de ces différents produits vivriers, surtout les légumes. Pendant les périodes d'abondances, les prix des produits vivriers sont bas, donc ils sont moins chers. Au contraire, les prix sont très élevés en période de manque ou pénurie, selon la

population à l'issue des enquêtes. D'après les enquêtés, si les produits alimentaires sont coûteux dans le département de Dabou, cela est dû au fait qu'ils proviennent d'ailleurs.

La grande majorité de l'approvisionnement en denrées alimentaires de Dabou est fait à partir d'Abidjan et des autres localités de la Côte d'Ivoire (76,92%). Il s'agit des localités de Bondoukou, de Sinfra, Toumodi, N'douci, Divo et Sikensi.

4.2 RENDEMENTS DES ACTIVITÉS AGRICOLES CONNEXES

4.2.1 RENDEMENT DE LA PRODUCTION D'ATTIÉKÉ

L'*attiéké*, est un mets traditionnel ivoirien. C'est la nourriture de base des peuples Adjoukrou. De nos jours, selon 56% des enquêtées, l'*attiéké* n'est pas abondant sur toute l'année. Elles affirment qu'en générale, il y a pénurie de l'*attiéké* pendant les saisons de sécheresse.

De nos jours, d'après 64% de cette population productrice d'*attiéké* les rendements du manioc en comparaison à avant, il y a 25 à 30 ans, ont considérablement baissé. Ce changement des rendements s'explique par plusieurs raisons. L'appauvrissement des sols et la chaleur fréquente dans le département de Dabou font parties des causes plus avancées, respectivement par 32% et 28% des acteurs de la production d'*attiéké*.

4.2.2 RENDEMENT DE LA PRODUCTION D'HUILE DE PALME ARTISANALE

D'après nos entretiens avec les chefs coutumiers, la production d'huile rouge artisanale a été la première activité socioéconomique qu'ont connue les peuples Adjoukrou, depuis leur installation dans le département de Dabou. C'est le premier produit qui a servi d'échange avec l'extérieur. Autrefois, c'était une activité qui concernait toute la famille, tous les membres de la famille étaient occupés à cette activité. C'est à travers cette activité que les impôts étaient payés. Selon 70% des enquêtées, la graine de palme n'est pas abondante durant toute l'année. Pendant les saisons des pluies, la productivité du palmier à huile est faible. Mais, c'est la période à laquelle les plants acquièrent de la force et se régénèrent. Puis pendant la saison sèche, la productivité devient abondante selon les cultivateurs. C'est donc à cette période de l'année que l'huile rouge est abondante affirment les productrices de l'huile. Ainsi, l'impact du CC sur la production de l'huile rouge artisanale se détermine à travers la productivité du palmier à huile selon les producteurs de palmier. Par conséquent, la perturbation du climat affecte le rendement du palmier à huile et par ricochet la production de l'huile rouge.

4.2.3 RENDEMENT DE LA PÊCHE

La pêche est une activité pratiquée par les Adjoukrou habitant le long de la lagune mais aussi, par ceux vivant aux abords des rivières Agneby et Ira. D'après 80% des enquêtés, la pêche est plus fructueuse pendant les saisons de pluie. A cette période disent-ils, l'eau est très froide. Ce qui oblige les poissons à sortir de leur cachette, à la recherche de chaleur, sur le rivage. Cela rend favorable la pêche.

La plupart de cette population de pêcheurs, estimée à 96%, affirme qu'il y a, de nos jours, un changement au sujet des rendements de pêche, en comparaison aux temps passés. Pour 84% d'entre eux, il y a 25 ans à 30 ans de cela, les rendements de pêche étaient très élevés. Ils estiment que, par le passé, la pêche était fructueuse parce qu'il y avait assez de poisson dans l'eau vu que les pluies étaient abondantes.

Aujourd'hui, selon nos entretiens, certaines des principales causes de cette baisse de rendement de la pêche, sont la disparition progressive des mangroves et la forte chaleur. Selon les personnes interviewées, les mangroves constituent des zones de repos et de fraie ou reproduction des poissons. Or la forte chaleur dans l'eau contraint les poissons à aller très loin, dans les profondeurs des eaux (lagune, rivières).

Par ailleurs, 52% des pêcheurs ont observé une diminution de la taille des poissons, de nos jours. Leur observation est confirmée lors de nos entretiens par la Direction Départementale des Ressources Animales et Halieutiques de Dabou qui soutient que de façon générale, les prises de poissons ont diminué et les tailles des poissons aussi. Ainsi, ils expliquent la baisse des rendements de pêche de nos jours à travers plusieurs raisons. D'abord, pour 84% des pêcheurs, les poissons sont devenus rare dans les eaux. Ensuite, 76% de ceux-ci estiment que les poissons n'ont plus assez de nourriture dans l'eau pour se nourrir et donc difficile pour eux non seulement de grossir mais aussi de se reproduire aussi rapidement. Selon 50% des pêcheurs, plusieurs espèces de poissons sont devenus rare dans les eaux. Il s'agit des millets, des brochets, des capitaines et des (poissons) soles qui sont presque introuvables dans la rivière Agneby. D'après les pêcheurs (40%), d'autres espèces de poissons

ont disparu des eaux. Les noms, en langue Adjoukrou, de ces espèces de poissons disparues sont: le *colé* (poisson avec des écailles semblable au poisson « Cameroun »), le *oko simon* (*saumon*).

4.2.4 RENDEMENT DE LA CHASSE

Les résultats d'interviews avec les patriarches révèlent que la chasse est une activité rattachée à l'histoire des peuples Adjoukrou. Au début de leur installation dans le département de Dabou, l'Adjoukrou vivait de la chasse et de la cueillette. Cependant, la chasse de nos jours est une activité occasionnelle pour le peuple Adjoukrou. De nos jours, selon les chasseurs enquêtés, la chasse n'est plus fructueuse. En effet, pour 67% des chasseurs, ce n'est plus évident d'avoir des animaux à chaque occasion de chasse. Il arrive « parfois où la chance te sourit » disent-ils et l'on obtient au moins un animal tandis qu'il arrive aussi des occasions de chasse où l'on se retourne sans rien avoir.

Dans le passé, il y a de cela 25 ans- 30 ans, les rendements de la chasse était plus fructueux. A cette époque, selon 70% des chasseurs, à chaque occasion de chasse, ils obtenaient un « nombre acceptable » d'animaux et certains (30%) déclarent obtenir « beaucoup d'animaux » à chaque occasion de chasse.

Ainsi, ils sont unanimes sur le fait qu'il y a de nos jours, un changement au sujet du rendement de chasse entre le passé et maintenant. Le changement se perçoit par la baisse considérable des rendements. Pour eux, ce changement du rendement de chasse s'explique de plusieurs manières. La première raison explicative, pour 30% des chasseurs, est le fait qu'il y a moins de forêts pour abriter les animaux. Ce qui a occasionné leur rareté dans le département de Dabou. Ensuite, pour 27% des chasseurs, les animaux sont de plus en plus rares dans les forêts. La majorité de nos enquêtés chasseurs (80%) affirme que, de nos jours, il y a même des espèces animales telles que l'aulacode (ou communément appelé l'agouti), le hérisson, le pangolin, la biche royale et même les singes qui se font rare dans le département de Dabou. Ce sont 35%, 35% et 30% des chasseurs qui justifient cette rareté de ces gibiers respectivement par la disparition progressive des forêts, le manque d'aliments pour les animaux de brousse et l'accroissement du nombre de chasseurs. En effet, selon les chasseurs, les pratiques agricoles de nos jours et le changement climatique ont de grandes conséquences sur la biodiversité dans le département de Dabou.

5 CHERTÉ DES DENRÉES ALIMENTAIRES

Le changement du climat a aussi un impact sur le prix des denrées alimentaire dans le département de Dabou. En effet, de nos jours à cause du faible taux des rendements des produits vivriers dans le département, pratiquement toutes les denrées alimentaires sont importées. En dehors de l'attiéké et de l'huile rouge artisanale qui sont produit dans les localités du département, tous les autres produits alimentaires viennent d'autres départements. Selon nos entretiens, l'huile rouge est certes produit et commercialisé dans le département, cependant il a un coût très élevé de nos jours. Selon les productrices d'attiéké, cette denrée qui autrefois coûtait quatre cent cinquante francs CFA (450 FCFA) le litre est passé de nos jours à plus de neuf cent francs CFA (900 FCFA). Même le manioc qui sert de matière première à la fabrication de l'attiéké est la plupart des temps importé de nos jours. Elles vont en payer dans les départements voisins dont celui de Grand Lahou. De ce fait, selon les ménages, la vie dans le département est devenue chère. Le manioc est devenu très chère, les prix ont considérablement augmenté. La quantité de manioc qui autrefois était donné à vingt mille francs CFA (20.000 FCFA) est pratiquement divisé est deux de nos jours. Ainsi, elles se sentent obligé d'augmenté le prix de l'attiéké ou diminuer la quantité d'une boule au même prix que celle d'avant. Même le prix des produits maraîchers est devenu exorbitant. Pour elles, aubergines cent francs CFA (100 FCFA) qui autrefois pouvait faire une bonne quantité de sauce suffisante pour la famille, est aujourd'hui insignifiant pour la même somme, il faudra au moins quadrupler avant de pouvoir se faire une sauce. Quant au poisson, quand bien même que la pêche se pratique dans le département, le poisson est devenu très cher dans le département. En effet, selon la direction départementale des ressources animales et halieutiques, le taux de poisson importé dans le département est plus élevé que celui produit.

Les résultats de nos enquêtes révèlent que la majorité des ménages, estimée à 78%, avouent acheter les aliments et condiments (denrées alimentaires) lorsqu'ils préparent leur repas à la maison. Ainsi, les lieux d'achat des aliments et condiments sont la ville de Dabou (61%), les marchés locaux de leurs lieux d'habitation (31%) et autre (8%). Le prix des denrées alimentaires dépend des saisons climatiques: il est bas pendant la saison des pluies (90%) et très élevé pendant la saison sèche. Globalement, les prix des aliments dans les marchés sont très élevés de nos jours, selon (60%) des enquêtés.

6 DISCUSSION

Nos résultats ont aussi révélé que le changement climatique se perçoit par les Adjoukrou à travers la baisse des pluviométries, la hausse des températures, l'allongements des saisons sèche dans le département de Dabou. Selon Boubacar

et al., (2022) la perception diffère selon les ethnies et leurs principales activités. En effet, selon ces auteurs, les populations des villages au Niger qui sont à la périphérie de la forêt de Gorou Bassounga perçoivent le changement climatique à travers la baisse pluviométrique, la perte de la biodiversité, l'érosion hydrique et l'exode des populations. Toutefois, la différence de perception selon les groupes ethnolinguistiques pourrait être liée à leurs principales activités. Les Haoussa et les Zarma lient ce changement à la perte de la biodiversité tandis que les Tchanga lient cela à la baisse pluviométrique. Les Haoussa et les Zarmas sont en majorité des commerçants par conséquent perçoivent plus les impacts du changement climatique sur les services écosystémiques que fournit la forêt. En effet, la forêt de Gorou Bassounga renferme plusieurs espèces de grandes valeurs d'usage et qui ont un intérêt économique. Les Tchanga qui sont majoritairement des agriculteurs voient plus la baisse de la pluviométrie qui est associée aux pluies tardives entraînant un retard par rapport aux dates de semis pour les cultures (Boubacar et al., 2022).

Nos résultats ont montré que dans le département de Dabou, le régime pluviométrique connaît une baisse pluviométrique qui se manifeste sur la période de 1979 à 2020. Les quantités d'eau précipitées après les années 1979 sont relativement en baisse quelques soient les saisons. En plus, la durée de la saison pluvieuse de cette période a connu un raccourcissement par rapport à la période de 1951 à 1978, passant ainsi de quatre mois à deux mois. Nos résultats sont similaires à ceux de Yao et al., (2013) sur le bassin versant de la lobo au Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. En effet, pour eux, la pluie moyenne annuelle avant 1972 était de 1437mm. Après cette date, elle est passée à 1212 mm entre 1973 et 2010. Ceci correspond à un déficit 15 %. Ainsi, la différence notable réside dans le fait que les quantités d'eau précipitées après la rupture sont relativement en baisse quelques soient les saisons (Yao et al., 2013). Quant à Kouassi et al., (2015), l'évolution interannuelle de la pluviométrie sur la période 1982-2012 dans le département de Daoukro est caractérisée par une alternance de périodes déficitaires et excédentaires. Elle indique ainsi une irrégularité très grande des hauteurs de pluie sur cette période. Selon Djè, (2014), le changement climatique est de plus en plus ressenti entre autres par: la baisse effective de la pluviométrie depuis les trois dernières décennies; l'irrégularité des pluies (mauvaise répartition); le raccourcissement de la longueur des saisons pluvieuses; la hausse des températures; la persistance et rigueur des saisons sèches; les inondations; les feux de brousse fréquents; accentuation l'érosion côtière. Ainsi, selon Sommer (2020), le décalage des saisons occasionné par le changement climatique perturbe le calendrier agricole des paysans, et cette situation peut impliquer un déclin de l'agriculture. De ce fait, les modifications survenant au plan climatique mettent à mal la sécurité alimentaire des populations qui dépendent directement de ce qui est produit dans les exploitations agricoles pour couvrir leurs besoins en alimentation (N'guessan et Djè, 2012).

Cette variabilité de la pluviométrie impacte véritablement le climat de Daoukro car il connaît dans ces dernières années une baisse et une rareté des pluies, entraînant aussi des perturbations au niveau des jours pluvieux.

Nos résultats ont montré que le changement climatique a une influence sur les rendements agricoles de l'igname, du manioc et de ses dérivés dont l'*attiéké*, du palmier à huile et de la production artisanale de l'huile de palme qui lui est associée. Ainsi, les rendements des cultures vivrières ont considérablement baissé dans le département de Dabou, dû à la hausse de la température et l'allongement des saisons sèche.

Ces résultats sont similaires à ceux de Effe et al., (2020) sur la variabilité climatique et la production vivrière dans le Gbêkê. En effet, selon ceux-ci, il est constaté que plus les indices pluviométriques sont élevés, plus la production de l'igname et celle de la banane plantain sont élevées. Et, lorsqu'ils sont en baisse, la production de ces cultures vivrières connaît aussi une régression. Ainsi, l'augmentation de la sécheresse liée à la variabilité pluviométrique, non seulement réduit les productions, mais accroît les difficultés de récolte. Pour Adjovi et al. (2019), les précipitations représentent aujourd'hui l'un des facteurs déterminants de la sécurité alimentaire pour l'agriculture de subsistance et pour les populations aux revenus peu diversifiés. L'agriculture étant essentiellement pluviale, la modification du régime des précipitations et la hausse des températures ont d'énormes répercussions sur la production agricole et par conséquent les rendements. Ainsi, les déficits ou excès pluviométriques et la hausse des températures entraînent des chutes de rendement du maïs à l'ordre de 10 à 30 % (Adjovi et al., 2019).

Selon nos résultats d'enquête, à cause du faible taux des rendements des produits vivriers dans le département, pratiquement toutes les denrées alimentaires sont importées notamment, la banane, l'igname, l'aubergine, le piment, la tomate, le gombo. Il en est de même pour les produits halieutiques dont le carpe et le millet qui sont rares ou en voie de disparition, de nos jours et les produits de la chasse le singe, l'agoutis, le hérisson qui sont rares ou en voie de disparition, de nos jours. Nos résultats confortent ceux de Ahmadou-Ly (2014), qui d'après lui le changement climatique a réduit les rendements du riz au Sénégal, ainsi, les disponibilités sont complétées par les importations et les aides alimentaires. Ne disposant pas d'une production suffisante et également répartie sur le territoire, le Sénégal se trouve ainsi contraint de trouver des ressources additionnelles pour répondre à la demande nationale.

Selon nos résultats d'enquête, à cause du faible taux des rendements des produits vivriers dans le département, pratiquement toutes les denrées alimentaires sont importées. Ainsi, les produits vivriers sur le marché dans le département

de Dabou coûtent cher. Ce qui rend la vie chère à Dabou et même dans les villages dans la mesure où la plupart des villages viennent s'approvisionner en denrée alimentaire en ville. Nos résultats sont similaires à ceux de Kouassi (2020). En effet, selon les résultats de son étude dans la zone de Dabou, les ménages interrogés affirment que compte tenu du fait que ces denrées alimentaires viennent de localités éloignées de Dabou, leurs prix sur les marchés ne permettent pas à tous de s'en procurer. En revanche, soutiennent-ils, le prix du riz, quoiqu' importé est abordable par rapport aux denrées produites localement. Selon ces personnes, en période d'abondance, la banane coûte 200 FCFA pour le tas de quatre (04) bananes et 500 FCFA pour celui de cinq (05) bananes en période de pénurie. Quant à l'igname, elle est vendue à 1.000 FCFA voir 2.000 FCFA le tas de trois (03) ignames. Pour les ménages rencontrés, il faudrait déboursier assez d'argent pour pouvoir nourrir toute la famille. Or avec le riz importé dont le prix du kilogramme varie de 400 FCFA à 500 FCFA, on peut nourrir les familles nombreuses, car il y a plusieurs qualités sur le marché. Pour cela, la plupart des ménages consomment le riz importé (Kouassi, 2020).

7 CONCLUSION

L'objectif de cette étude vise à analyser l'impact du CC sur la production agricole et la disponibilité alimentaire dans le département de Dabou.

Le changement climatique se perçoit par les Adjoukrou à travers la baisse des pluviométries, la hausse des températures, l'allongement des saisons sèche dans le département de Dabou. Nos résultats ont montré que le CC a des répercussions sur la production agricole et la disponibilité alimentaire dans le département de Dabou.

En effet, le CC se manifeste à Dabou par la forte chaleur, température élevée l'irrégularité des pluies, le raccourcissement des saisons de pluies, l'allongement des saisons sèches mais aussi par des vents violents détruisant les plantes. Ces événements impactent la production agricole à travers la perturbation du calendrier agricole qui conduit à la baisse des rendements. En effet, le sol devient de plus en plus pauvre, les plantes manquent d'eau de façon régulière. La production de l'*attiéké*, nourriture de base des Adjoukrou connaît une baisse de rendement. En effet, le manioc est la matière première de l'*attiéké*. Ainsi, la baisse des rendements du manioc se fait ressentis sur la production de l'*attiéké*.

La perturbation du climat affecte le rendement du palmier à huile et par ricochet la production de l'huile rouge. En outre, la pêche connaît une diminution des rendements due à (1) des baisses du niveau des cours d'eau, des pluies et de nourriture des poissons, (2) à la hausse de la chaleur dans le département, à la prolifération des jacinthes d'eau, (3) à la disparition des mangroves, (4) à la diminution de la taille des poissons et de la disparition de certaines espèces.

La chasse quant à elle n'est plus productive à cause des impacts du CC sur la biodiversité dans le département de Dabou: (1) la raréfaction voire la disparition de certains animaux (aulacode, hérisson) et (2) le manque de nourriture, contraignant les animaux à migrer vers d'autres lieux plus propices à leurs existence et développement.

A cause faible taux des rendements des produits vivriers dans le département, pratiquement toutes les denrées alimentaires sont importées. Ainsi, les prix des denrées alimentaires ont connu une augmentation dans le département de Dabou. En définitive, il est constaté une baisse de la disponibilité alimentaire dans le département de Dabou, due en partie au CC. Ce qui favorise d'une part la cherté des denrées alimentaires et contraint, d'autre part, les Adjoukrou à se ravitailler en aliments, hors du département.

REFERENCES

- [1] Adjovi N. R. A., Agboton A – A. G., Quenum F., Miassi Y. E., Dossa F. K. et Adedemi O., (2019), Variation climatique et production vivrière au Sud-Bénin: cas de la commune de Bohicon. *Afrique SCIENCE* 15 (2) (2019) 32 – 43.
- [2] Ahmadou-ly (2014), l'impact du changement climatique sur la securite alimentaire au Sénégal, p.48.
- [3] Brou Y. T., Akindès F., Bigot S., (2005), La variabilité climatique en Côte d'Ivoire: entre perceptions sociales et réponses agricoles, *Cahiers Agricultures* vol. 14, n° 6, consulté sur <https://www.researchgate.net/publication/264195917>.
- [4] CEA (2011). *Impact, vulnérabilité et adaptation aux changements climatiques en Afrique centrale*, European Scientific Journal Jume 2019 edition Vol.15, No.18 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431 <http://www.uneca.org/ac/Climate%20change/Impact%20et%20vulnerabilite.pdf>.
- [5] Effo K. G., Adayé A. A. et Koffi-Bikpo C. Y., (2020), Variabilité climatique et production vivrière dans la région du Gbêkè. *Revue de géographie de l'université Jean Lorougnon Guédé (DALOGEO)*.
- [6] GIEC, (2007), Bilan 2007 des changements climatiques: Rapport de synthèse.
- [7] Kouassi K. F., Diomandé B. I., Koffi K. N., (2015), types de réponses apportées par les paysans face aux contraintes pluviométriques dans le centre de la Côte d'Ivoire: cas du département de Daoukro, *XXVIII Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Liège 2015*.

- [8] Kouassi N. G. (2020), Hévéculture et disponibilité alimentaire dans la commune de Dabou. *Revue Ivoirienne de Géographie des Savanes*, p.396-414.
- [9] Mazou G. H. (2017), changement climatique et paludisme en Côte d'Ivoire: représentations sociales et connaissance des populations d'Adjéyaokro (Bouaké). *European Scientific Journal September 2017 edition Vol.13, No.26*, p.110-121.
- [10] N'drin O. J. A., Konan-W. A. B. et Kienon-K. T. H., (2019), Analyse des déterminants de la résilience aux changements climatiques des cultivateurs du département de Fresco, Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, Vol.15, No.18, p.288-314.
- [11] N'guessan B. et Djê B. (2012), Changements climatiques, agriculture et sécurité alimentaire en Afrique subsaharienne: le cas de la Côte d'Ivoire. *Revue de géographie tropicale et environnement*, n°2, p5-15.
- [12] Noufe D., Kouadio Z. A., Soro G. E., Wayou T. P., Goula B. T. A., Savane I. (2015), Impact de la variabilité climatique sur la production du maïs et de l'igname en Zones Centre et Nord de la Côte d'Ivoire. *Agronomie Africaine* 27 (3): 241 - 255 (2015).
- [13] Yao N. R., Oulet A. F., N'goran K. D. (2013), Etude de Vulnérabilité du Secteur Agricole face aux Changements Climatiques En Côte d'Ivoire. *Rapport*, 105p.

Esquisse des causes des échecs massifs aux examens d'Etat en section pédagogique dans la chefferie de Watalinga

[Outline of the causes of massive failures in the state exams in the pedagogical section in the chieftdom of Watalinga]

Mwanan'ese Lumande Vérité¹ and Kahindo Semwavyo Jackson²

¹Chef de Travaux et Doctorant, Faculté de Psychologie et des Sciences de l'éducation, Université de Kinshasa, RD Congo

²Assistant, Université Officielle du Semuliki, Beni, Nord-Kivu, RD Congo

Copyright © 2022 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: Education being the key to the development of a region, we were interested in the result of the state examination in the chieftdom of Watalinga to see the evolution of this one in this field. We have undertaken a study entitled: «Outline of the causes of massive failures in the state exams in the pedagogical section in the chieftdom of Watalinga».

This study focused on several points including the number of qualified and under-qualified teachers, the graduates produced since 2016 until 2021, the causes of massive failures and the related consequences. In relation to the under-qualified teachers and the results of the state examinations (2016-2021) in the chieftdom of Watalinga, we have listed 198 teachers with state diplomas, 7 graduates, and 1 bachelor in applied pedagogy. Out of 448 finalist students, only 122 or 27.2% obtained their state diplomas and 324 or 72.8% had failed. We found that these results are due to the under-qualification of teachers, the lack of control of teaching by inspectors and the absence of an institution of higher pedagogical education to raise the level of education in this region.

KEYWORDS: Higher Institution, Ranking, Education, Qualified Teachers, under-qualified Teachers.

RESUME: L'éducation étant la clé du développement d'une contrée, nous nous sommes intéressés aux résultats de l'examen d'Etat en chefferie de Watalinga pour voir l'évolution de celle-ci dans ce domaine. Nous avons entrepris une étude intitulée « Esquisse des causes des échecs massifs aux examens d'Etat en section pédagogique dans la chefferie de Watalinga ». Cette étude s'est focalisée sur plusieurs points notamment: le nombre des enseignants qualifiés et sous-qualifiés, de diplômes produits depuis 2016 jusqu'à 2021, les causes des échecs massifs et les conséquences y afférentes.

En rapport avec la sous-qualification des enseignants et les résultats aux examens d'Etat (2016-2021) en chefferie de Watalinga, nous avons répertorié 198 professeurs diplômés d'Etat, 7 gradués et un licencié en pédagogie appliquée. Sur 448 élèves finalistes, seulement 122 soit 27,2% ont obtenu leurs diplômes d'Etat et 324 soit 72,8% avaient échoué. Nous avons constaté que ces résultats sont dus à la sous-qualification des enseignants, au manque de contrôle des enseignements par les inspecteurs et à l'absence d'une institution d'enseignement supérieur pédagogique (ISP ou ISPT) afin de relever le niveau de l'enseignement dans cette contrée.

MOTS-CLEFS: Institution supérieure, Palmarès, Education, Enseignants qualifiés, Enseignants sous-qualifiés.

1 INTRODUCTION

L'éducation est un puissant agent de changement. Elle améliore la santé et les moyens de subsistance, contribue à la stabilité sociale et stimule la croissance économique à long terme [1].

Le changement social désigne l'ensemble de transformations durables de l'organisation sociale ou de la culture d'une société.

Il apparaît donc indispensable de permettre aux citoyens d'être acteurs de leur propre futur en se montrant responsables, curieux, critiques et actifs face à la situation présente et de prendre en toute conscience, position pour inventer collectivement un avenir meilleur.

L'école doit donc, former des citoyens producteurs, créatifs, cultivés, consciencieux, libres et responsables, ouverts aux valeurs sociales, culturelles et esthétiques, spirituelles et républicaines. La formation de l'homme congolais doit être totale, cohérente, équilibrée et complète. En d'autres mots, cette formation intégrale doit tenir compte de savoir-savoir (cognition), savoir-être (affectivité) et savoir-faire (psychomotricité) [2].

En vue d'y parvenir, les acteurs de l'éducation doivent régulièrement évaluer les rendements ou les résultats de leurs actions didactiques afin de procéder aux améliorations du système éducatif.

Cela nous fait penser aux notions de l'efficacité interne et externe de l'éducation de J.J. Paul [3]. Pour cet auteur, l'efficacité interne de l'éducation s'intéresse aux relations entre les inputs éducatifs et les résultats scolaires, académiques ou de toute autre formation, soit à l'intérieur du système éducatif dans son ensemble, soit au sein d'une institution déterminée. Dans cette optique, il affirme que « l'efficacité interne s'intéresse à évaluer la valeur ajoutée d'une formation. Entendu, l'écart entre le niveau d'acquisition en début de la formation et le niveau d'acquisition en fin de période ».

En outre, toute mesure tendant à établir l'adéquation entre les résultats obtenus par les formés et les objectifs pédagogiques exprimés en termes des savoir, savoir-faire, savoir être, peut contribuer à évaluer l'efficacité interne d'un système éducatif.

Par contre, l'efficacité externe de l'éducation s'intéresse d'une part à la performance des formés quand ils ont quitté la sphère éducative et sont entrés dans leur vie d'adulte sociale et productive. Il est donc question de juger dans quelle mesure les produits de l'école trouvent effectivement un emploi qui correspond au mieux à leur profil, y tirent des avantages individuels, susceptibles de compenser les coûts liés au temps passé dans le système éducatif. D'autre part, l'efficacité externe, du point de vue agrégé, peut être appréciée à travers la contribution du système de l'éducation et de la formation au développement économique et social du pays. Dans le même ordre d'idée, PSACHAROPOULOS G.ET M.WOODHALL [4], ajoutent que l'efficacité externe permet de savoir dans quelle mesure l'éducation répond aux objectifs de la société et satisfait les besoins du marché du travail.

En réfléchissant sur cette théorie, nous avons tourné notre regard aux résultats des 5 derniers ans des examens d'Etat (2016-2021), dans la chefferie de Watalinga en section pédagogique, nous avons constaté une succession d'échecs. Le souci majeur étant de vérifier dans quelle mesure l'éducation en chefferie de Watalinga, avec ces échecs massifs répond-t-elle aux objectifs de la société et satisfait-elle aux besoins du marché du travail, afin de remplir les critères d'efficacité énumérées par J.J.Paul, cité ci-haut [3]. Ainsi, étant acteur de l'éducation, cette situation a stimulé en nous le souci de savoir pourquoi ce phénomène devient répétitif dans cette chefferie. D'où, nous avons entrepris cette recherche afin de découvrir les causes et d'apporter une contribution en vue de permettre aux enseignants de la dite chefferie d'améliorer leur façon de prester pour avoir des résultats escomptés aux sessions ultérieures des examens d'Etat.

Eu égard à ce phénomène, nous nous sommes posés ces deux questions:

1. Ces résultats médiocres aux 5 dernières années en pédagogie sont-ils dus à la sous-qualification des enseignants ?
2. Ce phénomène est-il lié au manque de suivi des inspecteurs et au manque d'une institution d'enseignement supérieur et universitaire dans le milieu ?

Telles sont autant d'interrogations auxquelles nous avons voulu répondre dans cette étude afin d'élucider les vrais problèmes qu'éprouvent les élèves dans les écoles secondaire de la chefferie de Watalinga.

Notre problème étant de relever les différentes causes des échecs en masse dans la chefferie de Watalinga aux examens d'Etat, nous avons supposé que la sous-qualification des enseignants serait la majeure cause de ces échecs. Nous supposons aussi que, le manque de suivi des enseignants par des inspecteurs suite à l'enclavement de la chefferie et l'absence des institutions d'enseignement supérieur pédagogique (ISP ou ISPT) ou universitaire jouerait aussi un rôle prépondérant à ce fléau.

Nous nous sommes fixés les objectifs suivants:

1. Déterminer les causes des échecs massifs aux examens d'Etat en chefferie de Watalinga afin de permettre aux acteurs de l'éducation de s'y pencher;
2. Vérifier les conséquences sur la communauté locale.

2 MILIEU D'ETUDE

2.1 SITUATION GÉOGRAPHIQUE

La chefferie de watalinga est l'une de quatre collectivités constituant le territoire de Beni dans la province du Nord-Kivu en République Démocratique du Congo. Elle se situe dans la partie Nord-Est du territoire sur une longitude de 29° 58 Est au Nord de l'Equateur sur la latitude de 0° 34 à 0° 54. Elle s'étend sur une superficie de 54 km, enclavée par une partie du Parc de Virunga. Elle est la plus petite collectivité en Territoire de Beni.

Elle est limitée à l'Est par la frontière Ougandaise, à l'Ouest et au nord par la collectivité secteur de Beni-Mbau et une partie du Territoire d'Irumu en Province de l'Ituri. En fin, au Sud par la collectivité secteur de Ruwenzori (groupement de Banyangala-boleme) [5].

2.2 ORIGINE ET MIGRATION

Le nom « Watalinga » tire son origine à l'arrivée des colons. A l'investiture du tout premier chef coutumier, le Mwami SAAMBILI MUTWEZI, le blanc présent à cette cérémonie demanda au chef le nom de son ancêtre. Ce dernier lui disa que son ancêtre s'appelait « MUTALINGI ». Voilà pourquoi la chefferie porte le nom de la famille régnante, pourtant, l'ensemble de peuples constituant la chefferie sont communément appelés « BABWISI ». Ces peuples s'étendent jusqu'en Ouganda suite à la frontière imposée par les occidentaux.

On estime que les watalinga furent venus de l'Ouganda (Kitara –Bunyoro), il y a environ 3 siècles. Ils s'installèrent d'abord à KAZINGO aux environs de TORO où leurs souches parlent encore un dialecte semblable au Kitalinge. Ruinés par les agents du Roi des BATORO, ces peuples furent attirés par les régions du mont Rwenzori pour leur servir de refuge. Les conditions naturelles (climat, infertilité) ne leur ont pas permis de s'y installer définitivement (s'y sédentariser). Ils continuant leur migration vers l'ouest, mais un obstacle insurmontable leur barrant la route: « la traversée de la rivière Semuliki ». De cette situation, ils s'installèrent (sédentarisme) au pied du mont Rwenzori et aux bords de la Rivière Semuliki. Chaque clan avait son autonomie [6].

3 APPROCHE METHODOLOGIQUE

Dans cette partie, nous montrons la manière dont nous avons procédé à la récolte et au traitement des données indispensables à cette étude.

Le concept population contient plusieurs significations, selon les domaines. Il détermine tout un ensemble d'éléments soumis à une étude systématique.

Pour ce, dans le domaine de la recherche scientifique, GRAWITZ définit la population comme « un ensemble des éléments choisis parce qu'ils possèdent tous une même caractéristique, même propriété et qu'ils sont de même nature [7].

Pour MUCCHIELLI, la population d'étude est l'ensemble des personnes sur lesquelles porte l'enquête et qui constitue une collectivité, elle désigne aussi l'ensemble des individus qui s'intéressent aux études et ayant un caractère commun » [8].

Quant à Mandosi, la population est donc tout ensemble d'éléments (unité individu) soumis à une étude systématique qu'il s'agisse d'objets animés (hommes, animaux) ou qu'il s'agisse des objets inanimés (cigarettes, crayons, radio, arbre, piles), etc. [9].

En ce qui concerne cette recherche, la population d'étude est constituée des tous les enseignants et élèves finalistes des toutes les écoles secondaires pédagogique de la chefferie de Watalinga organisant la pédagogie.

Pour LUHAHI, un échantillon de sujets ou d'objets n'est qu'un sous- groupe d'éléments de la population concernée [10].

Reuchlin M., définit l'échantillon en tant qu'un sous-ensemble d'individus ou objets de référence (population univers pouvant compter un nombre fini ou infini [11]. Notre échantillon est constitué de 70 professeurs et de 100 élèves finalistes de

7 écoles organisant la section **pédagogique** en chefferie de Watalinga. Notre population est finie car les éléments de cette population sont dénombrés ou comptés. Nous avons pris 10 enseignants dans chaque école, vous trouverez dans certaines écoles 5 enseignants.

Il est échantillon par grappe. Pour constituer un échantillon par grappes, il s'agit, dans un premier temps de diviser la population en sous-groupes ou sous-ensembles appelés grappes. Chacun de ces groupes est constitué des individus dont on suppose qu'ils sont représentatifs de la population. Pour notre étude, les écoles ciblées constituent des grappes.

Le tableau ci-dessous, indique le nombre d'écoles, d'élèves et des enseignants constituant notre échantillon.

Tableau 1. Nombre d'écoles, de professeurs et d'élèves constituant L'échantillon

N Institut	Professeurs	Elèves
1. BUISEGHA	10	10
2. Kamango	5	20
3. Kikingi	5	10
4. Luanoli	10	20
5. Mambale	10	7
6. Muvingi	10	10
7. Nobili	10	13
8. Saa-Mbili	5	5
9. Mikamba	5	5
Total	70	100

Le tableau ci-dessus donne le nombre de 70 Professeurs et 100 élèves finalistes de 9 écoles constituant notre échantillon.

La méthode est définie selon GRAWISTZ, comme un moyen de parvenir à un aspect de la vérité, de répondre plus particulièrement à la question « comment ? ». C'est donc une procédure pour arriver à résoudre l'explication d'un phénomène soumis à l'étude [12].

Pour cette recherche, nous avons optés pour la méthode descriptive. Par la méthode descriptive, il s'agit de dégager les éléments importants, de les décrire d'une manière brève jusqu'à ce que l'on puisse avoir une idée sur l'éducation.

En ce qui concerne la technique, elle vient du mot grec « technê », dérivé lui-même du vocabulaire « technâ » et signifie fabriquer ou produire. Le terme « technos » signifie un outil ou un instrument. On utilise donc les outils ou instruments pour fabriquer ou produire.

Une technique est définie comme étant des outils de recherche qui permettent de récolter et traiter les informations nécessaires à l'élaboration d'un travail scientifique [12].

Nous avons utilisé deux techniques de récolte des données (Technique documentaire et questionnaire) et deux techniques d'analyse des données (Chi-carré et analyse des contenus).

Nous avons consulté différents documents pouvant nous fournir des informations valables à notre sujet de recherche en chefferie de Watalinga. Les documents consultés nous ont permis de recueillir les éléments relatifs aux résultats des examens d'Etat de 2016 à 2021 à partir des palmarès.

Nous avons soumis ce questionnaire à nos enquêtés dans les écoles ciblées.

4 PRESENTATION DES RESULTATS

Dans ce point, nous présentons, analysons et interprétons les résultats obtenus afin de prendre position par rapport aux hypothèses émises au début du travail. Nous commençons par présenter les niveaux d'étude des enseignants du secondaire en section pédagogie générale et normale.

Tableau 2. Niveau d'études des enseignants en chefferie de Watalinga

N°	Institut	Diplômés	Gradués	Licenciés
1.	Buisegha	22	0	0
2.	Kamango	32	1	1
3.	Luanoli	38	2	0
4.	Kikingi	18	0	0
5.	Mambale	32	1	0
6.	Muvungi	7	3	0
7.	Nobili	15	0	0
8.	Mikamba	16	0	0
9.	Saa-Mbili	18	1	0
	Total	198	7	1

Comme on peut le voir dans ce tableau, le nombre total des enseignants dans 9 écoles ciblées est de 206 avec seulement 7 gradués et un licencié.

Après nous avons consultés les palmarès des examens d'Etat de 2016-2021 pour nous rendre compte de la réussite des finalistes en Pédagogie.

Tableau 3. Résultats des élèves finalistes aux Examens d'Etat de 5 dernières années (2016-2021)

N°	Institutions	Part.	Réus.	Ech.	Part.	Réus.	Ech.	Part.	Réus.	Ech.	Part.	Réus.	Ech.	Part.	Réus.	Ech.	TOTAL GEN.		
																	Parti.	Réus.	Ech.
		2016-2017			2017-2018			2018-2019			2019-2020			2020-2021			2016-2021		
01	Buisegha	13	8	5	3	1	2	6	1	5	5	3	2	2	0	0	29	13	14
02	Kamango	22	17	5	4	0	4	9	0	9	5	3	2	15	2	13	55	22	33
03	Kikingi	12	7	5	16	0	16	6	0	6	6	3	3	7	0	7	47	10	37
04	Luanoli	11	0	11	21	1	20	22	6	16	17	14	3	9	0	9	80	21	59
05	Mambale	11	1	10	12	11	1	9	5	4	19	11	8	7	0	7	58	28	30
06	Muvungi	14	1	13	11	0	11	9	0	9	4	2	2	4	0	4	42	3	39
07	Nobili	12	0	12	8	0	8	7	0	7	-	-	-	-	-	-	27	0	27
08	Saa-mbili	17	6	11	16	2	14	9	4	5	15	3	12	16	1	15	73	16	57
09	Mikamba	8	4	4	10	0	10	5	2	3	7	3	4	7	0	7	37	9	28
	Total	120	44	76	101	15	86	82	18	64	78	42	36	67	3	62	448	122	324
	%																100	27,2	72,8

Sur 448 élèves finalistes, seulement 122 soit 27,2% ont obtenu leurs diplômes d'Etat et 324 soit 72,8% ont échoué.

Suite à ce constat, nous avons voulu connaître les causes réelles de ces résultats.

Tableau 4. Causes des échecs

N°	Réponses	F	%
01	Manque des enseignants qualifiés	40	23,5
02	Absence des bibliothèques scolaires adéquates	33	19,5
03	Insécurité et enclavement du milieu	25	14,7
04	Non achèvement des matières prévues	21	12,4
05	Etre venu d'une famille analphabète	17	10
06	Manque de motivation aux études pour les finalistes	12	7
07	Salaire dérisoire	12	7
08	Manque des programmes scolaires et des méthodes adéquates	10	5,9
	Total	170	100

La lecture de ce tableau montre que le manque des enseignants qualifiés et l'absence des bibliothèques scolaires adéquates sont les causes des échecs aux examens d'Etat en chefferie watalinga.

Tableau 5. Facteurs de la sous-qualification en chefferie de watalinga

N°	Réponses	F	%
01	Irrégularité des inspecteurs pour le suivi permanent des enseignements sur place.	65	41,7
02	Manque des institutions de l'enseignement supérieur et universitaire	31	19,9
03	Pauvreté des parents	25	16
04	Mariage précoce des apprenants	19	12,1
05	Enclavement du milieu	8	5,1
06	Problème de l'orientation scolaire	4	2,6
06	Influence des pairs	4	2,6
	Total	156	100

Dans ce tableau nous constatons que l'irrégularité et manque des institutions de l'enseignement supérieur et université sont des grands facteurs de la sous-qualification dans le milieu.

Eu égard à cette situation, le tableau ci-dessous épingle les solutions pour remédier à ce fléau.

Tableau 6. Solutions pour remédier à ce fléau

N°	Réponses	F	%
01	Encourager les jeunes de quitter le milieu pour les études supérieures	42	25,1
02	Implanté une bibliothèque scientifique dans la chefferie	34	20,4
03	Demander aux autorités d'implanter une institution d'enseignement supérieur pédagogique (ISP)	22	13,2
04	Une permanence des inspecteurs dans le milieu	20	11,9
05	Sensibiliser la jeunesse aux conséquences néfastes des mariages précoces	18	10,8
06	Améliorer les conditions de vie des enseignants	13	7,8
07	Multiplier les séances de la formation permanente des enseignants	8	4,8
08	Disponibiliser les programmes d'études adéquates dans toutes les écoles de la chefferie	5	2,9
09	Sensibiliser les aînés qui y quittent de rentrer après leurs études supérieures	3	1,8
	Total	167	100

La lecture de tableau signale les solutions à prendre pour relever le niveau de la sous-qualification et la réussite des finalistes aux examens d'Etat en chefferie de Watalinga.

5 ANALYSE STATISTIQUE DES RESULTATS

Nous procédons à une analyse de la comparaison des fréquences d'opinions pour les causes des échecs massifs aux examens d'Etat en Chefferie de Watalinga.

Tableau 7. Sous-qualification des enseignants

Sous qualification \ Causes	D'accord	Pas d'accord	Total
Elèves	100	0	100
Enseignants	55	15	70
Total	155	15	170

L'analyse de l'influence des résultats médiocres pour la sous-qualification des enseignants s'est effectuée grâce au test de Chi-carré. Elle renseigne que le chi-carré calculé (23,503) avec 1 degré de liberté, au niveau de signification de $p=0,05$ est supérieur au chi-carré de la table (3,845). La différence est significative. Ces résultats nous amènent à conclure que les élèves et les enseignants n'ont pas la même opinion sur la sous-qualification comme source des échecs aux examens d'Etat.

Tableau 8. Absence des institutions d'enseignement supérieur et universitaire

Causes			
	D'accord	Pas d'accord	Total
Absence des institutions d'enseignement supérieur universitaire.			
Elèves	80	20	100
Enseignants	70	0	70
Total	150	20	170

L'analyse statistique des résultats obtenus ici nous donne un chi-carré de 15,867 qui est supérieur à celui de la table (3,81), au seuil de probabilité de $p_2 = 0,5$ avec 1 degré de liberté. Cela nous pousse à rejeter l'hypothèse nulle et affirmons que la différence observée est significative.

Tableau 9. Tableau n° 9: Manque de suivi rigoureux des inspecteurs

Causes			
	D'accord	Pas d'accord	Total
Suivi rigoureux des inspecteurs			
Elèves	90	10	100
Enseignants	58	12	70
Total	148	22	170

Le calcul statistique des résultats indique que, à l'aide du test statistique de chi-carré, avec 1 degré de liberté, à 5% risque de nous tromper; le calcul du test est inférieur à celle de la table ($1,864 < 3,841$). La différence entre la distribution observée (f_o) et la distribution théorique homogène (f_e), en rapport avec le manque de suivi des inspecteurs est non significative. Ceci nous amène à conclure que les élèves et les professeurs ont une même opinion sur l'influence négative de manque de suivi sur les résultats aux examens d'Etat.

6 DISCUSION DES RESULTATS

La discussion des résultats est une des étapes la plus cruciale car, elle nécessite un effort soutenu afin de fournir une explication des résultats obtenus.

Comme nous l'avons souligné, la présente étude parle de l'Esquisse des causes des échecs massifs aux examens d'Etat en section pédagogique dans la chefferie de Watalinga de 2016 à 2021.

Pour y parvenir, nous nous sommes fixés deux objectifs:

1. Mettre à la portée de nos lecteurs les différentes causes des échecs massifs aux examens d'Etat, en section pédagogique dans la chefferie de Watalinga. Les résultats obtenus au tableau N°4, les énumère de la manière suivante:
 - Manque des enseignants qualifiés avec 24,2%;
 - Absence des bibliothèques scolaires adéquates 18,2 %;
 - Insécurité et enclavement du milieu 15,2%;
 - Non achèvement des matières prévues 12,7 %;
 - Etre venu d'une famille analphabète 10,3 %;
 - Manque de motivation aux études pour les finalistes 7,3%;
 - Salaire dérisoire 6%;
 - Manque des programmes scolaires et des méthodes adéquats 6%
2. Vérifier si les inspecteurs font le suivi des enseignements d'une manière régulière et s'il y a des institutions d'enseignements supérieurs pédagogiques afin de relever le défi. Le tableau N°9 nous a permis à élucider cette préoccupation. Nous

constatons dans ce tableau que les inspecteurs sont irréguliers dans toutes les écoles de la chefferie et qu'aucune institution d'enseignement supérieur pédagogique n'y était implantée.

En nous référant à ces résultats, nous constatons que nos deux hypothèses sont largement corroborées.

7 CONCLUSION

A l'issue de cette étude intitulée « Esquisse des causes des échecs massifs aux examens d'Etat en section pédagogique dans la chefferie de Watalinga », nous résumons les faits essentiels auxquels l'analyse a été conduite.

En rapport avec la sous-qualification des enseignants en chefferie de Watalinga, nous avons répertorié 198 professeurs diplômés d'Etat, 7 gradués et un licencié en pédagogie appliquée.

Avec ce nombre exorbitant de diplômés d'Etat, il est normal que les résultats aux Examens d'Etat soient médiocres.

A ce qui concerne le contrôle des enseignements par les inspecteurs, les résultats nous ont révélé que, ces derniers y arrivent rarement. Donc, les enseignants ne sont pas suivis ni recyclés et font comme bon leur semble. Toute la chefferie n'a aucune institution d'enseignement supérieur pédagogique (ISP) afin de relever le niveau de ceux-ci.

En bref, tous ces éléments influencent négativement les résultats des finalistes en pédagogie dans ce coin de la République Démocratique du Congo.

Pour aboutir à ces résultats, nous nous sommes servis de la méthode descriptive en recourant aux techniques documentaire et questionnaire.

Afin de dénouer ce fléau dans cette chefferie, nous suggérons ce qui suit:

- Que les gestionnaires de l'éducation affectent des inspecteurs permanents (POOL INSPECTION) à watalinga;
- Qu'on montre à la jeunesse l'importance des études au 21^{ème} siècle;
- Comme la contrée est enclavée par le Parc National de Virunga, que les autorités initient un Institut Supérieur pédagogique ou une Université avec la Faculté de Psychologie et de Sciences de l'Education avec deux départements: Sciences de l'Education et Agrégation

REFERENCES

- [1] Paulo Freire, Pédagogie des opprimés, Maspero, 1969, P.368.
- [2] Musa Alokpo, Sociologie et économie de l'éducation, FPSE, UNIKIN, Kinshasa, 2020, P.38.
- [3] Paul J.J, L'économie de l'éducation, Armand Colin, Paris, 2007, P.57.
- [4] Psacharopoulos G. et M. Woodhall, L'éducation pour le développement, une analyse des choix d'investissement, Paris, Economica, 1988, P. 101.
- [5] Archives de la Chefferie de watalinga en République Démocratique du Congo, consultées le 15 Janvier 2022.
- [6] Rapport annuel de la Chefferie de Watalinga, 1999.
- [7] M. Grawitz, Méthodes des Sciences Sociales, Paris, Dalloz, 1990, P.103.
- [8] Mucchielli R., Méthode et Recherche en Psychologie, Paris, PUF, 1972, P. 15.
- [9] J. Mandosi, Statistique appliquée aux affaires. 2ème Graduat en gestion et organisation du travail, Université de Kinshasa, 2020, P. 36.
- [10] E. Luhahi, Méthode de la recherche scientifique: Approches quantitatives, Kinshasa, Dostatist-FPSE, UNIKIN.
- [11] Reuchlin M. Les Méthodes en Psychologie, Paris, PUF, P.127.
- [12] Grawitz M., Méthodes des sciences sociales, paris, Dalloz, 1996.

Quantification saisonnière et scénarios de gestion des déchets solides ménagers de la ville de Grand-Bassam, Côte d'Ivoire

[Seasonal quantification and management scenarios for household solid waste in the city of Grand-Bassam, Ivory Coast]

Téya Koffi Basile¹, Effebi Kokoh Rose¹, Gbossou Koudou Christophe², and Ayayi Ayi Gavriel³

¹Faculté des Sciences et de Gestion de l'Environnement (FaSGE), Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Abidjan, Côte d'Ivoire

²Plateforme d'Expert d'Afrique pour le Développement Durable (EXPADD), Abidjan, Côte d'Ivoire

³Département des Sciences de la Gestion, Université du Québec à Trois Rivières 3351, Boulevard des Forges, Trois Rivières, Québec, Canada

Copyright © 2022 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 management of household waste in Grand-Bassam (Côte d'Ivoire) is one of the concerns of the municipal authorities. Thus, the objective of this study is to quantify this waste according to the seasons in the city. To this end, eight campaigns of quantification are conducted in 2021, two of which are per climatic season. The results show that an inhabitant produces on average 0.80 +/- 0.03 kg/day during the long dry season and 0.85 +/- 0.02 kg/day during the long rainy season. In the short dry season, an average person produces 0.821 +/- 0.04 kg/day, compared to 0.8 +/- 0.02 kg/day in the short rainy season. Households living in residential settlements, which include the majority of tourists, produce more waste with an average annual production of 1.3 +/- 0.06 kg/day/capita. The average annual composition of solid waste is dominated by organic matter with a total production of 155.13 kg/year/capita. The population of Bassam produces on average 26172 t/year of solid waste, that is to say an average production of 71704 kg/day. Waste production in households in Grand-Bassam varies significantly (ANOVA, $p < 0.05$), from one habitat to another but not from one season to another ($p > 0.05$). Within all habitats (residential, evolving, and precarious), household waste generation did not vary significantly ($p > 0.05$) across seasons. An efficient management of this waste must combine « prevention », « recovery » and « storage » actions with a maximum of pre-collection.

KEYWORDS: Household waste, production, composition, variability, habitat.

RESUME: La gestion des déchets ménagers à Grand-Bassam (Côte-d'Ivoire) constitue l'une des préoccupations des autorités communales. Ainsi, l'objectif de cette étude est de quantifier ces déchets selon les saisons dans la ville. À cet effet, il est réalisé huit campagnes de quantification en 2021 dont deux par saison climatique. Les résultats montrent qu'un habitant produit en moyenne 0,80 +/- 0,03kg/jour lors de la grande saison sèche et 0,85 +/- 0,02 kg/jour pendant la grande saison pluvieuse. Pour ce qui est de la petite saison sèche, un habitant produit en moyenne, 0,821 +/- 0,04 kg/jour contre 0,8 +/- 0,02 kg/jour en petite saison pluvieuse. Les ménages vivant dans les habitats résidentiels dont fait partie la majorité des touristes produisent plus de déchets avec une production moyenne annuelle de 1,3 +/- 0,06 kg/jour/habitant. La composition moyenne annuelle des déchets solides est dominée par les Matières Organiques avec une production totale de 155,13 kg/an/habitant. La population Bassamoise produit en moyenne 26172 t/an de déchets solides soit une production moyenne de 71704 kg/jour. La production des déchets dans les ménages à Grand-Bassam varie significativement (ANOVA, $p < 0,05$), d'un habitat à l'autre mais pas d'une saison à une autre ($p > 0,05$). Au sein de tous les habitats (résidentiel, évolutif et précaire), la production des déchets ménagers

ne varie pas significativement ($p > 0,05$) d'une saison à l'autre. Une gestion efficace de ces déchets doit associer les actions « prévention », « valorisation » et « stockage » avec un maximum de pré-collecte.

MOTS-CLEFS: Déchets ménagers, production, composition, variabilité, habitat.

1 INTRODUCTION

La question des déchets, dans un contexte de préservation de l'environnement, est un véritable problème dans les pays en développement notamment en Afrique Subsaharienne [1]. De plus, la mauvaise gestion de ces déchets (incinération à l'air libre, dépôts non contrôlés...) entraîne des pollutions du sol, de l'eau, de l'air et nuit à la santé humaine et animale [1], [2], [3], [4].

La production sans cesse croissante des déchets, elle-même, en rapport avec l'urbanisation rapide et la croissance démographique, se révèle la principale difficulté pour mieux adapter leur gestion [5], [6].

Ainsi, cette situation accentue-t-elle la dégradation de l'environnement surtout dans les Pays en Développement (PED) [7], [8], [9]. Dans cette même veine, la gestion inefficace des déchets municipaux, dans les villes Ouest africaines, est également à la base de graves problèmes sociaux liés à la qualité de l'eau potable, à l'assainissement et à la santé humaine [10], [11] et la Côte-d'Ivoire n'est pas en reste. En effet, les déchets urbains ne sont pas pris en charge par manque des systèmes de gestion adéquats [12], [13], [14], [15].

Face à cette problématique les autorités ivoiriennes ont adopté des stratégies de gestion et de réduction de ces déchets municipaux à travers le (Ministère de l'Environnement et du Développement Durable; Ministère de la Salubrité Urbaine; Ministère de la Santé et de l'Hygiène Publique). Ainsi, la création de l'Agence Nationale de Gestion des Déchets (ANAGED) en est la parfaite illustration et elle est chargée de réguler la gestion de tous types de déchets solides dans les régions et communes de Côte d'Ivoire. En effet, l'ANAGED, principale structure de gestion des déchets solides en Côte d'Ivoire a été créée par le décret n°2017-692 du 25 octobre 2017 et placée sous la tutelle technique du ministre chargé de l'Assainissement et de la Salubrité.

Nonobstant ces efforts, le ramassage et l'élimination des ordures en Côte-d'Ivoire posent toujours problème en ce sens que les ordures continuent de dégrader dangereusement l'environnement et les conditions de vie des populations. Ainsi, dans la ville balnéaire et patrimoine mondial de l'UNESCO Grand-Bassam, les déchets sont éparpillés dans les zones non bâties, rues, caniveaux, bas-fonds, abords des lagunes et océan [16].

Pourtant la gestion des déchets doit s'inscrire désormais dans la politique du développement durable optée par les Nations Unies. Malheureusement, face à l'absence cruciale des données locales sur les caractéristiques des déchets, les gestionnaires, pour mettre sur pied la filière de gestion, empruntent très souvent les données parfois peu fiables et non actualisées des métropoles, accroissant de ce fait les risques d'échec de telles initiatives.

La présente recherche a pour finalité la caractérisation et la quantification des déchets solides ménagers produits dans la ville de Grand-Bassam.

2 MATERIEL ET METHODE

2.1 ZONE D'ETUDE

Les recherches ont été réalisées à Grand-Bassam, ville située au Sud-Est de la Côte d'Ivoire, dans la région du Sud Comoé entre les latitudes 5°12.000'N et 5°14.880'N et les longitudes 3°43.380'O et 3°46.440'O (Figure 1). Ville historique, avec son architecture coloniale, Grand-Bassam est inscrite au patrimoine mondial de l'UNESCO depuis 2012 [17]. La localité de Grand-Bassam a un régime climatique comportant quatre saisons bien marquées au cours de l'année notamment une grande saison sèche allant de décembre à mars, une grande saison pluvieuse d'avril-à juillet, une petite saison sèche d'août à septembre et une petite saison des pluvieuses d'octobre à novembre.

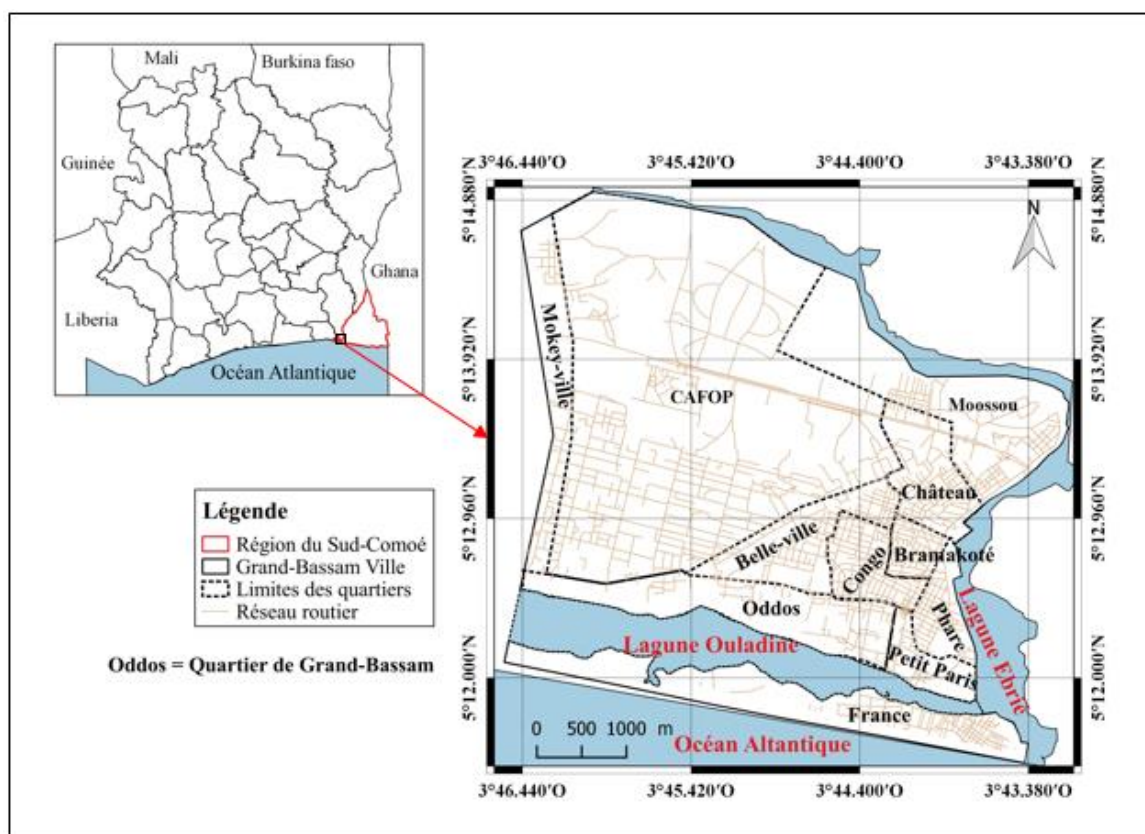


Fig. 1. Situation géographique de la ville de Grand-Bassam (Source: TÉYA)

2.2 DETERMINATION DES MENAGES À ÉCHANTILLONNER

En fonction des caractéristiques sociodémographiques, la méthode choisie pour déterminer le nombre de ménages à échantillonner est l'échantillonnage non probabiliste par quota. Elle s'est avérée appropriée face aux problèmes de non-répondants souvent fréquents dans le cadre de l'échantillonnage des déchets ménagers.

La formule de Fisher a été utilisée pour déterminer le nombre de ménages représentatifs (N) à échantillonner [18], [19]:

$$N = \frac{Z^2 \times P \times (1 - P)}{E^2} \quad (\text{équation 1})$$

Avec:

N: Taille d'échantillon minimale pour l'obtention de résultats significatifs.

Z: Niveau de confiance (la valeur type du niveau de confiance de 95 % sera 1,96)

P: Proportion attendue dans la population.

E: Marge d'erreur d'échantillonnage tolérée.

Ainsi, dans le cadre de cette étude, une probabilité de réalisation de 50 % a été fixée, en prenant un niveau de confiance de 95 % ($t = 1,96$) et la marge d'erreur ou niveau de significativité = 0,1 (10%).

Application numérique de la formule:

$$N = \frac{(1,96)^2 \times 0,5 \times (1 - 0,5)}{(0,1)^2}$$

Taille minimale est: N = 96 ménages.

Pour plus de représentativité de l'échantillon et en fonction des moyens, plusieurs corrections et considérations ont été faites; ce qui a permis d'ajuster l'échantillon à 207 ménages comme l'indique le

Tableau 1. Répartition par habitat des ménages à échantillonner

Habitats	Ménages	Ménages à échantillonner	Proportion (%)	Ménages échantillonnés réajustés
Résidentiel	1337	7	7,80	46
Évolutif	12820	72	74,60	91
Précaire	3029	17	17,60	70
Totaux	17186	96	100	207

Données ménages, Source: INS, 2014

2.3 ÉCHANTILLONNAGE

Huit campagnes en raison de deux par saison ont été effectuées. Des poubelles ont été distribuées aux ménages deux jours avant. Le jour suivant les deux jours de la production d'ordures dans les ménages, les sacs poubelles sont récupérés, refermés et étiquetés d'une fiche indiquant leur habitat de provenance. Ils sont ensuite transportés sur le site expérimental. Le tri a été effectué manuellement sur le contenu brut de chaque échantillon.

Les déchets solides ménagers de la ville de Grand-Bassam sont répartis en huit (8) catégories à savoir les Matières Organiques Biodégradables (MO BIO), les Papiers/Cartons (P/C), les Gravats/Fines (G/F), les Plastiques (P), les Tissus/Cuir (T/C), les Verres/Céramiques (V/C), les Métaux et les Piles. Pour les pesées, une balance de 140 kg a été utilisée pour les échantillons lourds et moyens, et une balance de 20 kg pour les composantes triées.

2.4 TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNÉES

Le traitement et l'analyse des données obtenues lors de la caractérisation et la quantification des déchets solides ménagers ont permis d'exprimer la production et la composition desdits déchets en fonction des facteurs potentiels de variation choisis que sont: la saison et l'habitat. Une analyse statistique a permis ensuite de se prononcer sur la significativité des variations observées.

Pour cela, des tests paramétriques de l'ANOVA à 1 facteur (test de significativité 5%) ont été réalisés. La valeur statistique F obtenue est le rapport de la variance intergroupe sur la variance intra-groupe. L'hypothèse de départ (aucune différence entre les moyennes n'est détectée), est acceptée si la valeur de F est nulle; dans le cas contraire, elle est rejetée (il existe au moins une différence). Plus cette valeur de F est grande, plus les moyennes sont éloignées les unes des autres. La significativité est confirmée quand $p < 0,05$ [20]. Pour cette analyse, le test de Tukey a été utilisé pour la comparaison deux à deux au cas où les variables affichent une différence ($p < 0,05$) entre les groupes (habitats et saisons). Avant toutes les analyses, des tests de normalité (test de Shapiro-Wilk) et d'homogénéité (test de Levene) ont été effectués sur les paramètres. Pour ce faire, le logiciel R, version R-4.1.2 a été utilisé; précisément à l'analyse de la variance pour la production des déchets solides ménagers.

3 RESULTATS

3.1 CARACTERISTIQUES DES DECHETS MENAGERS DE LA VILLE DE GRAND-BASSAM

3.1.1 PRODUCTION SAISONNIÈRE DES DÉCHETS MÉNAGERS DE LA VILLE DE GRAND-BASSAM

Le présente la production massique saisonnière en (kg/jour/habitant) des déchets solides ménagers à Grand-Bassam. En effet, à Grand-Bassam pendant les grandes saisons sèche et pluvieuse, un habitant produit respectivement $0,80 \pm 0,03$ kg/jour et $0,85 \pm 0,02$ kg/jour de déchets ménagers. Pour ce qui est des petites saisons sèche et pluvieuse, un habitant en produit respectivement $0,81 \pm 0,04$ kg/jour et $0,8 \pm 0,02$ kg/jour. Ainsi, dans la ville de Grand-Bassam, excepté la grande saison des pluies, les productions moyennes des déchets solides ménagers sont-elles sensiblement égales suivant les quatre saisons climatiques de la région.

Pour les quatre saisons, ce sont les ménages vivant dans les habitats résidentiels, constitués dans leur majorité de touristes et basés majoritairement au quartier France, qui produisent le plus de déchets. Ils sont suivis par les ménages des habitats évolutifs, les ménages vivant les habitats précaires produisent le moins de déchets.

En outre, quelles que soient les saisons, la production moyenne de déchets solides ménagers enregistrée les week-ends est nettement au-dessus de celle observée les jours ouvrables.

Tableau 2. Production massive saisonnière en (kg/jour/habitat) des déchets ménagers à Grand-Bassam

PRODUCTION MASSIQUE EN GRANDE SAISON (kg/jour/habitant)								
	Grande Saison Sèche				Grande Saison des Pluies			
ÉCHANTILLONNAGE	HP	HE	HR	Moy	HP	HE	HR	Moy
Week-End	0,54	0,63	1,26	0,81	0,49	0,75	1,33	0,86
Jour Ouvrable	0,53	0,62	1,18	0,78	0,51	0,75	1,25	0,84
PRODUCTION MOYENNE	0,54 +/- 0	0,63 +/- 0,01	1,22 +/- 0,07	0,8 +/- 0,03	0,5 +/- 0,01	0,75 +/- 0	1,29 +/- 0,07	0,85 +/- 0,02
PRODUCTION MASSIQUE EN PETITE SAISON (kg/jour/habitant)								
	Petite Saison Sèche				Petite Saison des Pluies			
ÉCHANTILLONNAGE	HP	HE	HR	Moy	HP	HE	HR	Moy
Week-End	0,5	0,67	1,35	0,84	0,37	0,67	1,39	0,81
Jour Ouvrable	0,38	0,65	1,31	0,78	0,5	0,52	1,32	0,78
PRODUCTION MOYENNE	0,44 +/- 0,08	0,66 +/- 0,01	1,33 +/- 0,04	0,81 +/- 0,04	0,44 +/- 0,09	0,6 +/- 0,11	1,36 +/- 0,05	0,8 +/- 0,02

Avec: HP= Habitat Précaire; HE= Habitat Évolutif; HR= Habitat Résidentiel.

3.1.2 COMPOSITION SAISONNIÈRE DES DÉCHETS MÉNAGERS DE LA VILLE DE GRAND-BASSAM

La présente la composition de la production massive journalière saisonnière moyenne des déchets solides ménagers à Grand-Bassam. Ainsi, la composition massive des déchets solides ménagers à Grand-Bassam est dominée par les Matières Organiques Biodégradables sur toutes les quatre saisons. En somme, cette catégorie est plus produite par les habitants de Grand-Bassam pendant la grande saison pluvieuse avec une production moyenne de 0,44 kg/jour/habitant.

Après les Matières Organiques Biodégradables, suivent les Gravats/fines et les Papiers/Cartons. Les productions maximales sont de 0,19 kg/jour/habitant (petite saison sèche); 0,13 kg/jour/habitant (grande saison sèche) respectivement pour les Gravats/fines et les Papiers/Cartons. Les déchets plastiques occupent la quatrième place avec une production plus ou moins importante en petite saison des pluies (0,08 kg/jour/habitant). Les déchets composés de Verres/Céramiques, de Métaux et de Piles sont produits en faible quantité dans les ménages de Grand-Bassam avec des quantités saisonnières plus ou moins constantes.

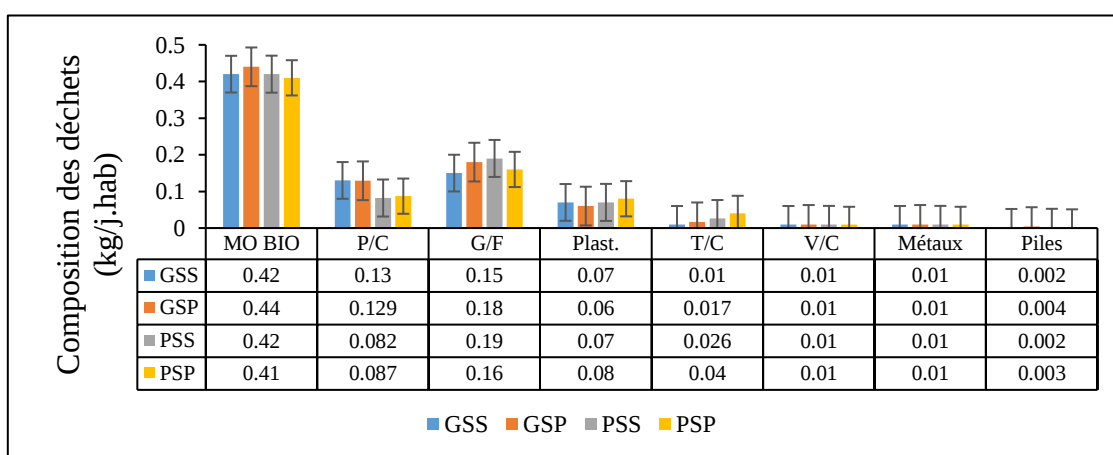


Fig. 2. Composition de la production massive journalière saisonnière moyenne des déchets solides ménagers à Grand-Bassam

Avec: GSS= Grande Saison Sèche; GSP= Grande Saison des Pluies; PSS= Petite Saison Sèche; PSP= Petite Saison des Pluies. MO= Matières Organiques; P/C= Papiers/Cartons; G/F= Gravats/Fines; Plast. = Plastiques; T/C= Tissus/Cuir; V/C= Verres/Céramiques.

3.1.3 COMPOSITION SAISONNIÈRE DES DÉCHETS MÉNAGERS DANS LES HABITATS

Le Tableau 3 indique la composition saisonnière des déchets solides dans les habitats de Grand-Bassam. Ainsi, l'expression de la composition des déchets solides ménagers à Grand-Bassam en fonction des habitats révèle que certaines catégories de déchets sont plus ou moins typiques d'un habitat. En effet, la production des Matières Organiques Biodégradables, des Papiers/Cartons, des Plastiques, des Tissus/Cuirs et des Piles est majoritaire dans les ménages vivant dans les habitats résidentiels aussi bien en grande saison des pluies qu'en grande saison sèche en passant par les petites saisons pluvieuse et sèche. En somme, les habitats résidentiels produisent plus de Matières Organiques, de Papiers/Cartons, de Plastiques, Tissus/Cuirs et les Piles comme déchets au cours des quatre saisons que les habitats précaires et évolutifs.

Cependant, s'agissant des déchets tels que les Métaux, les Verres/Céramiques et les Gravats/Fines, leur production ne révèle pas de dépendance explicite vis-à-vis d'un habitat quelconque. En effet, la production de Métaux est majoritaire dans les ménages à habitat précaire pendant la grande saison sèche; alors que pendant la grande des pluies, les petites saisons pluvieuses et sèches, elle est sensiblement égale dans tous les habitats excepté l'habitat résidentiel où cette production est nulle. Pour ce qui est des Verres/Céramiques, leur production est majoritaire et constante dans les habitats précaires et résidentiels aux petites saisons de pluies et sèches; alors que pendant la grande saison sèche, elle l'est uniquement dans les ménages vivant dans les habitats résidentiels. Enfin, les plus grandes quantités de Gravats/Fines sont observées dans les habitats évolutifs aux grandes saisons pluvieuses et sèches et pendant les petites saisons de pluies et sèches, dans les habitats résidentiels.

Tableau 3. *Composition massique saisonnière des déchets ménagers dans les habitats à Grand-Bassam*

COMPOSITION MASSIQUE EN GRANDE SAISON (kg/jour/habitant)								
CATÉGORIES	Grande Saison Sèche				Grande Saison des Pluies			
	HP	HE	HR	Moy	HP	HE	HR	Moy
Matières Organiques	0,32	0,28	0,65	0,42	0,31	0,28	0,73	0,44
Papiers/Cartons	0,1	0,04	0,24	0,13	0,118	0,039	0,23	0,129
Gravats/Fines	0,04	0,24	0,17	0,15	0,01	0,36	0,18	0,18
Plastiques	0,03	0,05	0,13	0,07	0,04	0,05	0,09	0,06
Tissus/Cuirs	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0,011	0,04	0,017
Verres/Céramiques	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0	0,01	0,01
Métaux	0,03	0	0	0,01	0,01	0,01	0	0,01
Piles	0	0,002	0,004	0,002	0,002	0	0,01	0,004
PRODUCTION TOTALE	0,54	0,63	1,22	0,8	0,50	0,75	1,29	0,85
	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
	0,12	0,12	0,24	0,15	0,12	0,15	0,27	0,16
COMPOSITION MASSIQUE EN PETITE SAISON (kg/jour/habitant)								
CATÉGORIES	Petite Saison Sèche				Petite Saison des Pluies			
	HP	HE	HR	Moy	HP	HE	HR	Moy
Matières Organiques	0,31	0,3	0,66	0,42	0,3	0,26	0,67	0,41
Papiers/Cartons	0,03	0,02	0,196	0,082	0,02	0,028	0,213	0,087
Gravats/Fines	0,01	0,26	0,3	0,19	0,01	0,23	0,26	0,16
Plastiques	0,04	0,06	0,11	0,07	0,037	0,049	0,14	0,08
Tissus/Cuirs	0,02	0,01	0,048	0,026	0,04	0,03	0,05	0,04
Verres/Céramiques	0,02	0	0,01	0,01	0,02	0	0,02	0,01
Métaux	0,01	0,01	0	0,01	0,01	0,01	0	0,01
Piles	0	0	0,006	0,002	0	0,002	0,007	0,003
PRODUCTION TOTALE	0,44	0,66	1,33	0,81	0,44	0,61	1,36	0,8
	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
	0,12	0,13	0,24	0,16	0,11	0,11	0,25	0,15

Avec: HP= Habitat Précaire; HE= Habitat Évolutif; HR= Habitat Résidentiel.

3.1.4 PRODUCTION ANNUELLE DES DÉCHETS MÉNAGERS DE LA VILLE DE GRAND-BASSAM

Les caractéristiques annuelles des déchets ménagers ont été déterminées en définissant chaque mois de l'année selon qu'il est pluvieux ou sec. Les caractéristiques de la saison correspondante à chaque mois lui ont été attribuées et une fois les caractéristiques mensuelles définies, les caractéristiques annuelles sont déduites. Ainsi, les Tableaux 4 et 5 présentent respectivement les productions mensuelles moyennes et journalières annuelles des déchets ménagers à Grand-Bassam. En effet, chaque habitant produit en moyenne 298,7 kg/an de déchets ménagers soit une production moyenne journalière annuelle de 0,82 kg/jour/habitant. La production massique des déchets solides ménagers à Grand-Bassam est nettement élevée pendant les mois de Mai et Juillet avec une production mensuelle de 26,35 kg/mois/habitant. Avec une production moyenne de 1,3 +/- 0,06 kg/jour/habitant, la production annuelle des déchets ménagers à Grand-Bassam est élevée dans les habitats résidentiels par rapport à ceux des habitats précaires (0,50 +/- 0,05 kg/jour/habitant) et évolutifs (0,66 +/- 0,07 kg/jour/habitant) quelles que soient les saisons considérées.

Tableau 4. Production mensuelle moyenne des déchets ménagers à Grand-Bassam

MOIS	GSS		GSP		PSS		PSP		PRODUCTION MENSUELLE (kg/mois.hab)
	Nombre de jours	Production	Nombre de jours	Production	Nombre de jours	Production	Nombre de jours	Production	
Décembre	31	0,8	0	0,85	0	0,82	0	0,8	24,8
Janvier	31	0,8	0	0,85	0	0,82	0	0,8	24,8
Février	28	0,8	0	0,85	0	0,82	0	0,8	22,4
Mars	31	0,8	0	0,85	0	0,82	0	0,8	24,8
Avril	0	0,8	30	0,85	0	0,82	0	0,8	25,5
Mai	0	0,8	31	0,85	0	0,82	0	0,8	26,35
Juin	0	0,8	30	0,85	0	0,82	0	0,8	25,5
Juillet	0	0,8	31	0,85	0	0,82	0	0,8	26,35
Août	0	0,8	0	0,85	31	0,81	0	0,8	25,11
Septembre	0	0,8	0	0,85	30	0,81	0	0,8	24,3
Octobre	0	0,8	0	0,85	0	0,82	31	0,8	24,8
Novembre	0	0,8	0	0,85	0	0,82	30	0,8	24
PRODUCTION MOYENNE TOTALE ANNUELLE (kg/an.hab)									298,71
PRODUCTION MOYENNE JOURNALIÈRE ANNUELLE (kg/jour/habitant)									0,82
PRODUCTION MOYENNE JOURNALIÈRE ANNUELLE (kg/jour/habitant)									0,82

Avec: Production de Décembre= $31 \times 0,8 + 0 \times 0,85 + 0 \times 0,82 + 0 \times 0,8 = 24,8$ kg/mois/habitant;

Décembre, Janvier, Février, Mars= GSS; Avril, Mai, Juin, Juillet= GSP; Août, Septembre= PSS; Octobre, Novembre= PSP.

Tableau 5. Production journalière annuelle des déchets ménagers à Grand-Bassam en fonction des saisons et des habitats

PRODUCTION ANNUELLE (kg/jour/habitant)				
Saisons	HP	HE	HR	Moyenne
GSS	0,54	0,63	1,22	0,80
GSP	0,5	0,75	1,29	0,85
PSS	0,44	0,66	1,33	0,81
PSP	0,44	0,61	1,36	0,80
PRODUCTION MOYENNE	0,50	0,66	1,3	0,82
	+/-	+/-	+/-	+/-
	0,05	0,07	0,06	0,02

Avec: HP= Habitat Précaire; HE= Habitat Évolutif; HR= Habitat Résidentiel. GSS= Grande Saison Sèche; GSP= Grande Saison des Pluies; PSS= Petite Saison Sèche; PSP= Petite Saison des Pluies. MO= Matières Organiques; P/C= Papiers/Cartons; G/F= Gravats/Fines; Plast. = Plastiques; T/C=

3.1.5 COMPOSITION ANNUELLE DES DÉCHETS MÉNAGERS DE LA VILLE DE GRAND-BASSAM

Le et la présentent la composition massique annuelle des déchets solides ménagers à Grand-Bassam. En effet, la composition moyenne annuelle des déchets solides ménagers à Grand-Bassam est dominée par les Matières Organiques avec une production totale de 155,13 kg/an/habitant soit 51,9% de la production totale des déchets solides ménagers. Ils sont suivis par les Gravats/Fines, les Papiers/Cartons et les Plastiques avec respectivement 61,46 kg/an/habitant (20,6%); 41,52 kg/an/habitant (13,9%) et 24,94 kg/an/habitant (8,4%) de production. Les composants tels que les Tissus/Cuirs, les Verres/Céramiques, les Métaux et les Piles comptabilisent les plus faibles quantités de production avec respectivement 7,32 65 kg/an/habitant (2,45%), 3,65 kg/an/habitant (1,2%), 3,65 kg/an/habitant (1,2%) et 1,04 kg/an/habitant (0,35%). Considérant les Matières Organiques, les Papiers/Cartons et les Piles, les plus grandes quantités sont observées en Avril, Mai, Juin et Juillet, se rapportant à la grande saison des pluies. Les plus grandes quantités de Gravats/Fines sont enregistrées au cours des mois d'Août et Septembre correspondant à la petite saison sèche. Quant aux catégories de déchets telles que les Plastiques et les Tissus/Cuirs, les fortes productions s'observent aux mois d'Octobre et Novembre coïncidant à la petite saison des pluies. Enfin, les Verres/Céramiques et les Métaux enregistrent des productions plus ou moins constantes tout au long de l'année.

Tableau 6. Composition mensuelle moyenne des déchets solides ménagers à Grand-Bassam

MOIS	MO	P/C	G/F	Plast.	T/C	V/C	Métaux	Piles	TOTAL
(kg/mois/habitant)									
Décembre	13,02	3,96	4,65	2,17	0,31	0,31	0,31	0,062	24,8
Janvier	13,02	3,97	4,65	2,17	0,31	0,31	0,31	0,062	24,8
Février	11,76	3,58	4,2	1,96	0,28	0,28	0,28	0,056	22,4
Mars	13,02	3,97	4,65	2,17	0,31	0,31	0,31	0,062	24,8
Avril	13,2	3,87	5,4	1,8	0,51	0,3	0,3	0,12	25,5
Mai	13,64	4	5,58	1,86	0,53	0,31	0,31	0,124	26,35
Juin	13,2	3,87	5,4	1,8	0,51	0,3	0,3	0,12	25,5
Juillet	13,64	4	5,58	1,86	0,53	0,31	0,31	0,124	26,35
Août	13,02	2,54	5,89	2,17	0,81	0,31	0,31	0,062	25,11
Septembre	12,6	2,46	5,7	2,1	0,78	0,3	0,3	0,06	24,3
Octobre	12,71	2,7	4,96	2,48	1,24	0,31	0,31	0,1	24,8
Novembre	12,3	2,6	4,8	2,4	1,2	0,3	0,3	0,09	24
Total (kg/an/habitant)	155,13	41,52	61,46	24,94	7,32	3,65	3,65	1,04	298,71
Proportion (%)	51,9	13,9	20,6	8,4	2,45	1,2	1,2	0,35	100
Production (kg/jour/habitant)	0,43	0,11	0,17	0,07	0,02	0,01	0,01	0,003	0,82

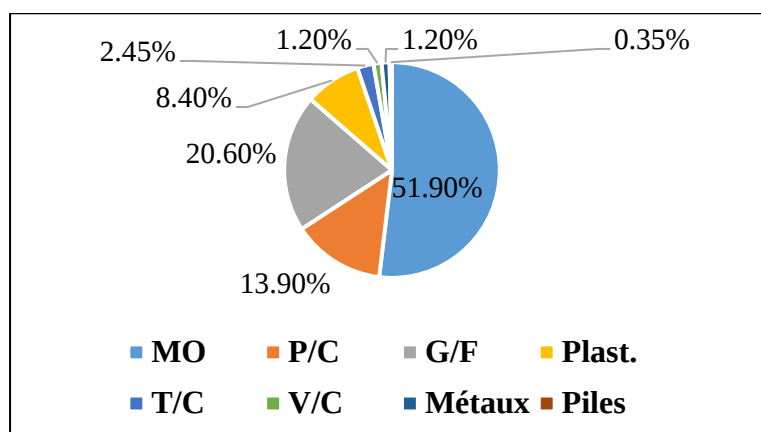


Fig. 3. Composition massique annuelle des déchets solides ménagers à Grand-Bassam

Avec MO= Matières Organiques; P/C= Papiers/Cartons; G/F= Gravats/Fines; Plast. = Plastiques; T/C= Tissus/Cuirs; V/C= Verres/Céramiques.

3.2 VARIABILITE DES DECHETS MENAGERS DE LA VILLE DE GRAND-BASSAM

3.2.1 VARIABILITÉ ANNUELLE INTER-HABITAT

La présente la variabilité annuelle inter-habitat de la production des déchets solides ménagers à Grand-Bassam. Ainsi, la production des déchets solides dans les ménages à Grand-Bassam varie très significativement (ANOVA, $p = 0,2 \cdot 10^{-7} < 0,05$ et $F = 224,9$), d'un habitat à l'autre: la variabilité annuelle inter-habitat de la production des déchets solides ménagers à Grand-Bassam est très significative. En somme, d'après le test de Tukey, la production moyenne obtenue dans l'habitat résidentiel est significativement différente ($p < 0,05$) de celles obtenues dans les habitats précaire et évolutif. De même, celle obtenue dans l'habitat précaire est significativement différente ($p < 0,05$) de celle obtenue dans l'habitat évolutif.

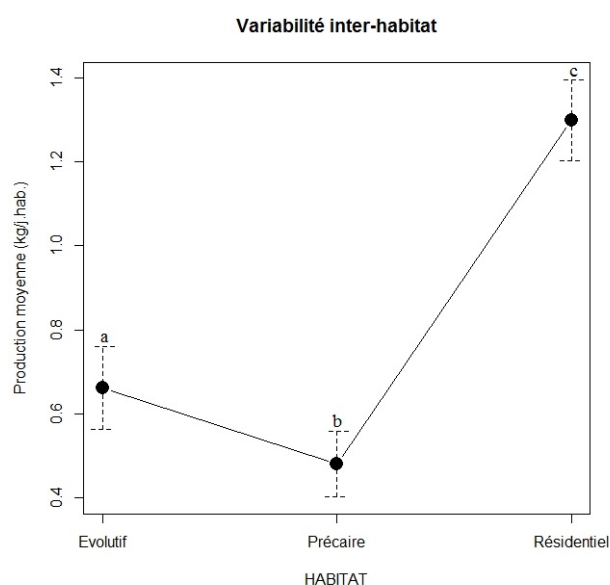


Fig. 4. Variabilité annuelle inter-habitat de la production des déchets dans les ménages à Grand-Bassam

Les valeurs ne partageant pas une lettre alphabétique en commun diffèrent significativement (test de Tukey, $p < 0,05$).

3.2.2 VARIABILITÉ ANNUELLE INTER-SAISON

La présente la variabilité annuelle inter-saison de la production des déchets solides ménagers à Grand-Bassam. En effet, le test d'ANOVA révèle qu'il n'y a pas de différence significative entre les quantités moyennes des déchets solides suivant les quatre saisons considérées ($p = 0,99 > 0,05$ et $F = 0,024$): la variabilité annuelle inter-saison de la production des déchets ménagers à Grand-Bassam est non-significative.

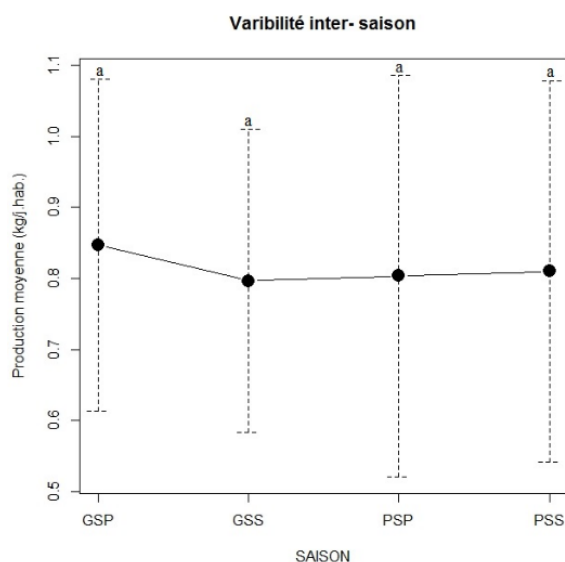


Fig. 5. Variabilité annuelle inter-saison de la production des déchets solides ménagers à Grand-Bassam

Les valeurs partageant une lettre alphabétique en commun ne diffèrent pas significativement (test d'ANOVA, $p > 0,05$).

Avec: GSS= Grande Saison Sèche; GSP= Grande Saison des Pluies; PSS= Petite Saison Sèche; PSP= Petite Saison des Pluies.

3.2.3 VARIABILITÉ INTER-SAISON INTRA-HABITAT

Le renseigne sur la variabilité inter-saison intra-habitat de la production des déchets solides ménagers dans la ville de Grand-Bassam. En effet, au sein de tous les habitats (résidentiel, évolutif et évolutif), la production des déchets ménagers ne varie pas de façon significative d'une saison à l'autre (test d'ANOVA, $p > 0,05$): la variabilité inter-saison intra-habitat de la production des déchets ménagers est non-significative.

Tableau 7. Variabilité inter-saison intra-habitat de la production des déchets solides ménagers dans la ville de Grand-Bassam (en vert= résultat non significatif)

Paramètres	Intra-standing		
	HP	HE	HR
GSS	0,54 ^a	0,63 ^a	1,22 ^a
GSP	0,50 ^a	0,75 ^a	1,29 ^a
PSS	0,44 ^a	0,66 ^a	1,33 ^a
PSP	0,44 ^a	0,61 ^a	1,36 ^a
F	1,21	3,16	2,60
P	0,42	0,15	0,18

Les valeurs partageant une lettre alphabétique en commun sur chaque colonne dans le tableau ne diffèrent pas significativement (test d'ANOVA, $p > 0,05$).

3.2.4 VARIABILITÉ INTRA- SAISON INTER- HABITAT

Les résultats de l'analyse de variance (ANOVA) consignés dans le Tableau 8, montrent que suivant les saisons considérées, la production des déchets ménagers à Grand-Bassam varie de façon significative d'un habitat à l'autre (ANOVA, $p < 0,05$): la variabilité intra-saison inter-habitat de la production est très significative au cours de la grande saison pluvieuse, grande saison sèche, petite saison pluvieuse et petite saison sèche. En effet, le test de Tukey révèle que les productions des déchets ménagers obtenues au cours de la grande saison pluvieuse et de la petite saison sèche sont significativement différentes ($p < 0,05$) de celles obtenues entre les habitats résidentiel et précaire, entre les habitats résidentiel et évolutif et entre les habitats précaire et évolutif. En somme, en grande saison sèche comme en petite saison des pluies, le test de Tukey révèle que les productions des déchets ménagers varient de façon significativement différente ($p < 0,05$) entre l'habitat résidentiel et l'habitat précaire et entre l'habitat résidentiel et l'habitat évolutif. Cependant, aucune variation significative n'est observée entre les productions observées dans les deux saisons susmentionnées au sein des habitats évolutifs et précaires ($p > 0,05$).

Tableau 8. Variabilité intra- saison inter- habitat de la production des déchets solides ménagers dans la ville de Grand-Bassam (en rouge = résultat significatif)

Paramètres	Intra-saison			
	GSS	GSP	PSS	PSP
HP	0,54 ^a	0,50 ^a	0,44 ^a	0,44 ^a
HE	0,63 ^a	0,75 ^b	0,66 ^b	0,61 ^a
HR	1,22 ^b	1,29 ^c	1,33 ^c	1,36 ^b
F	197,3	227	161,6	65,44
P	0,0007	0,0005	0,0008	0.0033

Les valeurs partageant une lettre alphabétique en commun sur chaque colonne dans le tableau ne diffèrent pas significativement (test de Tukey, $p > 0,05$).

Avec: HP= Habitat Précaire; HE= Habitat Évolutif; HR= Habitat Résidentiel. GSS= Grande Saison Sèche; GSP= Grande Saison des Pluies; PSS= Petite Saison Sèche; PSP= Petite Saison des Pluies.

3.3 ÉLABORATION DES SCENARIOS DE GESTION DES DECHETS SOLIDES MENAGERS À GRAND-BASSAM

3.3.1 ANALYSE DES DIFFÉRENTES ALTERNATIVES

Les déchets sont classés selon leur comportement et leurs effets sur l'environnement, lorsqu'ils sont abandonnés à eux-mêmes. Ainsi, il est distingué les fermentescibles, les combustibles, les déchets inertes et les déchets dangereux. Pour les catégories Papiers/Cartons et Tissus/Cuirs, aussi bien fermentescibles que combustibles, la valorisation envisagée est le compostage. Ces catégories sont comptabilisées uniquement dans les déchets fermentescibles. Le présente le poids des différentes classes de déchets solides ménagers émis à Grand-Bassam et les catégories y afférentes.

Tableau 9. Poids des classes de déchets solides ménagers émis à Grand-Bassam en 2021

Classes	t/an	Catégories	t/an
P1: Fermentescibles (0,682)	17871	P11: MO BIO (0,519)	13592
		P12: Papiers/Cartons (0,139)	3638
		P13: Tissus/Cuirs (0,0245)	641
P2: Combustibles (0,084)	2185	P21: Plastiques (0,084)	2185
P3: Inertes (0,218)	5705	P31: Verres/Céramiques (0,012)	320
		P32: Gravats/Fines (0,206)	5385
P4: Dangereux (0,016)	411	P41: Métaux (0,012)	320
		P42: Piles (0,0035)	91

3.3.2 HYPOTHÈSES DE GESTION ET PRÉSENTATION DES ALTERNATIVES

Ces hypothèses se fondent sur les politiques de gestion de déchets solides dans le monde en général et en particulier celles de l'Agence Nationale de Gestion des Déchets (ANAGED). En effet, l'ANAGED est la structure chargée de l'élaboration et de la mise en œuvre de la politique du Gouvernement ivoirien en matière de gestion de déchets solides. Ainsi, dans sa politique ressort-il les notions suivantes: Prévention-Valorisation-Élimination. Se basant sur ces termes, chacun constitue un scénario élémentaire en matière de gestion des déchets solides ménagers. Ainsi, chaque scénario élémentaire apporte-t-il une amélioration à la situation qui prévaut à Grand-Bassam. Cependant, quand ces scénarios sont combinés pour en faire des alternatives de gestion future, quatre alternatives sont obtenues:

Alternative A « Élimination »: Il s'agirait de traiter tous les déchets collectés en les éliminant. Dans notre cas, il est considéré que tous les déchets pré-collectés seraient stockés.

Alternative B « Valorisation-Élimination »: si nous fixons le taux maximal de valorisation à 75 %, nous arrivons à trois (3) variantes pour cette alternative.

B1: Il s'agirait de composter 75 % des déchets fermentescibles, de recycler 75 % des Gravats/Fines, des Plastiques, des Verres/Céramiques et des Métaux; de mettre en décharge le reste (25 % des fermentescibles, Gravats/Fines, Plastiques, Verres/Céramiques, Métaux et toutes les Piles).

B2: il s'agirait de composter 50 % des déchets fermentescibles, de recycler 50 % des combustibles, inertes, métaux et d'éliminer le reste (50 % des fermentescibles, combustibles, inertes, métaux et la totalité des piles).

B3: il s'agirait de composter 25 % des fermentescibles, de recycler 25 % des combustibles, inertes, métaux et d'éliminer le reste (75 % des fermentescibles, combustibles, inertes, métaux et la totalité des piles).

Alternative C « Prévention-Valorisation-Élimination »: si nous fixons le taux maximal de prévention ici à 50 %, nous arrivons à 2 variantes pour cette alternative.

C1: il s'agirait de prévenir 50 % des fermentescibles, combustibles, inertes, dangereux, de recycler 25 % des fermentescibles, combustibles, inertes, métaux et d'éliminer 25 % des fermentescibles, combustibles, inertes, métaux et 50 % des piles.

C2: il s'agirait de prévenir 25 % des fermentescibles, combustibles, inertes, dangereux, de recycler 50 % des fermentescibles, combustibles, inertes, métaux et d'éliminer 25 % des fermentescibles, combustibles, inertes, métaux et 75 % des piles.

Alternative D « Prévention-Élimination »: si nous fixons le taux de prévention maximal ici à 75 %, nous arrivons à 3 variantes pour cette alternative.

D1: il s'agirait de prévenir 75 % des fermentescibles, combustibles, inertes, dangereux et d'éliminer le reste.

D2: il s'agirait de prévenir 50 % des fermentescibles, combustibles, inertes, dangereux et d'éliminer le reste.

D3: il s'agirait de prévenir 25 % des fermentescibles, combustibles, inertes, dangereux et d'éliminer le reste.

Les Tableaux X et XI présentent respectivement le récapitulatif des alternatives et de leurs variantes et la répartition des déchets suivant les alternatives de gestion proposée et les variantes possibles.

Tableau 10. Récapitulatif des alternatives et de leurs variantes

Scénarios Alternatives		Prévention S1	Valorisation S2	Élimination S3
A	A	0	0	P1+P2+P3+P4
B	B1	0	0,75* (P1+P2+P3+P4)	0,25* (P1+P2+P3+P4) + P42
	B2	0	0,50* (P1+P2+P3+P4)	0,50* (P1+P2+P3+P4) + P42
	B3	0	0,25* (P1+P2+P3+P4)	0,75* (P1+P2+P3+P4) + P42
C	C1	0,50* (P1+P2+P3+P4)	0,25* (P1+P2+P3+P4)	0,25* (P1+P2+P3+P4) + 0,50*P42
	C2	0,25* (P1+P2+P3+P4)	0,50* (P1+P2+P3+P4)	0,25* (P1+P2+P3+P4) + 0,75*P42
D	D1	0,75* (P1+P2+P3+P4)	0	0,25* (P1+P2+P3+P4)
	D2	0,50* (P1+P2+P3+P4)	0	0,50* (P1+P2+P3+P4)
	D3	0,25* (P1+P2+P3+P4)	0	0,75* (P1+P2+P3+P4)

Tableau 11. Répartition des déchets suivant les alternatives de gestion proposés et les variantes possibles

Alternatives Scénarios		A	B			C		D		
		A	B1	B2	B3	C1	C2	D1	D2	D3
Prévention	S1	0	0	0	0	0,5	0,25	0,75	0,5	0,25
Valorisation	S2	0	0,74	0,5	0,25	0,25	0,5	0	0	0
Élimination	S3	1	0,26	0,5	0,75	0,25	0,25	0,25	0,5	0,75

De l'analyse de ces trois scénarios, il ressort que plus le taux de prévention est important, plus ceux d'élimination et de valorisation sont faibles. Également, plus le taux de valorisation est important moins est celui de l'élimination. Tout compte fait, l'optimisation de la valorisation nécessite l'optimisation de la pré-collecte, et la réduction du stockage nécessite l'adoption de la prévention. Ainsi, pour tous les scénarios, le classement des alternatives par ordre de performance décroissant est C, B, D et A. Enfin, de la plus avantageuse à la moins préférable, les différentes variantes peuvent se classer comme suit: C2; C1; D1; D2; B1; B2; D3; B3 et A.

L'idéal serait alors d'adopter la variante C2 de l'alternative C. Cela reviendrait à réduire la production des déchets solides ménagers de 25 % par diminution de la fraction Gravats/Fines, à pré-collecter la totalité de ce qui est néanmoins généré, à valoriser 50% de la totalité des valorisables et à éliminer le reste par stockage. L'alternative C combine l'ambition de la prévention, l'opportunité de la valorisation et l'impérativité de l'élimination. Ses effets s'enchaînent spatialement et temporellement et couvrent tous les maillons de la chaîne de gestion. La pertinence de cette alternative tient du fait que la mise en œuvre de chacune de ses composantes est justifiée pour solutionner la problématique évoquée dans son intégralité. Ces informations peuvent servir dans la planification des activités de gestion des déchets solides ménagers suivant le modèle qui illustre le mieux les réalités techniques et financières.

4 DISCUSSION

Les résultats de la caractérisation des déchets solides ménagers produits dans la ville de Grand-Bassam peuvent se présenter suivant deux aspects à savoir la production et la composition. Les campagnes saisonnières d'échantillonnage ont été effectuées dans les habitats précaire, évolutif et résidentiel de la ville de Grand-Bassam afin d'apprécier la quantité des déchets solides produits. Elles révèlent la production d'importante de quantité de déchets.

En effet, les productions moyennes de déchets solides ménagers au cours des quatre saisons climatiques varient de 0,79 +/- 0,03kg/jour/habitant à 0,85 +/- 0,02 kg/jour/habitant. Ainsi, dans la ville de Grand-Bassam, les productions moyennes sont sensiblement les mêmes au cours des quatre saisons climatiques (GSS, GSP, PSS et PSP). Cela est confirmé par le test d'ANOVA qui n'a détecté aucune variation significative entre les saisons. De même, au sein de tous les habitats (résidentiel, évolutif et précaire), la production des déchets ménagers ne varie pas de façon significative d'une saison à l'autre (test d'ANOVA, $p > 0,05$). Tout ceci montre que la production moyenne journalière des déchets solides ménagers ne dépend pas des conditions climatiques même si de légères fluctuations sont observées. Les résultats corroborent ceux de [21] dans l'étude sur la « Gestion des déchets solides ménagers dans la ville d'Abomey-Calavi (Bénin): Caractérisation et essais de valorisation par compostage ».

Pour les quatre saisons, ce sont les ménages vivant dans les habitats résidentiels qui produisent le plus de déchets. Ils sont suivis par les ménages des habitats évolutifs, les ménages vivant les habitats précaires produisent le moins de déchets. Ces résultats sont statistiquement différents comme l'a révélé le test de Tukey. Cette différence de production observée entre les habitats pourrait s'expliquer par les modes de vie et les habitudes alimentaires dans les différents habitats. En clair, cette augmentation de déchets produits en fonction de l'habitat, traduirait une relation dans le même sens entre le niveau de vie sociale et la quantité de déchets solides produits. La comparaison entre les différents habitats de quelques villes indique une tendance similaire décroissante de la production moyenne de l'habitat résidentiel vers l'habitat précaire. En effet, la population correspondant à l'habitat précaire produit la plus faible quantité de déchets en témoigne les travaux de [22], [23], [24] puis ceux [25] qui se sont effectués respectivement à Ouagadougou (Burkina Faso), Cape Haitian (Haïti), Lomé (Togo) et Yaoundé (Cameroun).

De plus, la production moyenne de déchets solides relativement élevée les week-ends s'expliquerait par le fait que les ménages produisent plus de déchets les week-ends, en particulier lors du repos dominical. En effet, toute la famille est au complet le dimanche, généralement considéré comme jour de repos, et les repas de ce jour sont plus diversifiés et riches contrairement aux jours ouvrables de la semaine. Par ailleurs, les cérémonies coutumières, se déroulant les week-ends, sont

accompagnées de réception où plusieurs mets sont servis générant plus de déchets. Également, les ménages procèdent à l'entretien des maisons et abords souvent le samedi et le dimanche.

Les Matières Organiques constituent la proportion la plus importante quels que soient l'habitat et la saison. Elles représentent plus de la moitié de la quantité totale des déchets solides avec une production totale de 155,13 kg/an/habitant soit 51,9% de la production totale des déchets ménagers de la ville. La forte proportion de Matières Organiques contenue dans les déchets solides de la ville de Grand-Bassam est également observée par [26] à Cotonou (Bénin) et [15] dans les communes de Port-Bouët et Treichville. Toutefois, cette proportion de Matières Organiques Biodégradables enregistrée dans la ville de Grand-Bassam est plus importante que celle obtenue par [26] (50%) et moins importante que celle obtenue par [15] (67,6% à Port-Bouët) et (78,5% à Treichville). La prédominance de Matières Organiques s'expliquerait par le régime alimentaire des ménages Bassamais qui est essentiellement basé sur la consommation de tubercules (igname et manioc) et de banane plantain. En effet, ces tubercules d'igname et de manioc, puis de la banane plantain nécessitent d'être épluchées avant leur consommation.

Cette étude révèle également que la moyenne de production journalière de déchets ménagers toute saison et tout habitat confondu est estimée à 0,82 kg/habitant et par jour, soit 298,71 kg/habitant/an. Cette valeur se situe dans la fourchette des ratios des villes des pays en développement: 0,21-0,90 kg/jour/habitant [27]. Toutefois, ce résultat est supérieur à celui trouvé par [28] et [29] dans les villes de Yaoundé (Cameroun) et Thiès (Sénégal) et inférieur à celui trouvé par [30] et [31] dans les villes de Bembéréké (Bénin) et Douala (Cameroun). Ces auteurs indiquent respectivement une production moyenne de 0,62; 0,53; 0,94 et 1,05 kg/jour/habitant.

5 CONCLUSION

Les résultats de la caractérisation montrent que les productions moyennes de déchets solides ménagers au cours des quatre saisons climatiques varient 0,80 +/- 0,03kg/jour/habitant à 0,85 +/- 0,02 kg/jour/habitant. Les ménages vivant dans les habitats résidentiels produisent le plus de déchets. Ils sont suivis par les ménages des habitats évolutifs. La production moyenne de déchets solides ménagers à Grand-Bassam est relativement élevée les week-ends. La fraction organique représente une grande partie des déchets solides ménagers de la ville de Grand-Bassam, avec une production totale de 155,13 kg/an/habitant soit 51,9 % de la production totale des déchets ménagers. L'analyse des différents scénarios montre qu'une gestion efficace de ces déchets doit combiner prévention, valorisation et stockage. Les données ainsi obtenues constituent une base pour les autorités municipales pour la mise au point d'un système de gestion garantissant le minimum d'impact sur l'environnement et la santé publique. Ce sont ces données de référence à partir desquelles les projections de l'évolution des déchets arrivant à la décharge finale peuvent être établies car elles reflètent la réalité des quantités générées et potentiellement reçues. Par ailleurs, il est important de réactualiser périodiquement les résultats en fonction des changements dans le niveau de vie et le mode de consommation des populations.

REMERCIEMENTS

Cette étude a bénéficié des financements de l'Agence Universitaire de la Francophonie (AUF) et du Fond de Recherche du Québec (FQR) à qui nous disons un grand merci pour les fonds alloués.

REFERENCES

- [1] C. S. Y. SOMÉ, R SONDO, and C. E. DA, "Paradigm Change for a Better Vegetation Management in a Context of Land-cover Deterioration: The Case of Gaoua District (Burkina Faso)," *Journal of Geography, Environment and Earth Science International*, vol. 5, no. 2, pp. 1–10, 2016.
- [2] R. A. TOGUYENI, "La gestion des déchets solides de la ville de Ouagadougou (Burkina Faso): État des lieux et analyse de la problématique des déchets d'emballages plastiques," 2006.
- [3] Doublier, G., Bowler-Ailloud, M., and Sorgho, O., "Valorisation des déchets de sachets plastiques. Utilisation comme liant dans la fabrication de matériaux composite: Application dans les villes subsahariennes," In *Conférence Internationale sur la valorisation des déchets et de la Biomasse résiduelle dans les pays en développement*, Ouagadougou, Burkina Faso, pp. 9–11, 2009.
- [4] E. HIEN, S. FAVRE-BONTE, D. MASSE, and S. NAZARET, "Impact de l'épandage de déchets urbains sur les communautés bactériennes de sols agricoles dans la périphérie de Ouagadougou, Burkina Faso," *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol. 4, no. 5, pp. 1721–1729, 2010.
- [5] K. LUMAMI, S. MUYISA, and G. C. JUNG, "Contribution à l'état des lieux des déchets solides ménagers dans la ville d'Uvira, Sud-Kivu, République Démocratique du Congo," *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol. 10, no. 3, pp. 1413–1421, 2016.
- [6] S. DIABAGATÉ, and P. K. KONAN, "Gestion des ordures ménagères dans la ville de Bouaké, sources d'inégalités socio-spatiales et environnementales," *Revue espace, territoires, sociétés et santé*, vol. 1, no. 2), pp. 126–142, 2018.
- [7] I. SY, M. KÉITA, D. TRAORÉ, B. KONÉ, K. BÂ, B. O. WEDADI, B. FAYOMI, B. BONFOH, M. TANNER, and G. Cissé, "Eau, hygiène, assainissement et santé dans les quartiers précaires à Nouakchott (Mauritanie): contribution à l'approche écosanté à Hay Saken," *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, no. 19, pp. 1-20, 2014.
- [8] H. H. MANGENDA, P. MULABA, and A. Klawutua, "Gestion des déchets ménagers dans la ville de Kinshasa: Enquête sur la perception des habitants et propositions," *Environnement, Ingénierie & Développement, Episciences*, no. 83, pp. 19–26, 2020.
- [9] C. N. OBAME, "Recommandations pour optimiser la gestion des déchets ménagers sur le territoire de la capitale du Gabon, Libreville" 2021.
- [10] I. SY, M. KÉITA, B. LÔ, M. TANNER, and G. Cissé, "Gestion des déchets urbains et risques sanitaires: approche comparative entre deux communes de Nouakchott (Mauritanie)," 2010.
- [11] S. B. DANSOU, and L. ODOULAMI, "Enjeux environnementaux des stratégies de gestion des déchets dans la ville de Porto-Novo au sud du Bénin. *Revue Ivoirienne des Sciences et Technologie*," no. 30, pp. 138–159, 2017.
- [12] UNION ÉCONOMIQUE ET MONÉTAIRE OUEST AFRICAINE, "Étude sur la gestion des déchets plastiques dans l'espace UEMOA," 2013.
- [13] Possilettya, K. B. J., Kouame, K. V., Doukoure, F. C., Yapi, D. A. C., Kouadio, S. A., Ballo, Z., and Sanogo, A. T., "Risques sanitaires liés aux déchets ménagers sur la population d'Anyama (Abidjan- Côte d'Ivoire)," in *Revue Electronique en Sciences de l'Environnement*, no. 1, 2019.
- [14] V. Y. KRAMO, B. DIARRASOUBA, and M. A. MAHANY, "Gestion des déchets solides ménagers: Un facteur d'insalubrité dans la ville de Divo. *Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement*," no. 2, pp. 47–61, 2021.
- [15] E. N. YÉO, S.K. AKPO, L. A. ALLALI-MANGOUA, and R. A. G AMANI, 2020. *Gestion intégrée des ordures ménagères dans le District d'Abidjan en Côte d'Ivoire: Cas des communes de Port-Bouët et Treichville. International Journal of Innovation and Applied Studies*, Vol. 31, no. 2, pp. 249–257, 2020.
- [16] BUREAU NATIONAL D'ETUDES TECHNIQUES ET DE DÉVELOPPEMENT and DÉPARTEMENT URBANISME ET DÉVELOPPEMENT TERRITORIAL, "Plan d'urbanisme directeur de la commune de Grand-Bassam," 2017.
- [17] A. P. J. KOUTOUA, and K. E. KOUAKOU, "Le non-respect du cadre juridique et réglementaire de la politique de décentralisation et ses conséquences sur le développement de la commune de Grand-Bassam en Côte d'Ivoire," *Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé*, vol. 21, no. 3, pp. 115–129, 2019.
- [18] Organisation Mondiale de la Santé, "Manuel d'épidémiologie pour la gestion de la santé au niveau du district," Ed. Jouve, 1991.
- [19] D. F. GIEZENDANNER, "Taille d'un échantillon aléatoire et marge d'erreur" 2012.
- [20] F. HUSSON, A. P. CORNILLON, A. GUYADER, N. JEGOU, J. JOSSE, N. KLUTCHNIKOFF, L. E. PENNEC, E. MATZNER-LØBER, L. ROUVIERE, and B. THIEURMEL, "R pour la statistique et la science des données. Collection « Pratique de la statistique », " 2018.
- [21] K. A. N. TOPANOU, "Gestion des déchets solides ménagers dans la ville d' Abomey -Calavi (Bénin): Caractérisation et essais de valorisation par compostage," 2012.
- [22] J. TEZANOU, J. KOULIDIATI, M. PROUST, M. SOUGOTI, J-C. GOUDEAU, P. KAFANDO, and T. ROGAUME, 2001. "Caractérisation des déchets ménagers de la ville de Ouagadougou (Burkina Faso)," 2001.

- [23] P. FENIEL, and M. CULOT, "Household solid waste generation and characteristics in Cape Haitian city, Republic of Haiti" *Resources, Conservation and Recycling*, no. 54, pp. 73–78, 2009.
- [24] K. E. KOLEDZI, Y. KPABOU, G. BABA, G. TCHANGBEDJI, A. K. KILI, G. FEUILLADE, and G. MATEJKA, "Composition of municipal solid waste and perspective of decentralized composting in the districts of Lomé, Togo," *A Glance at the World / Waste Management*, no. 31, pp. 607–609, 2011.
- [25] R. J. NGAMBI, "Déchets solides ménagers de la ville de Yaoundé (Cameroun): de la gestion linéaire vers une économie circulaire," 2015.
- [26] H. A. G. IKOU, "Décharges non contrôlées et aménagement urbain dans le 9^{ème} arrondissement de Cotonou: État des lieux et approches de solutions," 2019.
- [27] F. CHARNAY, "Compostage des déchets urbains dans les PED: Élaboration d'une démarche méthodologique pour une production pérenne de compost," 2005.
- [28] J. R. NGAMBI, 2016. "Les pratiques populaires à la rescousse de la salubrité urbaine: la précollecte, un service alternatif aux insuffisances du système formel de gestion des déchets à Yaoundé," *European Journal of Geography*, pp. 1–35, 2016.
- [29] A. A. EL HACEN and A. DIENE, "Valorisation énergétique des déchets solides ménagers de la ville de Thiès: Caractérisation et production de méthane à partir des résidus alimentaires," *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol. 35, no. 3, pp. 457–473, 2022.
- [30] L. M. NGAHANE, "Gestion technique de l'environnement d'une ville (Bembéréké au Bénin): Caractérisation et quantification des déchets solides émis; connaissance des ressources en eau et approche technique," 2015.
- [31] F. P. NGUEMA, C. TSOBGHO, and M. Z. MOUNIR, "Implémentation de la pré-collecte participative dans la gestion durable des déchets solides ménagers: cas de l'arrondissement de Douala V au Cameroun," *Environnement, Ingénierie & Développement*, no. 85, pp. 26–33, 2021.

Facteurs explicatifs de mariage précoce chez les adolescentes dans l'Aire de Santé Balaw dans Zone de Santé de Budjala en RDC

[Explanatory factors of early marriage among adolescent girls in the Balaw Health Area in the Budjala Health Zone in the DRC]

Marie Jose Damose Ngandio¹ and Daniel Matili Widobana²

¹Licencié en Enseignement et Administration des soins Infirmiers (EASI), Institut Supérieur des Techniques Médicales de Gemena, RD Congo

²Licencié en Gestion des Institutions de Santé, Chef des Travaux, Institut Supérieur des Techniques Médicales de Gemena, RD Congo

Copyright © 2022 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 is conducted in the health zone of BUDJALA in the health area of BALAW on the explanatory factors of early marriages of adolescent girls.

To achieve the objective we have set, we asked the following research questions: what are the explanatory factors of early marriage among adolescents in the Budjala health zone, specifically those in the BALAW health area?

Our study is of the transversal descriptive type, we used the method of investigation supported by the technique of interior on the basis of a pre-established questionnaire as an instrument of data collection, the size of our sample is 320 adolescent girls living in the aforementioned health area.

In view of all the above we say that, Health interventions adapted to adolescents and young people are not taken into account, the particularities of physiological and emotional mutations of adolescents and young people, the prejudices that surround this age group, as well as that the need for their involvement in solving their problems remains a problem in the ZS of BUDJALA in particular and the DRC in general. The promotion of behaviors favorable to the sexual and reproductive health of adolescents and young people in order to contribute to the reduction of morbidity and mortality in this age group remains a battle horse for achieving the Millenium Objectives for development.

KEYWORDS: factor, marriage, precocious, adolescent.

RESUME: Cette étude est menée dans la zone de santé de BUDJALA dans l'aire de santé de BALAW sur les facteurs explicatifs des mariages précoces des adolescentes.

Pour atteindre l'objectif que nous avons fixé, nous avons posé des questions de la recherche suivantes: quels sont les facteurs explicatifs des mariages précoces chez les adolescents de la zone de santé de Budjala, précisément ceux de l'aire de sante BALAW ?

Notre étude est du type descriptif transversal, nous avons utilisé la méthode d'enquête soutenue par la technique d'intérieur sur base d'un questionnaire préétabli comme instrument de collecte des données, la taille de notre échantillon est de 320 adolescentes habitant dans l'aire de santé précitée.

Au vu de tous ce qui précède nous disons que, Les interventions de santé adaptées aux adolescents et jeunes ne sont pas prises en compte, les particularités de mutations physiologiques et émotionnelles des adolescents et jeunes, les préjugés qui entourent cette tranche d'âge, ainsi que la nécessité de leur implication dans la résolution de leurs problèmes reste un problème dans la ZS de BUDJALA en particulier et la RDC en général. La promotion des comportements favorables à la santé sexuelle et de la reproduction des adolescents et jeunes afin de contribuer à la réduction de la morbidité et de la mortalité dans cette tranche d'âge reste un cheval de bataille pour accomplir l'OMD.

MOTS-CLEFS: facteur, mariage, précoce, adolescente.

1 INTRODUCTION

Dans le monde, les adolescents traversent une phase de formation. Les jeunes contribuent de plus en plus à la croissance de la population, car la fécondité est de plus en plus précoce. La fécondité précoce comporte des risques de santé pour la mère et le fœtus pendant la grossesse et l'accouchement. En dehors des risques encourus par l'individu, l'activité sexuelle précoce est à la base d'une mortalité, morbidité maternelle et infantile non négligeable au niveau national. Les adolescents sont assurément le public cible, qui doit être éduqué à un changement de mentalité pour une vie sexuelle saine et responsable.

Les interventions de santé adaptées aux adolescents et jeunes sont un ensemble de services adaptés prenant en compte les particularités de mutations physiologiques et émotionnelles des adolescents et jeunes, les préjugés qui entourent cette tranche d'âge, ainsi que la nécessité de leur implication dans la résolution de leurs problèmes.

Chaque année on enregistre dans le monde 75 millions de grossesses non désirées dues à deux causes principales: soit é Le manque d'accès à l'information et aux services de santé d'adolescent est une des nombreuses raisons (PNSR, RDC 2010.

En RDC, beaucoup d'efforts ont été consentis dans ce cadre à travers les différents programmes de santé de la reproduction. Cependant la prévalence de mariage précoce et grossesse non désirée chez les adolescents reste plus faibles à 75%. (PNSR RDC 2010 op cit)

1.1 QUESTION DE RECHERCHE

Pour y parvenir nous avons posé les questions suivantes:

Quels sont les facteurs explicatifs qui sont la base des mariages précoce des adolescentes de la zone santé de BUDJALA, précisément ceux de l'aire de l'aire sante BALAW ?

1.2 HYPOTHESE

Pour y parvenir nous sommes émies les hypothèses suivantes:

- La pauvreté de la famille serai à le cause des mariages précoce des adolescents de l'aire de santé BALAW;
- La coutume serai l'une des cause des mariages précoce des adolescents de l'aire de santé BALAW;
- L'influence des amie sera la cause des mariages précoce des adolescents de l'aire de santé BALAW;
- L'ignorance de leur période de fécondation et danger des grossesses précoce.

1.3 BUTS ET OBJECTIFS

Le but de cette étude est de Promouvoir les comportements favorables à la santé sexuelle et de la reproduction des adolescents et jeunes afin de contribuer à la réduction de la morbidité et de la mortalité dans cette tranche d'âge dans l'AS BALAW dans la ZS de Budjala. L'objectif de cette étude est de rechercher les facteurs explicatifs des mariages précoces des adolescentes dans l'Aire de Santé BALAW dans la ZS de Budjala.

2 APPROCHE METHODOLOGIQUE

2.1 TYPE, DOMAINE, ET PERIODE D'ETUDE

Cette étude est du type descriptif transversal et s'inscrit dans le domaine de la santé publique, orienté vers la sante de la reproduction dans sa branche la sante de l'adolescent. La période de l'étude va du 05 janvier au 30 juin 2021.

2.2 POPULATION CIBLE

Pour cette étude, la population est constituée des adolescentes dans la zone de santé de BUDJALA précisément dans l'aire de santé BALAW

2.3 TECHNIQUE D'ECHANTILLONAGE

Nous avons utilisé l'échantillonnage probabiliste aléatoire simple du type exhaustif.

2.4 TAILE DE L'ÉCHANTILLON

Pour obtenir La taille de nos échantillons, nous avons utilisé la formule du Ministère de la Santé qui détermine la cible des adolescents qui est estimé à 10,7% de la population totale, à partir duquel nous avons tiré la taille d'échantillon de notre population selon la table randomisé de Morgan et Kreje. Ainsi pour l'Aire de Santé BALAW avec une population totale de 29.850 habitants avec une population cible annuel de adolescents de 3194, nous avons retenu 320 adolescentes comme notre échantillon qui représente 10% de cible annuel.

2.5 METHODE, TECHNIQUES ET INSTRUMENT DE COLLECTE DES DONNEES

Pour cette étude nous avons utilisé la méthode d'enquête, l'interview a été utilisé comme technique de collecte des donnée, tandis que un guide d'entretien nous a servie comme instrument de collecte des données.

2.6 CRITERE D'INCLUSION ET D'EXCLUSION POUR LA SELECTION

Pour être retenu dans notre étude, il faut:

- Avoir une tranche d'âge de 11 à 18 ans;
- Être membre de la population de l'Aire de Santé BALAW;
- Être une adolescente
- Accepter de participer volontairement à l'enquête;
- Être présent et disponible pendant la période d'enquête.

Ceux qui ne répondent pas à ces critères sont d'office exclues de notre étude.

2.7 MATERIEL

Nous avons utilisé un questionnaire préétabli, un stylo, et les outils informatiques utilisés pour la réalisation de ce travail.

2.8 PROCESSUS DE COLLECTE DES DONNEES

2.8.1 DÉMARCHE PRÉLIMINAIRES

De manière préliminaire, pour entrer au contact avec les autorités sanitaires, les et les adolescentes dans les villages et autres personnes de l'étude, nous nous sommes servis de l'attestation de recherche délivrée par le service général académique de l'ISTM/Gemena, donnant l'accès de mener à bien notre enquête. Cette attestation a été visée par les autorités de la zone de sante de BUDJALA.

2.8.2 COLLECTE DES DONNÉES PROPREMENT DITE

Après avoir eu le visa du Médecin Chef de Zone de santé et l'Infirmier Titulaire, nous avons expliqué au préalable à l'enquêtée l'importance des réponses et l'objectif de l'étude, en le garantissant l'anonymat et la confidentialité des réponses fournies. Cette attitude a permis de garder le secret fourni de sorte qu'aucune autre personne n'a pu écouter la conversation. C'est après le consentement éclairé de l'enquête que l'interview s'est effectué. Le temps de l'interview a été évalué à 10 minutes par personne, aussi que la réaction des enquêtés par apport à certaines questions.

2.8.3 L'ENQUÊTE PROPREMENT DITE

L'enquête proprement dite de la collecte des données pour cette étude s'est déroulée entre le 05 janvier au 30 juin 2021. Cette période consiste à l'interview les adolescentes.

2.8.4 PLAN D'ANALYSE DES DONNÉES

Le plan d'analyse des données est passé par les étapes suivantes:

- Regroupement des données dans cette phase, nous avons repartis et regroupé les sujets en tenant compte de leurs caractéristiques sociodémographiques;
- Codification pour le dépouillement, nous avons réalisé un dépouillement manuel après codification des données;

- Détermination des paramètres pour l'analyse statistique; Cette opération consistée au traçage des tableaux dans lesquels nous avons calculé le pourcentage de fréquences.

Tout travail de recherche se heurte toujours à des difficultés concernant la fiabilité des données, la taille de l'échantillon, la confection du questionnaire et le plan d'analyse de données écrites

Quoique ça nous avons tout fait pour réduire au maximum ces facteurs, nous sommes convaincus de n'avoir pas atteint la perfection, mais nous pensons que les efforts que nous avons fournis nous ont permis de réduire sensiblement les erreurs, pour arriver aux résultats crédibles et acceptables du moins, pour une étude du type descriptible comme le nôtre.

3 PRESENTATION DES RESULTATS

Dans ce chapitre, nous allons présenter les données après la récolte sus terrain sous forme des tableaux statistique et les calculées en terme de pourcentage pour chaque indicateur que nous avons considères enfin de les analyser, puis les interprétés.

3.1 RÉSULTATS SE RAPPORTANT AUX CARACTÉRISTIQUES SOCIO DÉMOCRATIQUES DES ENQUÊTÉS

Tableau 1. Répartition de l'échantillon en fonction des classes d'âges en année révolue

Tranches d'âge (année)	Effectifs	Pourcentage
12-14	96	30
15-16	149	46,6
17	75	23,4
Total	320	100

Au regard de ce tableau que la tranche d'âge la plus enquêtés est celle de 15 à 16 ans avec 149 soit 46,6%, la tranche d'âge allant de 12 à 14 ans représente 30% soit 96 sur 320, et enfin ceux de 17 ans représente 23,40.

Tableau 2. Répartition selon le niveau d'instruction

Niveau d'instruction	Fréquences	Pourcentage
Aucun	36	11,2
Primaire	124	38,8
Secondaire	160	50
Total	320	100

La lecture de ce tableau nous montre que le niveau secondaire domine avec 50% soit 160 enquêtées, le niveau primaire suit avec 38,8% et enfin 11,2% sont sans niveau.

Tableau 3. Répartition de l'échantillon en fonction de l'ethnie

Ethnie	Fréquences	Pourcentage
Kunda	152	47,5
Ngombe	38	11,9
Nbanza	26	8,1
Ngbandi	36	11,3
Autres	68	21,2
Total	320	100

Dans le tableau ci, l'ethnie Kunda domine avec 47,5% soit 152 adolescentes suivie des autres non cités si haut 68 soit 21,2%, les Ngombe ont 11,9%, les Ngbandi et les Mbanza prennent la fin avec 11,3% et 8,1%.

Tableau 4. Répartition des enquêtés selon leur religion

Religion	Fréquences	Pourcentage
Catholique	115	36,8
Eglise de réveil	85	26,6
Kimbanguiste	6	1,8
Musulman	3	0,9
Protestante	111	34,7
Total	320	100

Au regard de ce tableau, il est été noter que 36,8% soit 115 sont de Catholique et 34,6% soit des protestante, l'église de réveil représente 26,6%, les kimbanguistes et les musulman ont chacun 1,8% soit 6 adolescents et 0,9%

3.2 LES VARIABLES RELATIFS AVEC LES FACTEURS EXPLICATIF DE MARIAGE PRECOSE DES ADOLESCENTES

Tableau 5. Répartition de l'échantillon en fonction de la Connaissance de l'existence de service de santé adapté aux adolescents et les jeunes

Connaissance de l'existence des services de SAAJ	Fréquence	Pourcentage
OUI	15	4,7
NON	305	95.3
Total	320	100

Au regard de ce tableau, 305 enquêtées sur 320 soit 95,3% soit n'ont pas de la connaissance de l'existence de service de SAAJ, contre 15 soit 4.3% ont de la connaissance de l'existence de ce service.

Tableau 6. Répartition des enquêtes selon la fréquentation de services de santé adaptés aux adolescents et les jeunes (SSAAJ)

Fréquentation des services SAAJ	Fréquence	Pourcentage
OUI	34	10,6
NON	286	89,4
TOTAL	320	100

Au regard de ce tableau, il ressort que 89,4% soit 286 sur 320 ne fréquentent pas les services SAAJ 10,6% y fréquente soit 34 sur 320

Tableau 7. Répartition des enquêtées selon les raisons de non Fréquentation des services de SAAJ

Raison de non fréquentation des services de SAAJ	Fréquence	Pourcentage
Coutume	06	1,9
Religion	118	36,9
Ignorance de l'existence de service	196	61,2
Total	320	100

Dans notre étude Ignorance de l'existence de service était la principale raison de non fréquentation des services de SAAJ soit 61,2% suivi par la religion 36,9% et la coutume 1,9%.

Tableau 8. Répartition des enquêtes en fonction du fait d'avoir eu un rapport avec un partenaire

Avoir eu un rapport sexuel avec un partenaire	Fréquence	Pourcentage
OUI	267	83,4
NON	53	16,6
TOTAL	320	100

Il dégage dans ce tableau que 83,4% des adolescents avaient eu des rapports sexuels avec son partenaire sexuels, contre 16,6% qui n'ont pas eu de rapports sexuels.

Tableau 9. Tableau 9: Répartition des enquêtées en fonction de l'opinion sur Les mariages des adolescentes

Opinion sur les mariages des adolescentes	Fréquence	Pourcentage
Approuve	54	16,8
Désapprouve	136	42,5
Sans opinion	130	40,6
Total	320	100

Ce tableau nous montre que les adolescentes ont des opinions différentes sur les mariages précoces, cela est prouvé par les résultats ci après 42,5% désapprouve et 40,6% sans opinion

Tableau 10. Répartition des enquêtées en rapport avec les raisons des mariages précoce des adolescentes

les raisons des mariages précoces des adolescentes	Fréquence	Pourcentage
Influence des amies	68	21,2
Coutume	50	15,6
L'ignorance de leur période de fécondation et danger des grossesses précoce	166	52
La pauvreté de la famille	36	11,2
Total	320	100

Ce tableau nous montre que, L'ignorance de leur période de fécondation et danger des grossesses précoce représente 166 soit 52% suivie de l'influence des amies 68 sur 320 soit 21,2 %, la coutume représente 15.6% tandis que la pauvreté de la famille 36 soit 11.2%.

Tableau 11. Répartition des adolescents selon l'utilisation de contraceptif pendant les rapports sexuel

Utilisation des contraceptifs pendant le rapport sexuel	Fréquence	Pourcentage
OUI	94	29,4
NON	226	70,6
Total	320	100

La méthode contraceptive n'est pas utilisée par 226 soit 70,6% des jeunes seulement 94 soit 29,4 % qui ont déjà utilisée la méthode contraceptive pendant le rapport sexuel.

4 DISCUSSIONS DES RESULTATS

Au terme de présentation et interprétation des données de notre étude, le problématique essentielle était de savoir: quelles peuvent être les connaissances, les attitudes et les pratiques des adolescents en matière de la planification familiale dans l'AS de BALAW dans la zone de santé de BUDJALA dans la province de SUD-UBANGI en RDC.

Après analyse des résultats présentés, nous avons constatés que:

La majorité des adolescentes étaient âgées de 15-16 ans soit 46,6% des enquêtés. L'âge moyen est de 14,5 ans avec des extrêmes de 12,5-16,5 ans.

Niveau d'instruction des adolescentes : niveau secondaire domine avec 50%, niveau primaire représente 38,8% cela est comparable aux résultats obtenus par Odile NYALOLUKO dont 47,4% dans son travail sur les facteurs explicatifs de la prostitution des adolescentes dans le quartier du Congo en 2016

La majorité des enquêtés sont des catholique et protestante avec 36,8%et34,7%, les églises de réveil avec 26,6% et cela a un impact négatif sur utilisation des méthodes contraceptive,

Etant donné que l'AS de Balaw est rural, les majorités de la population sont de l'ethnie kunda 47,5%.

Au regard de ce tableau, 305 enquêtées sur 320 soit 95,3% soit n'ont pas de la connaissance de l'existence de service de SAAJ, contre 15 soit 4.3% ont de la connaissance de l'existence de ce service.

Au regard de tableau no 5, il ressort que 89,4% soit 286 sur 320 ne fréquentent pas les services SAAJ 10,6% y fréquente soit 34 sur 320

Dans notre étude le tableau no 7 nous montre l'absence de besoin était la principale raison de non fréquentation des services de SAAJ soit 61,2% suivi par la religion 36,9% et la coutume 1,9%.

Il dégage dans ce tableau no 8 que 83,4% des adolescents avaient eu des rapports sexuels avec son partenaire sexuels, contre 16,6% qui n'ont pas eu de rapports sexuels. Ce taux est comparable à celui de O. NYALOLUKO (2016) op cit qui avait trouvé 58,2%.

Le tableau no 9 nous montre que les adolescents ont des opinions différentes sur les mariages précoces, cela est prouvé par les résultats ci après 42,5% désapprouve et 40,6% sans opinion.

Le tableau no 10 nous montre que, L'ignorance de leur période de fécondation et danger des grossesses précoce représente 166 soit 52% suivie de l'influence des amies 68 sur 320 soit 21,2 %, la coutume représente 15.6% tandis que la pauvreté de la famille 36 soit 11.2%. cela a dit suite à leurs ignorance sur les bien fondés, des avantages de protège la santé, de la famille, pourquoi pas de la société tout entière, comme étant dit dans la stratégie nationale sur le mariage des adolescentes en 2010 ou la RD Congo et aussi dans le conférence de CAIRE en 1994 parmi les composantes internationale qui fait de la santé des adolescents et des jeunes leur cheval de bataille pour la SR, dans son deuxième composante.

Il ressort de tableau no 11 que La méthode contraceptive n'est pas utilisée par 226 soit 70,6% des jeunes seulement 94 soit 29,4 % qui ont déjà utilisée la méthode contraceptive pendant le rapport sexuel. Malgré les efforts consentis dans le domaine de la PF, les campagnes de sensibilisation organisés par ONGD DKT, une grande majorité des Celle-ci pensent qu'ils n'ont pas besoin d'utilisées une méthode contraceptive, Comparativement aux résultats de NZAMOLA F. (2012)

Nous voici au terme de notre travail mené dans la zone de santé de BUDJALA dans l'aire de santé de BALAW sur les facteurs explicatifs des mariages précoce des adolescentes.

Pour atteindre l'objectif que nous avons fixé, nous avons posé des questions de la recherche suivantes: quels sont les facteurs explicatifs des mariages précoce chez les adolescents de la zone de santé de Budjala, précisément ceux de l'aire de sante BALAW ?

Notre étude est du type descriptif transversal, nous avons utilisé la méthode d'enquête soutenue par la technique d'intérieur sur base d'un questionnaire préétabli comme instrument de collecte des données, la taille de notre échantillon est de 320 adolescentes habitant dans l'aire de santé précitée.

Au vu des résultats obtenus, nos deux hypothèses sont confirmées

- La première hypothèse est confirmée selon laquelle L'ignorance de leur période de fécondation et danger des grossesses précoce, est observé dans le tableau no10 et no 11dont 70.6% n'utilise pas le service de SAAJ et 52% ont dit cela dans le tableau no10, et aussi le tableau no 7 dont les adolescentes ignore l'existence de service de SAAJ
- La deuxième est aussi confirmé selon lequel L'influence des amie sera la cause des mariages précoce des adolescents de l'aire de santé BALAW sera est confirmé dans le tableau no 10 dont 68 adolescentes soit 21.8 ont répondues favorablement;

Par contre deux hypothèses sont infirmées selon lesquelles:

- La pauvreté de la famille sera à la cause des mariages précoces des adolescents de l'aire de santé BALAW sera observée dans le tableau no10 avec un faible pourcentage 11.2%;
- La coutume sera l'une des causes des mariages précoces des adolescents de l'aire de santé BALAW, le résultat de tableau no 10 nous donne un faible pourcentage 15.6%;

Nous signalons en passant que dans le tableau no 5 que 305 adolescentes soit 95.3% n'ont pas de connaissance d'existence de service de SAAJ et aussi ont répondu qu'elles ont eu des rapports sexuels avec leurs partenaires.

Au vu de tout ce qui précède nous disons que, Les interventions de santé adaptées aux adolescents et jeunes ne sont pas prises en compte, les particularités de mutations physiologiques et émotionnelles des adolescents et jeunes, les préjugés qui entourent cette tranche d'âge, ainsi que la nécessité de leur implication dans la résolution de leurs problèmes reste un problème dans la ZS de BUDJALA en particulier et la RDC en général.

La promotion des comportements favorables à la santé sexuelle et de la reproduction des adolescents et jeunes afin de contribuer à la réduction de la morbidité et de la mortalité dans cette tranche d'âge reste un cheval de bataille pour accomplir l'OMD.

Pour prendre en charge les problèmes de santé sexuelle et de la reproduction des adolescents et jeunes dans des services de santé adaptés aux adolescents jeunes (SSAAJ), dans une approche conviviale au vu de notre résultat, nous suggérons:

5 SUGGESTIONS

5.1 A L'ETAT CONGOLAIS

1. Mener des campagnes d'information et de sensibilisation pour combler l'ignorance des adolescents tout en respectant leurs découvertes personnelles, les aidera à faire le lien entre l'acte sexuel et les conséquences nuisibles à leur épanouissement.
2. Promouvoir la pratique de la contraception En levant les incompréhensions sociales, culturelles et religieuses pour améliorer la prévalence contraceptive chez les adolescentes. Vulgariser l'accès aux méthodes contraceptives et les rendre disponibles pour les jeunes. Les programmes doivent déterminer où se trouvent les lacunes dans les services et quel segment des jeunes ils peuvent le mieux atteindre.
3. Identifier les lacunes dans les prestations des services et régler les obstacles entravant l'accès. Déterminer où se situent les lacunes et où se trouvent les Opportunités pour atteindre les jeunes mal desservis, de façon Rentable.

5.2 AUX JEUNES

- S'informer au près de prestataire des soins qualifiés ou les pères éducateurs avant même la puberté des différentes modifications physiologiques de l'organisme afin de comprendre le cycle menstruel, l'acte sexuel, la contraception, etc.
- Discuter avec les parents, les amis des problèmes de sexualité pour lever les tabous et éviter les idées fausses qui constituent des occasions des mariages et grossesse précoce et un obstacle à leur développement.

5.3 AUX PERSONNELS SOIGNANTS

D'intensifier l'éducation sanitaire (IEC) (aux près des populations en générale et les adolescents en particulier. Organiser des séminaires et conférences en matières de santé de la reproduction, et surtout sur la santé sexuelle des jeunes pour réduire les risques que traversent les jeunes.

5.4 AUX PARENTS

Dépasser les tabous sexuels, religieux, socioculturels pour permettre aux adolescents d'affronter leur sexualité d'une manière responsable.

5.5 AUX AUTORITÉS SCOLAIRES

Intensifier les matières sur l'éducation à la vie en commençant par le degré terminal de l'école primaire et aussi du niveau secondaire.

REFERENCES

- [1] Timing et espacement idéals des grossesses: Guide de poche à l'intention du personnel de santé, des responsables de programmes sanitaires et de dirigeants communautaires. Extending Service Delivery Project, 2010.
- [2] Savoir pour sauver. Quatrième édition. UNICEF, OMS, UNESCO, UNFPA, PNUD, ONUSIDA, PAM et Banque mondiale. New York: UNICEF, 2010.
- [3] RATSART DE TAING et J Courte Joie: Maternité et santé dépôt l'égal N° 3.721-7588; LImeté Kinshasa: 1999, Page 113 et 115 (Coll diriger par Jacques Courte Joie).
- [4] Merger J Levy Melchior: précis d'obstétrique 4ème édition Maison et cie Paris 1974. Page 94.
- [5] Bernard et Pierre: Dictionnaire médical pour les régions tropicales édition 2012.
- [6] Maternité sans risque, les soins liés à un accouchement normal, Genève, 1997.
- [7] Développement et Santé, Stéphane Saint-Léger Gynécologue-obstétricien, CHI André-Grégoire, Montreuil, France n° 148, août 2000.
- [8] OMS (1995), Approche des soins de santé maternelle et infantile fondée sur la notion de risque, (Ed) 1 Genève.2002. Page 817.

Evaluation de la qualité des consultations prénatales au centre de Santé Salongo 1 dans la zone de santé de Gemena en RDC

[Evaluation of the quality of antenatal consultations at the Salongo 1 health center in the Gemena health zone in the DRC]

Marie Jose Damose Ngandio¹ and Daniel Matili Widobana²

¹Licencié en Enseignement et Administration des soins Infirmiers (EASI), Institut Supérieur des Techniques Médicales de Gemena, RD Congo

²Licencié en Gestion des Institutions de Santé, Chef des Travaux, Institut Supérieur des Techniques Médicales de Gemena, RD Congo

Copyright © 2022 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 our research carried out in the health zone of Gemena precisely in AS SALONGO1, the aim of which was to assess the quality of prenatal consultation, check the practice of prenatal consultation by providers, survey the opinion of pregnant women on the quality of the CPN and in order to detect the deficits and propose possible solutions, The survey method supported by the interview technique on the basis of pre-established questionnaires as an instrument for collecting data and observation has enabled us to judged the actions taken by the service providers, the documentary review allowed us to verify the data of some prenatal consultation sheets that were within our reach. We opted for exhaustive non-probability sampling. The size of our sample is 55 pregnant women from AS SALONGO1 and all CS SALONGO1 providers. During the study, we were able to analyze the quality of the health structure, the quality of the services of the Prenatal Consultation offered and we observed the services of the staff and finally the opinion of the pregnant women on the quality of the care received.

KEYWORDS: consultation, antenatal, health, Gemena.

RESUME: Cette notre recherche mené dans la zone de santé de Gemena précisément dans l'AS SALONGO1, dont le but était d'évalué la qualité de la consultation prénatale, vérifier la pratique de la Consultation Prénatale par les prestataires, sonder l'opinion des femmes enceintes sur la qualité de la Consultation Prénatale et afin de déceler les déficits et proposer les pistes des solutions, La méthode d'enquête soutenue par la technique d'interview sur base des questionnaires pré établi comme instrument de collecte des données et l'observation nous a permis de jugé les actes posés par les prestataires, le revue documentaire nous a permis de vérifier les données de quelque fiches de la CPN qui était à notre portée. Nous avons opté pour un échantillonnage non probabiliste exhaustif. La taille de notre échantillon est de 55 femmes enceintes de l'AS SALONGO1 et tout le prestataire de CS SALONGO1. Au cours de l'étude on a pu analyser la qualité de la structure sanitaire, la qualité des services de la CPN offert et on a observé les prestations du personnel et enfin l'opinion des gestantes sur la qualité des soins reçus.

MOTS-CLEFS: consultation, prénatale, santé, Gemena.

1 INTRODUCTION

La consultation prénatale est un ensemble des soins de qualité qu'une femme reçoit pendant sa grossesse afin d'assurer une issue favorable sa santé et celle de son futur nouveau-né, de prévenir, de dépister et de traiter les éventuelles complications survenues au cours de la grossesse, elle permet en outre de dicter la voie d'accouchement. L'identification d'éventuelles complications, l'amélioration du confort et le vécu de chaque femme enceinte imposent un suivi régulier de la grossesse. Chaque jour au moins 1 600 femmes environ succombent dans le monde suite à des complications liées à la grossesse et à l'accouchement. Soit un décès par minute ce qui représente 585 000 décès maternels par an.

A cet effet l'organisation mondiale de la santé et les gouvernements ont adopté la politique de la consultation prénatale (CPN) de qualité, les soins dispensés au cours de la grossesse et après l'accouchement. La santé de la mère, du nouveau-né et de l'enfant (SMNE) représente actuellement une préoccupation de première importance et une priorité dans l'agenda de tous les gouvernements du monde, y compris celui de la République Démocratique du Congo (RDC).

En RDC, le taux de mortalité maternelle reste élevé (580 pour 100.000 naissances vivantes). Dans le but d'améliorer la couverture sanitaire universelle la RDC a aligné au Plan National Stratégique de Développement (PNSD 2018-2022) du Gouvernement, de focaliser plus d'attention sur les interventions à haut impact sur la Santé de la Reproduction, de la Mère, du Nouveau-né, de l'Enfant et de l'Adolescent (SRMNEA)

1.1 QUESTION DE RECHERCHE

Au vu de tous ce qui précède, nous nous sommes posé la question suivante:

- La qualité de la Consultation Prénatale dans le centre de santé Salongo 1 est bonne ?
- La baisse de la fréquentation des femmes enceintes à la Consultation Prénatale sera due à la qualité ?

1.2 LES HYPOTHESES

Pour répondre à notre préoccupation, nous avons formulé les hypothèses ci-après:

- La mauvaise organisation de la Consultation Prénatale sera l'une des causes de la baisse de la qualité de la Consultation Prénatale;
- L'insuffisance des équipements et des intrants;
- Insuffisance des personnels soignant qualifié et forme pour mener l'activité de la Consultation Prénatale (CPN) ?
- La négligence des personnels soignant qui n'accorde pas assez d'importance à ce service sera à la base de la baisse de la qualité;
- Exagération de tarification est à la base;
- Manque des moyens financiers des gestantes pour payer le droit des services seront parmi les causes ?

1.2.1 BUT ET OBJECTIFS

Le but poursuivi par cette étude est d'évaluer la qualité de la CPN dans le centre de santé Salongo1 afin de déceler les déficits, et proposer les pistes de solution et rendre le service de santé plus réceptif aux besoins de la population. Rappel aux normes de la CPN des prestataires des soins afin d'une bonne prise en charge des femmes enceintes et réduire au minimum le taux des décès maternels. Pour atteindre le but, nous nous sommes assigné des objectifs suivants:

1.2.2 OBJECTIF GÉNÉRAL:

Vu l'importance de la consultation prénatale dans la réduction de la morbidité, la mortalité maternelle et néonatale nous a poussé à initier cette recherche sur l'évaluation de la qualité de la CPN dans le centre de santé de SALONGO I dans la Zone de Santé de GEMENA.

1.3 APPROCHE METHODOLOGIQUE

1.3.1 TYPE, DOMAINE, ET PERIODE D'ETUDE

Cette étude est du type qualitative descriptif transversal et s'inscrit dans le domaine de la santé publique, oriente vers la sante de la mère, du nouveau née, de l'enfant.

Période de l'étude: cette étude est a une période 2019-2020

1.3.2 POPULATION CIBLE

L'étude a concerné le personnel médical et para médical, ainsi que les gestantes.

1.3.3 TECHNIQUE D'ECHANTILLONAGE

Nous avons utilisé l'échantillonnage probabiliste aléatoire simple du type exhaustif.

C'est une étude qualitative ayant porté sur 55 gestantes (cible mensuel) qui se sont présentées au centre pour solliciter des soins et qui ont accepté de se soumettre à l'observation et à nos questions.

C'est une étude transversale sur la CPN avec recueil prospectif des données sur la réalisation des gestes techniques et l'opinion des gestantes.

Elle a consisté à observer la praticienne (sage-femme, infirmière, obstétricienne) dans la réalisation des gestes techniques et a noter ce qui est fait et ce qui ne l'ai pas; dans une grande discrétion à questionner la gestante sur ses opinions.

1.3.4 TAILE DE L'ECHANTILLON

Pour obtenir La taille de nos échantillons, nous avons utilisé la formule du Ministère de la Santé qui détermine la cible de femme à l'âge de procréation qui est estimé à 4% de la population totale à partir duquel nous avons tiré la taille d'échantillon.

Ainsi pour l'Aire de Santé Salongo1 avec une population totale de 16479 habitants avec comme cible annuel de femmes enceinte de 659, nous avons retenu 55 femmes comme notre échantillon qui représente de cible mensuel.

1.4 METHODE, TECNIQUES ET INSTRUMENT DE COLLECTE DES DONNEES

Pour cette étude nous avons utilisé la méthode d'enquête, l'interview a été utilisé comme technique de collecte des donnée, tandis que un guide d'entretien nous a servie comme instrument de collecte des données.

1.4.1 CRITERE D'INCLUSION ET D'EXCLUSION POUR LA SELECTION

Pour être retenu dans notre étude, il faut:

- Avoir une tranche d'âge de 17 à 45 ans;
- Etre membre de la population de l'Aire de Santé Salongo1;
- Etre une femme enceinte
- Accepter de participer volontairement à l'enquête;
- Etre présent et disponible pendant la période d'enquête.

Critères de non inclusion: Ceux qui ne répondent pas à ces critères sont d'office exclues de notre étude.

1.4.2 MATERIEL

Nous avons utilisé un questionnaire préétablit, un stylo, registre de la CPN et les outils informatiques utilisés pour la réalisation de cette monographie.

1.5 COLLECTE DES DONNEES

1.5.1 DÉMARCHE PRÉLIMINAIRES

De manière préliminaire, pour entrer au contact avec les autorités sanitaires, et les femmes handicapée et autres personnes de l'étude, nous sommes servis de l'attestation de recherche délivrée par le service général académique de l'ISTM/Gemena, donnant l'accès de mener à bien notre enquête. Cette attestation a été visée par les autorités de la zone de sante de Gemena

1.5.2 PHASE PRÉLIMINAIRE DE COLLECTE DES DONNÉES

Après avoir eu le visa du MCZ et l'IT, nous avons expliqué au préalable à l'enquêtée l'importance des réponses et l'objectif de l'étude, en le garantissant l'anonymat et la confidentialité des réponses fournies. Cette attitude a permis de garder le secret fourni de sorte qu'aucune autre personne n'a pu écouter la conversation. C'est après le consentement éclairé de l'enquêté que l'interview s'est effectué. Le temps de l'interview a été évalué à 15 minutes par personne, aussi que la réaction des enquêtés par apport à certaines questions.

1.5.3 COLLECTE DES DONNÉES PROPREMENT DITE:

Elle a été faite selon des questionnaires individuels:

Questionnaire pour l'étude de la structure sanitaire, questionnaire pour l'opinion des gestantes, questionnaire pour l'observation des consultations prénatales. La technique de collecte des données a été faite par une interview et une lecture des documents tels que les carnets et ou les registres des sages-femmes. L'étude de la structure a reposé sur un recueil rétrospectif des données du centre de santé.

Elle a consisté en une description des capacités de production (locaux, ressources humaines, équipements du centre); et celle de la description de l'organisation du travail. L'étude des procédures a consisté en une observation transversale de la CPN avec recueil prospectif des données sur la réalisation des gestes techniques et sur l'opinion des gestantes en ce qui concerne les prestations qui leur sont offertes par le personnel du centre de santé.

1.5.4 L'ENQUÊTE PROPREMENT DITE

L'enquête proprement dite de la collecte des données pour cette étude s'est déroulée entre le 15/04 au 30/06/2020. La procédure de l'étude a été le suivant:

- Les observations ont été faites dans la plus grande discrétion possible et en restant totalement passive. Les fiches d'enquêtes utilisées ont permis de répondre rapidement aux questions.
- L'opinion des gestantes a été demandée à la sortie de la salle de consultation après l'observation.

1.5.5 PLAN D'ANALYSE DES DONNÉES

Le plan d'analyse des données est passé par les étapes suivantes:

- Regroupement des données dans cette phase, nous avons repartis et regroupé les sujets en tenant compte de leurs caractéristiques sociodémographiques;
- Codification pour le dépouillement, nous avons réalisé un dépouillement manuel après codification des données;
- Détermination des paramètres pour l'analyse statistique; Cette opération consistée au traçage des tableaux dans lesquels nous avons calculé le pourcentage de fréquences.

Tout travail de recherche se heurte toujours à des difficultés concernant la fiabilité des données, la taille de l'échantillon, la confection du questionnaire et le plan d'analyse de données écrites.

Quoique ça nous avons tout fait pour réduire au maximum ces facteurs, nous sommes convaincu de n'avoir pas atteint la perfection, mais nous pensons que les efforts que nous avons fournis nous ont permis de réduire sensiblement les erreurs, pour arriver aux résultats crédibles et acceptables du moins, pour une étude qualitative, du type descriptible comme le nôtre.

1.6 LES VARIABLES ETUDIEES:

L'étude a porté sur:

1.6.1 LA STRUCTURE:

Pour étudier le niveau de qualité des centres de santé, nous avons étudié les exigences et attentes suivantes:

- **Architecturales les normes** (matériaux de construction, état du local, système de protection contre la poussière et la clôture);
- **Le dispositif d'accueil et d'orientation** (existence d'un service d'accueil, qualification du personnel d'accueil, existence d'une pancarte pour l'orientation dans le centre)
- **La structure et l'équipement** de l'unité de consultation (état et équipement de la salle, équipement pour examen physique, dispositif d'accueil);
- **L'équipement de la salle d'attente** (pour l'accouchement, la consultation médicale, la cpn et hangar de vaccination);
- **Les autres salles du centre** (salle d'injection, salle de pansement, salle de stérilisation, salle de petite chirurgie);
- **La fonctionnalité de la pharmacie** (normes architecturales, équipement, qualification du personnel et mode d'approvisionnement);
- **La fonctionnalité du laboratoire** (normes architecturales, équipement et qualification du personnel);
- **L'état des toilettes** (normes architecturales, équipement et propreté);
- Le système d'approvisionnement en eau et le mécanisme d'élimination des déchets (existence de robinet ou de puits, de chasses eaux et de poubelles);
- **Le système d'éclairage et la communication** (existence de téléphone, internet, éclairage par un réseau publique, un groupe électrogène ou des panneaux solaires).

1.6.2 PROCÉDURE DE LA CPN:

L'observation portait sur:

- Les caractéristiques sociodémographiques de la gestante
- La qualification de la personne qui a pris en charge la gestante
- L'accueil, Le nombre de CPN réalisées
- La réalisation des gestes techniques de l'examen clinique, Les soins préventifs, Les relations humaines, La prescription, Les conseils donnés à la gestantes, Les rendez-vous, L'opinion de la gestante sur la qualité des soins.

1.6.3 SYSTÈME DE TARIFICATION:

La 1ère visite la gestante paye 1 000 FC = 0.50\$ (500 FCFA pour le pour la consultation) ou supérieure à 1000FC.

1.7 SYSTÈME DE CLASSEMENT:

Une cotation (0; 1) a été faite pour critère de l'observation et l'opinion de la gestante. Chaque référence compose de critère a été coté de 0 à 4 la somme des scores réalisés appliqué à l'échelle d'évaluation pour un centre donné a permis d'évaluer le niveau de qualité de la structure. Le maximum de score que l'on peut réaliser pour les treize références est de 52.

- L'échelle de l'évaluation se représente comme suite.
- Niveau IV: 95 à 100% de score maximal soit un score total de 49,5 à 52.
- Niveau III: 75 – 94% de score maximal. Soit un score total de 39 – 49,3
- Niveau II: 50 – 74% de score maximal soit un score total de 26 – 38,99.
- Niveau I: moins de 50% de score maximal soit un score total de moins de 26.

1.7.1 CARACTERISTIQUES SOCIODEMOGRAPHIQUES DES GESTANTES

Tableau 1. Répartition des enquêtés selon leur tranche d'âge

N°	Tranche d'âge	Effectif	Pourcentage
01	18-20	06	10.9
02	20-25	14	25.4
03	25-30	20	36.3
04	30-35	12	21.9
05	35 ans et plus	03	5.4
	Total	55	100%

Au regard de ce tableau, il est à constater que la majorité de nos enquêtés, 20 soit 36.3% ont l'âge compris entre 20 et 30 ans suivie de 20 à 25 ans avec une probation de 14 enquêtées soit 25.4% et ceux de 30- 35 ou 12 soit 21.9 % contre une faible proportion de 6 soit 10.9% pour la tranche d'âge de 18 à 20 ans et 35ans ou plus avec 3 soit 5.4%.

Tableau 2. Répartition des enquêtées selon le niveau de scolarisation

N°	Niveau de scolarisation	Fréquence	Pourcentage
01	Analphabète	13	23.6
02	Primaire	17	31
03	Secondaire	25	45.4
04	Supérieur	0	0
Total		55	100%

Le tableau N° 02 nous montre que la majorité de nos enquêtées 25 soit 45.4% sont du niveau secondaire contre 17 soit 31% du niveau primaire et 13 soit 23.6% sont analphabètes.

Tableau 3. Répartition des enquêtées selon leur profession

N°	Profession	Fréquence	Pourcentage
01	Femme au foyer	09	16.3
02	Vendeuse ou débrouillard	13	23.6
03	Cultivatrice	28	51
04	Fonctionnaire	03	5.4
05	Elève	02	3.7
	Total	55	100%

Ce tableau ci-dessus nous montre que 28 soit 51% sont cultivatrices, 13 soit 23.6% sont des vendeuses, 9 soit 16.3% sont des ménagères et enfin 2 soit 3.7% sont des élevés.

Tableau 4. Répartition des enquêtés selon le statut matrimonial

N °	Statut matrimonial	Fréquence	Pourcentage
01	Mariés	47	85.4
02	Célibataire	04	7.2
03	Divorcé	04	7.2
04	Veuve	00	0
	TOTAL	55	100%

Ce tableau N°04 nous montre que 47 soit 85.4% de nos enquêtées sont mariées contre 4 soit 7.2% qui sont célibataire ou divorcées.

1.7.1.1 ETUDE DES STRUCTURES

1.7.1.1.1 ETUDE DESCRIPTIVE DE LA STRUCTURE

Tableau 5. Niveau de la qualité des structures au Centre de Santé Salongo1

Références	Niveau de la qualité				Score	Observations
	A	B	C	D		
Norme Architecturale				*	1	Non Protection contre la poussière et les moustiques, satisfaisante; non respect de norme architecturale
Dispositif d'accueil et orientation			*		2	personnel non disponible, espace limité
Structure / équipement CPN			*		2	Matériel technique vesteus et incomplet (Absence de
Equipement de la salle d'attente		*			3	Nombre de bancs insuffisants
Unité de consultation Gynécologique-obstétrique			*		2	Matériel incomplet et absence d'une salle propre pour la CPN
Unité suite de couche immédiate			*		2	salle avec 2 lit, non aération et non ventilé (capacité limitée)
Dépôt de médicaments normes architecturales et coût des médicaments				*	1	normes architecturales mauvaise et coût des médicaments (ordonnance)
Laboratoire fonctionnalité				*	1	Fonctionnel pour les examens biologiques les plus courants: TDR, tx Hb, et personnel formé sur le tans.
Etat des toilettes				*	1	Non-respect d'Intimité, mal propriété, nombre insuffisant
Salle d'accouchement			*		2	Matériel technique incomplet absence de matériel de réanimation adéquate
Système d'approvisionnement en eau et élimination des déches				*	1	inexistence d'incinérateur; d'un réseau public d'approvisionner en eau potable. Déchet non traitement biomédical, absence de trous à placenta selon le norme
Unité d'observation			*		2	1 petite salle avec 6 lits, matelas non plastifié sans drap Mal Propreté, non ventilé, protection anti-moustique satisfaisant.
Système d'éclairage et de communication			*		2	Absence de Téléphone propre pour le CS, éclairage faible, groupe électrogène non fonctionnelle.
SCORE MAXIMAL					22	Niveau I: moins de 50% de score maximal soit un score total de moins de 26.

NB: A=4; B=3; C=2; D=1. += désigne le niveau de qualité coché. Score maximal (SC.Max) =52

Niveau de la qualité:

- Niveau 4: 95-100%SC.MAX soit 48 à 52
- Niveau 3: 75-94%SC.MAX soit 40 à 47,99
- Niveau 2: 50-74%SC.MAX soit 30 à 39,99
- Niveau 1: moins de 50% SC.MAX soit moins de 30

Il ressort de ce tableau ci haut que Le centre est de niveau I en rapport avec la qualité non satisfaisante des références évaluées soit un score de 22/52 (42.3%).

1.7.1.1.2 ETUDE DESCRIPTIVES DE LA CPN

CARACTÉRISTIQUES DES CPN

Tableau 6. Tableau N° 06 Répartition des enquêtées selon le nombre de CPN réalisées

N°	Nombre de CPN	Fréquence	Pourcentage
01	Aucune CPN au préalable	5	9.2
02	1-3 CPN	42	76.3
03	4 et plus	8	14.5
	Total	55	100%

La plus grande partie des gestantes (soit 76,3%) ont un nombre de CPN compris entre un et trois

Tableau 7. Répartition des prestataires selon la qualification

N°	Qualification	Effectif	Pourcentage
01	Sagefemme	0	0
02	Infirmière obstétricienne	0	0
03	Infirmier SI	(10)	100
	Total	10	100%

NB: Aucun cas de consultation par une matrone n'a été signalé ni Infirmière obstétricienne. Dans 100% des cas les CPN sont réalisées par les infirmiers ordinaire et autre.

Tableau 8. Niveau de la qualité de service de la CPN au CS Salongo1

Références	Niveau de la qualité				Score	Observations
	A	B	C	D		
Qualité du respect de l'intimité du malade		*			3	respect de l'intimité du Malade satisfaisante, mais accès à la fille de salle et autre qui ne sont pas des infirmier
Qualité du respect de la confidentialité		*			3	respect de la confidentialité satisfaisante mais quelques-uns ne respecte pas
la qualité de l'hygiène				*	1	Absence de l'eau dans les WC et les douches, présence des mouches, des urines stagnante sur le sol
la qualité du respect physique et psychique de la gestante			*		2	Moins du respect physique et psychique de la gestante
qualité de l'examen Physique			*		2	Matériel incomplet pour les examen Physique et absence d'une salle propre pour la CPN
des examens complémentaires demandés.			*		2	Quelques examens prévus pour une femme enceinte ne sont pas demandés BW, GS, test d'email ...
opinion des gestantes sur l'état des locaux et toilette.				*	1	leur opinion sur l'état des locaux et toilette non satisfaisante, absence de savons liquide
leur interaction avec les soignants.			*		2	leur interaction avec les soignants sont insatisfaisants.
les conditions d'accueil				*	1	Les bancs sont en nombre limité, salle trop petite les gestante sont mélangé avec les autres malades
Présence des intrants en quantité suffisantes		*			3	Parfois rupture des quelque intrants (SP, mebendazole, fer, MIILD
le déroulement de la consultation prénatale.				*	1	les normes de déroulement de la consultation prénatale ne sont pas respecté, des fois pas d'éducation sanitaire
l'application des mesures d'hygiène.				*	1	Les prestataires ne porte pas le gant et ne lave pas régulièrement les mains après chaque examen pendant la CPN
les explications données sur la prescription la molécule prescrite et la qualité des conseils.		*			3	les explications sont données sur la prescription la molécule prescrite mais très peu des conseils.
SCORE MAXIMAL					25	Niveau I: moins de 50% de score maximal soit un score total de moins de 26.

NB: A=4; B=3; C=2; D=1. += désigne le niveau de qualité coché. Score maximal (SC.Max) =52

Niveau de la qualité:

- Niveau 4: 95-100%SC.MAX soit 48 à 52
- Niveau 3: 75-94%SC.MAX soit 40 à 47,99
- Niveau 2: 50-74%SC.MAX soit 30 à 39,99
- Niveau 1: moins de 50%SC.MAX soit moins de 30

Il ressort de ce tableau ci haut que Le centre est de niveau I en rapport avec la qualité de service de la CPN dont le résultat est non satisfaisant en rapport avec des références évaluées soit un score de 25/52 (48.0%).

2 INTERPRETATION DES RESULTATS

Au terme de la présentation et commentaire sur « évaluation de la qualité des consultations prénatales au centre de sante Slongo 1 ». Nous sommes dans l'obligation d'interpréter ces résultats en vue de donner une précision nette sur les résultats. Il s'agit d'une étude qualitative descriptive transversale qui concerne 55 cas de la CPN recensés systématiquement pendant la période de l'étude.

Elle comporte:

- Une étude des structures
- Une étude de procédures et résultats.

L'étude a bénéficié d'une franche collaboration du personnel médical et para médical. Après l'analyse, les résultats se présentent de la manière suivante:

Au regard de No1 tableau, il est à constater que la majorité de nos enquêtés, 20 soit 36.3% ont l'âge compris entre 20 et 30 ans suivie de 20 à 25 ans avec une probation de 14 enquêtées soit 25.4% et ceux de 30- 35 ou 12 soit 21.9 % contre une faible proportion de 6 soit 10.9% pour la tranche d'âge de 18 à 20 ans et 35ans ou plus avec 3 soit 5.4%. cela concorde avec le résultat trouvé par Sakobo en 2019 dont les femmes enceintes dont l'âge est comprise entre 20 et 30 ans qui représentent 28%

Le tableau N° 02 nous montre que la majorité de nos enquêtées 25 soit 45.4% sont du niveau secondaire contre 17 soit 31% du niveau primaire et 13 soit 23.6% sont analphabètes. Cela est loin des résultats trouvés par Bwazumo en 2019 dont le niveau de l'instruction secondaire pour les femmes enceintes est de 28%.

Ce tableau No 3 ci-dessus nous montre que 28 soit 51% sont cultivatrices, 13 soit 23.6% sont des vendeuses, 9 soit 16.3% sont des ménagères et enfin 2 soit 3.7% sont des élevés. Les résultats sont de même pour les cultivateurs comme a dit Sakobo en 2019 dont elle sont les mêmes. 2% (Sakobo, ISTM Gemena 2019)

Le tableau N°04 nous montre que 47 soit 85.4% de nos enquêtées sont mariées contre 4 soit 7.2% qui sont célibataires, et 4 aussi les divorcées. Même résultats trouvés par Sakobo (2019 op cit) dont 84.9% sont des femmes mariées

Il ressort de tableau No5 que Le centre est de niveau I en rapport avec la qualité non satisfaisante des références évaluées soit un score de 22/55 (42.3%). Ce résultat concorde avec celui de Goita N. qui avait trouvé 1 mais elle avait été notée 0 par Fomba en 2003.

Le tableau No 6 nous montre que La plus grande partie des gestantes (soit 76,3%) ont un nombre de CPN compris entre un et trois. Ce résultat ne pas loin de résultat de Goita en 2005 le respect du calendrier de la CPN qu'a donné 75.6%

Dans le tableau No 7 que Aucun cas de consultation par une matrone n'a été signalé ni Infirmière obstétricienne. Dans 100% des cas les CPN sont réalisées par l'infirmier ordinaire et autre. Il ressort de ce tableau No 8 que Le centre est de niveau I en rapport avec la qualité non satisfaisante des références évaluées soit un score de 25/52 (48.0%).

Nous voici au terme de notre recherche menée dans la zone de santé de Gemena précisément dans l'AS SALONGO1, dont le but était d'évaluer la qualité de la consultation prénatale, vérifier la pratique de la CPN par les prestataires, sonder l'opinion des femmes enceintes sur la qualité de la CPN et afin de déceler les déficits et proposer les pistes des solutions,

Pour répondre à la question de notre recherche, et atteindre notre objectif, nous avons mené une étude prospective transversale sur la qualité de la consultation prénatale qui s'est déroulée du 05 janvier au 30 juin 2021 au Centre de Santé de SALONGO1 dans la ZS de GEMENA. la méthode d'enquête soutenue par la technique d'interview sur base des questionnaires pré établi comme instrument de collecte des données et l'observation nous a permis de juger les actes posés par les prestataires, la revue documentaire nous a permis de vérifier les données de quelques fiches de la CPN qui était à notre portée. Nous avons opté pour un échantillonnage non probabiliste exhaustif. La taille de notre échantillon est de 55 femmes enceintes de l'AS SALONGO1 et tout le prestataire de CS SALONGO1. Au cours de l'étude on a pu analyser la qualité de la structure sanitaire, la qualité des services de la CPN offerts et on a observé les prestations du personnel et enfin l'opinion des gestantes sur la qualité des soins reçus.

Par rapport à l'évaluation de la structure de SALONGO1:

L'analyse du niveau de qualité de la structure montre que le centre est de

Niveau I par rapport à nos critères de cotation, certaines références évaluées présentent des défaillances à résoudre entre autre: salle de réanimation non équipée, manque de groupe électrogène fonctionnelle, absence système de communication propre pour le CS.

Evaluation des procédures:

L'étude a révélé que la CPN était assuré à 100% des cas par les autres infirmières en SI autre option et ceux qui sont formés sont au nombre de 2/10 (niveau I). Des gestantes n'ont pas bénéficié de prise de la tension artérielle tout ceux-ci sont des facteurs pouvant porter préjudice à la qualité de la CPN lors du remplissage du fiche de la CPN de suivi, l'état du bassin ainsi que le pronostic de l'accouchement ont été ignoré, l'accueil était bonne du niveau 3. Le respect physique et psychique était globalement bon, coté à 3 même cote pour le respect de l'intimité a été respectée. Le bilan prénatal a été coté à 2 c'est surtout le groupage rhésus, le BW, le test d'Emmel l'échographie, la sérologie VIH, sucre qui ne sont pas été demandé. Les gestantes à travers leurs opinions ont exprimé leur insatisfaction par rapport à l'accueil et la prestation des soins, se plaignent des privilèges accordés aux « protégées ».

Au vu des résultats obtenus, nos quatre hypothèses sont confirmées, selon laquelle:

- La mauvaise organisation de la CPN serai l'une des causes de la baisse de la qualité de la CPN;
- L'Insuffisance des équipements et des intrants;
- Insuffisance des personnels soignant qualifié et forme pour mener l'activité de la CPN;
- La négligence des personnels soignant qui n'accorde pas assez d'importance à ce service serait à la base de la baisse de la qualité, selon les résultat du tableau No 5 sur la qualité de la structure équipement, matériels, hygiène de la salle et de toilette dont, Il ressort de ce tableau que Le centre est de niveau I en rapport avec la qualité non satisfaisante des références évaluées soit un score de 22/52 (42.3%) et le tableau No8 ou Il ressort de ce tableau que Le centre est de niveau I en rapport avec la qualité non satisfaisante des références évaluées soit un score de 25/52 (48.0%).

Par contre, deux hypothèses sont infirmées selon laquelle

- exagération de tarification est à la base;
- Manque des moyens financiers des gestantes pour payer le droit des services seront parmi les causes ? aucune gestante n'a dit cela.

Au vue de nos résultats obtenues par ce travail et la situation de la santé de femmes Enceintes au niveau du pays et la province qui restée alarmante et Qu'est marquée par des taux élevé de mortalité maternelle. Les gestantes à travers leurs opinions ont exprimé leur insatisfaction par rapport à l'accueil et la prestation des soins, se plaignent des privilèges accordés aux « protégées » devant tous ces éléments nous pouvons classer les prestations faites au CS SALONGO en matière de surveillance prénatale à un niveau I.

A la suite de ces remarques, nos résultats peuvent être utilisés pour améliorer la qualité des soins dans le CS SALONGO1, d'où les recommandations suivantes: Les recommandations suivantes s'adressent:

❖ Aux personnels du CS SALONGO 1:

- respecté les règles d'hygiènes et les précautions universalise et renforcé l'hygiène des toilette et la salle
- Apprécier le bassin en fin de grossesse afin de faire le pronostic d'accouchement.
- Bien équipe la salle de CPN (bancs, tensiomètre)
- Lors des CCC sensibiliser les femmes pour qu'elles se présentent aux Centre de Santé dès le début de la grossesse.
- Renforcer les formations post universitaires dans le cadre de la formation continue.

❖ Aux autorités sanitaires et politiques:

- Améliorer l'état des structures du centre selon les normes.
- Engagé et assurer une formation continue des sages-femmes pour une amélioration de la qualité des CPN à ce niveau.
- Instaurer un système de la communication fonctionnel 24/24heures pour faciliter l'évacuation.
- Equiper le centre d'un groupe électrogène fonctionnel.

❖ **A la population de:**

- Etre consciente qu'elle est la première responsable et la première bénéficiaire de son bon état de santé.
- Se présenter tôt aux centres de santé pour diagnostiquer leur grossesse et de faire une surveillance correcte.
- Suivre correctement les instructions reçues lors des CPN.

REFERENCES

- [1] RATSART DE TAING et J Courte Joie: Maternité et santé dépôt l'égal N° 3.721-7588; Limeté Kinshasa: 1999, Page 113 et 115 (Coll diriger par Jacques Courte Joie)..
- [2] Bernard et Pierre: Dictionnaire médical pour les régions tropicales édition 2002. Page 817.
- [3] J. Lansac. G. Body: avec collaboration de CH Berger / M Berland. A Fournie / E Gald / B. Jacquetin / G. Magin / F Peuch / J. M. Thoulon: Pratique de l'accouchement. SIMEPSA 1988 – Paris, France.
- [4] Goïta N.: évaluation de la qualité des consultations prénatales au service de gynécologie – obstétrique du Centre de Santé de Référence de la Commune V du district de Bamako. Thèse de médecine 2006; M210 102 P.
- [5] Maternité sans risque: « des accoucheuses qualifiées un pas dans la bonne direction N° 29 2002.
- [6] OMS: chronique mortalité maternelle: soustraire les femmes de l'engrenage Fatal, Genève OMS 1986 40 (5) 193 – 202.
- [7] Unicef OMS FNUAP: Elimination du tétanos maternel et néonatal d'ici l'an 2005 stratégie permettant d'éliminer le tétanos et d'éviter sa réapparition.

Diversité de la culicidofaune et risques potentiels de maladies dans le parc national de Loango au Gabon

[Diversity of culicidofauna and potential risks of diseases in Loango national park in Gabon]

Boris Kevin Makanga¹⁻², Aubin Armel Koumba¹, Patrice Makouloutou¹⁻², James Wilfrid Mougoubi³, Christophe Roland Zinga Koumba¹, and Jacques François Mavoungou¹⁻⁴

¹Département de Biologie et Ecologie Animale, Institut de Recherche en Ecologie Tropicale, Libreville, Gabon

²Centre Interdisciplinaire de Recherches Médicales de Franceville, Franceville, Gabon

³Département de Géographie, Université de Rennes 2, Rennes, France

⁴Département de Biologie, Université des Sciences et Techniques de Masuku, Franceville, Gabon

Copyright © 2022 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 order to contribute to the knowledge of the culicidofauna of Loango national park, Gabon, an exploratory entomological survey was conducted in this area. Adult mosquitoes were captured in the vicinity of the Yatouga camp using CDC-light traps. These captures took place from February 20 to 27, 2020, from 5: 00 p.m. to 7: 00 a.m. and the captured mosquitoes were identified under binocular magnifying glass using morphological criteria. A total of 380 mosquitoes were collected. Morphological identifications of the captured specimens underlined the presence of 16 mosquito species especially *Aedes circumluteolus* (0.5%), *Anopheles marshallii* (15.5%), *Anopheles obscurus* (0.5%), *Anopheles paludis* (3.4%), *Anopheles tenebrosus* (0.5%), *Coquilletidia aurites* (0.3%), *Culex cinereus* (1.6%), *Culex rubinotus* (0.5%), *Culex decens* (0.5%), *Ficalbia malfeyti* (0.5%), *Mansonia africana* (50.5%), *Uranotenia bilineata* (1.1%), *Uranotenia cavernicola* (13.2%), *Uranotenia caliginosa* (0.5%), *Uranotenia mashonaensis* (2.1%), and *Uranotenia nigromaculata* (8.7%). The genera *Mansonia* (50.5%), *Uranotenia* (25.6%) and *Anopheles* (20%) were the most abundant, while the genera *Aedes*, *Coquilletidia*, *Ficalbia* and *Culex* were very poorly represented with less than 3.9%. Most of the mosquitoes collected are known in other parts of Gabon and Africa for their vector role in the transmission of pathogens to humans and wildlife. There is an urgent need for a longitudinal study of the culicidofauna of this protected area, an habituation zone of ecotourism and great ape.

KEYWORDS: Anophelinae, Culicinae, tropical forest, vectors, wild zoonotic transmission, Loango.

RESUME: Afin de contribuer à la connaissance de la culicidofaune du parc national de Loango, Gabon, une enquête entomologique exploratoire a été menée dans cette zone. Les moustiques adultes étaient capturés au voisinage du camp Yatouga à l'aide des pièges lumineux de type CDC. Ces captures ont eu lieu du 20 au 27 Février 2020, de 17h à 7h et les moustiques capturés ont été identifiés sous loupe binoculaire en utilisant les critères morphologiques. Au total 380 moustiques ont été collectés. Les identifications morphologiques des spécimens capturés ont permis de mettre en évidence la présence de 16 espèces de moustiques dont *Aedes circumluteolus* (0,5%), *Anopheles marshallii* (15,5%), *Anopheles obscurus* (0,5%), *Anopheles paludis* (3,4%), *Anopheles tenebrosus* (0,5%), *Coquilletidia aurites* (0,3%), *Culex cinereus* (1,6%), *Culex rubinotus* (0,5%), *Culex decens* (0,5%), *Ficalbia malfeyti* (0,5%), *Mansonia africana* (50,5%), *Uranotenia bilineata* (1,1%), *Uranotenia cavernicola* (13,2%), *Uranotenia caliginosa* (0,5%), *Uranotenia mashonaensis* (2,1%) et *Uranotenia nigromaculata* (8,7%). Les genres *Mansonia* (50,5 %), *Uranotenia* (25,6 %) et *Anopheles* (20 %) étaient les plus abondants, tandis que les genres *Aedes*,

Coquillettia, *Ficalbia* et *Culex* étaient très faiblement représentés avec moins de 3,9%. La plupart des moustiques collectés sont connus dans d'autres régions du Gabon et d'Afrique pour leur rôle vectoriel dans la transmission d'agents pathogènes à l'homme et à la faune. Il est urgent de mener une étude longitudinale de la faune culicidienne de cette aire protégée, zone d'écotourisme et d'habitation des grands singes.

MOTS-CLEFS: Anophelinae, Culicinae, forêt tropicale, vecteurs, transmission zoonotique sauvage, Loango.

1 INTRODUCTION

Les Culicidae appartiennent à l'ordre des Diptères et comprennent plus de 3 500 espèces et sous-espèces décrites dans le monde [1]. C'est un groupe vaste et abondant dans les régions tempérées et tropicales du monde [1]. Bien que les moustiques jouent un rôle important dans la chaîne alimentaire des habitats d'eau douce [2], ils sont responsables de nuisances en particulier lors de la recherche de repas de sang pour couvrir leurs besoins physiologiques [3]; [4].

Cette famille de diptères compte de nombreux vecteurs de maladies humaines et animales comme le paludisme, les filarioses et les arboviroses [5]; [6]. Pour combattre ces pathologies, les stratégies de lutte antivectorielle préconisées sont souvent basées sur la réduction des populations de vecteurs en dessous des seuils nécessaires à la transmission, l'évitement du contact hôte/vecteur, ou encore l'élimination des populations de vecteurs d'une zone géographique donnée [7]. Toutefois, l'efficacité de ces moyens de lutte repose essentiellement sur l'identification des moustiques vecteurs et la connaissance de leur bioécologie [7].

Or, dans les environnements forestiers tropicaux, les moustiques sont très divers [1] et moins connus, car dans des régions difficiles d'accès, leur collecte nécessite souvent l'utilisation de moyens humains et logistiques très importants [8].

En outre, dans la région afrotropicale où de nombreuses espèces de moustiques sont présentes [9]; [10], les travaux de recherche menés au cours de ces deux dernières décennies rapportent l'inventaire de plusieurs espèces de moustiques ou de nouveaux vecteurs de maladies [11]; [12]. Ces découvertes suggèrent que le nombre d'espèces de moustiques dans cette région serait peut-être sous-estimé. Or, la connaissance de la diversité des espèces culicidiennes est une donnée essentielle pour lutter efficacement contre ces vecteurs de maladies [13].

Avec 80% de son territoire recouvert par la forêt, le Gabon compte également plus de 80 espèces et sous-espèces de moustiques [14]. Ce nombre d'espèces serait en dessous de la réalité dans la mesure où de nombreuses autres enquêtes entomologiques ont rapporté l'existence d'espèces connues dans d'autres pays du bassin du Congo [8]; [15]; [16], et de nouvelles espèces de moustiques dans les forêts gabonaises [11]; [12].

L'objectif de ce travail est de contribuer à la caractérisation de la faune culicidienne dans le parc national de Loango où cette entomofaune demeure mal connue et pourrait avoir un intérêt dans la compréhension des cycles de transmission de pathogènes entre les animaux et l'homme. Il serait donc important de tenir compte de toutes ces informations pour prévenir l'émergence de maladies vectorielles et/ou faciliter la mise œuvre de meilleures stratégies de lutte antivectorielle.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 ZONE D'ETUDE

Le parc national de Loango (2°04' Sud et 9°33' Est) fait partie du bassin côtier gabonais. Il est situé dans la province de l'Ogooué-Maritime (Figure 1). Ce parc abrite deux grands projets d'habitation de grands singes (gorilles et chimpanzés); le premier projet qui concerne l'étude des chimpanzés est situé dans le camp d'Ozouga, au sud-ouest du parc. Par contre, le second projet dédié à l'habitation des gorilles est mis en œuvre dans le camp de Yatouga localisé au sud-est du parc, en bordure de la lagune Ngowé.

Selon la classification simplifiée de Tutin & Fernandez (1984) [17], le parc national de Loango présente cinq types de paysage, à savoir: la forêt primaire, la forêt secondaire, le maquis côtier, la savane et la forêt inondée.

Son climat est de type tropical caractérisé par une longue saison sèche (de mai à septembre) et une longue saison des pluies (d'octobre à avril) [18]. Les précipitations sont très élevées en novembre et très faibles en juillet-août. Entre 2017 et 2018, les précipitations annuelles moyennes s'élevaient à 2099 mm et les températures annuelles moyennes variaient entre 22,7°C et 27,8°C [19].

2.2 SITES DE CAPTURE DES MOUSTIQUES

Quatre sites de capture de moustiques ont été retenus dans le cadre de cette étude, car ce sont des endroits fréquentés par plusieurs espèces de mammifères, y compris les grands singes (chimpanzés et gorilles), les petits singes, les éléphants, les ongulés et les rongeurs. Ces sites étaient situés à 1,5 km du camp de Yatouga, le long d'un transect est-ouest en direction du camp d'Ozouga. Dans cette zone d'échantillonnage, le projet d'habituation des gorilles mène des activités de recherche et de tourisme de vision de ces grands singes.

2.3 COLLECTE ET IDENTIFICATION MORPHOLOGIQUE DES MOUSTIQUES

Quatre pièges lumineux de type CDC (T1-T4) ont été utilisés pendant sept jours consécutifs (du 20 au 27 février 2020) et placés au niveau des sites de capture retenus à cet effet. Ces pièges ont fonctionné de 17 h à 7 h du matin.

Les arthropodes capturés ont été tués à l'éther éthylique [20] pendant 1 heure. Ils ont ensuite été observés sous un stéréomicroscope Leica ez4 hd. L'identification et l'isolement des espèces de moustiques ont été faits sur la base des critères morphologiques en utilisant des clés taxonomiques [9]; [21]; [22].

2.4 CONSERVATION ET STOCKAGE DES ÉCHANTILLONS DE MOUSTIQUES

Tous les spécimens collectés et identifiés ont été mis dans des tubes Eppendorf contenant du silicagel, puis ramenés à l'Institut de Recherche en Ecologie Tropicale (IRET) en vue de leur stockage au congélateur à -20°C pour des analyses moléculaires ultérieures.

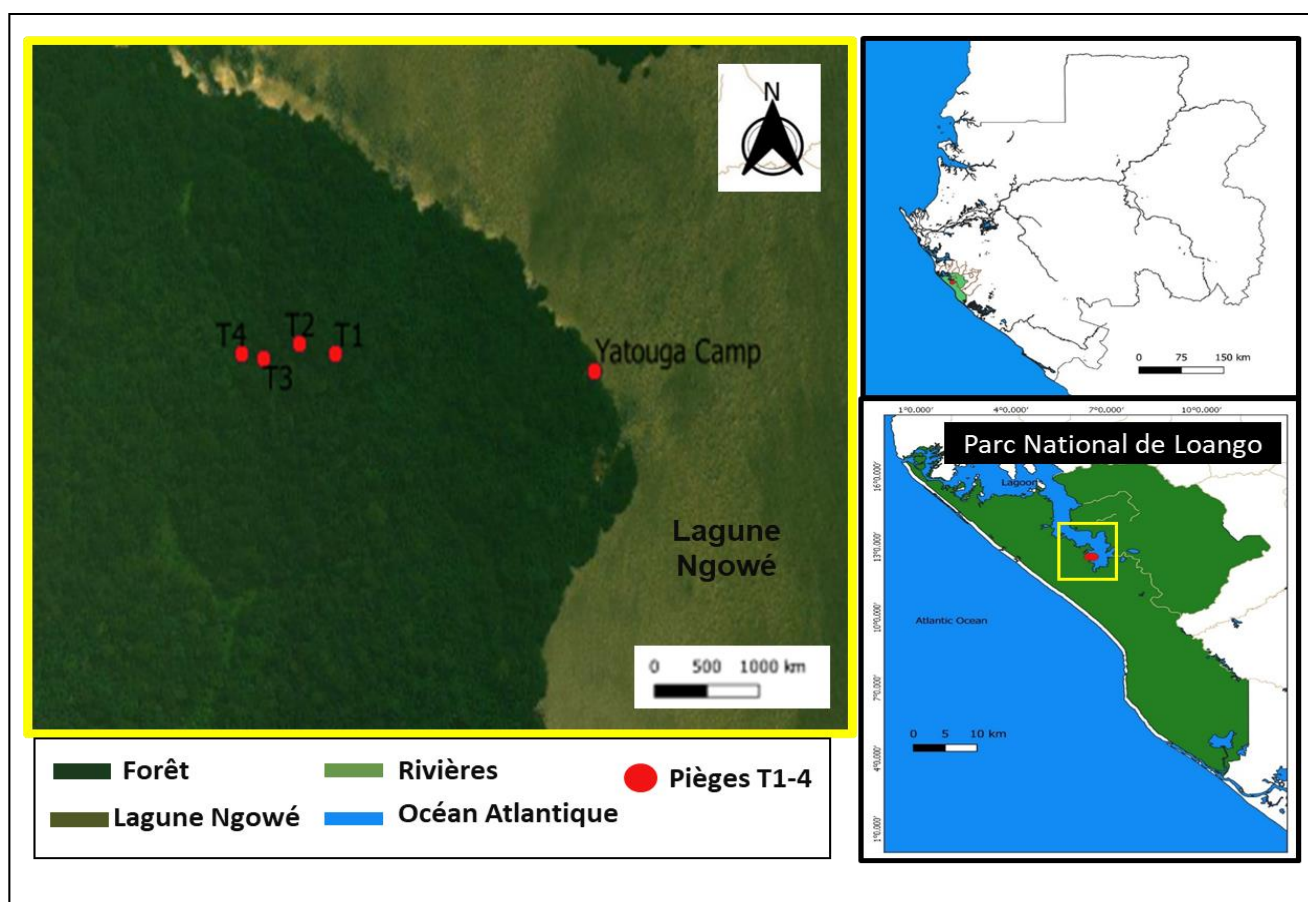


Fig. 1. Localisation de la zone d'étude dans le Parc National de Loango, en bordure de la lagune Ngowé à 1km du camp Yatouga

2.5 ANALYSE DES DONNÉES

La diversité des moustiques capturés dans le parc national de Loango a été évaluée en utilisant les indices écologiques suivants:

- La richesse en espèces (S) qui représente le nombre total d'espèces;
- L'indice de Shannon (H) qui a été calculé à partir de la formule qui suit: $nH = - \sum ni/n \log_2 (ni/n)$. Cet indice varie entre 1 et 5 et s'exprime en bits;
- L'indice d'équitabilité de Piélou (J) qui correspond au rapport entre H' et Hmax, tel que $E = H'/H_{max}$. Il correspond au rapport entre la diversité observée et la diversité maximale possible compte tenu du nombre d'espèces (S).

En outre, l'analyse de variance (ANOVA) a été réalisée pour déterminer s'il y a des différences significatives d'abondance entre les différents genres de moustiques capturés.

3 RÉSULTATS

3.1 EFFECTIFS ET RICHESSE SPECIFIQUE DE LA FAUNE CULICIDIENNE

Au total 380 moustiques adultes ont été capturés dans le parc national de Loango. Ces moustiques étaient constitués de 16 espèces (Tableau 1), à savoir: *Aedes* (*Neomelaniconion*) *circumluteolus*, *Anopheles* (*Celia*) *marshallii*, *Anopheles* (*Anopheles*) *obscurus*, *Anopheles* (*Anopheles*) *paludis*, *Anopheles* *tenebrosus*, *Coquilletidia* *aurites*, *Culex* (*Culiciomyia*) *cinereus*, *Culex* (*Eumelanomyia*) *rubinotus*, *Culex* (*Culex*) *decens*, *Ficalbia* *malfeyti*, *Mansonia* *africana*, *Uranotenia* *bilineata*, *Uranotenia* *cavernicola*, *Uranotenia* *caliginosa*, *Uranotenia* *mashonaensis* et *Uranotenia* *nigromaculata*.

Ces espèces culicidiennes étaient regroupées en 2 sous-familles (Anophelinae et Culicinae) et 7 genres (*Aedes*, *Anopheles*, *Coquilletidia*, *Culex*, *Ficalbia*, *Mansonia* et *Uranotenia*). La sous-famille des Anophelinae a été représentée par quatre espèces tandis que celle des Culicinae avait 12 espèces (Tableau 1). Les genres *Uranotenia*, *Anopheles* et *Culex* étaient les taxons les plus riches en espèces (plus de 2 espèces). Les autres genres étaient représentés chacun par une seule espèce (*Aedes*, *Coquilletidia*, *Ficalbia*, *Mansonia*) (Tableau 1).

Tableau 1. Richesse spécifique de la faune culicidienne dans la zone d'étude

Sous-familles	Genres	Espèces	Richesse spécifique (S)
Anophelinae	<i>Anopheles</i>	<i>Anopheles marshallii</i> <i>Anopheles obscurus</i> <i>Anopheles tenebrosus</i> <i>Anopheles paludis</i>	4
Culicinae	<i>Aedes</i>	<i>Aedes circumluteolus</i>	1
	<i>Coquilletidia</i>	<i>Coquilletidia aurites</i>	1
	<i>Ficalbia</i>	<i>Ficalbia malfeyti</i>	1
	<i>Culex</i>	<i>Culex decens</i> <i>Culex cinereus</i> <i>Culex rubinotus</i>	3
	<i>Mansonia</i>	<i>Mansonia africana</i>	1
	<i>Uranotenia</i>	<i>Uranotenia bilineata</i> <i>Uranotenia cavernicola</i> <i>Uranotenia caliginosa</i> <i>Uranotenia mashonaensis</i> <i>Uranotenia nigromaculata</i>	5
TOTAL	7	-	16

3.2 ABONDANCE GNERIQUE DE LA FAUNE CULICIDIENNE DE LOANGO

Les spécimens du genre *Mansonia* étaient les plus abondants avec 50,7% (n=192) des moustiques identifiés (Tableau 2). Par contre, les genres *Uranotenia* et *Anopheles* étaient moyennement représentés, avec respectivement 25,6% (n=97) et 19,8%

(n= 75) d'individus capturés. De plus, le test ANOVA a montré qu'il existe une différence significative d'abondance entre les différents genres de moustiques dans le parc national de Loango ($p < 0,05$).

Tableau 2. Abondance des seize espèces de moustiques femelles collectées au parc de Loango

Genres	Espèces de moustiques	Nombre d'individus	Abondance relative
<i>Aedes</i>	<i>Aedes circumluteolus</i>	2	0,5%
<i>Anopheles</i>	<i>Anopheles marshallii</i>	59	15,5%
	<i>Anopheles obscurus</i>	2	0,5%
	<i>Anopheles tenebrosus</i>	2	0,5%
	<i>Anopheles paludis</i>	13	3,4%
<i>Coquilletidia</i>	<i>Coquilletidia aurites</i>	1	0,3%
<i>Culex</i>	<i>Culex cinereus</i>	6	1,6%
	<i>Culex rubinotus</i>	2	0,5%
	<i>Culex decens</i>	2	0,5%
<i>Ficalbia</i>	<i>Ficalbia malfeyti</i>	2	0,5%
<i>Mansonia</i>	<i>Mansonia africana</i>	192	50,5%
<i>Uranotenia</i>	<i>Uranotenia bilineata</i>	4	1,1%
	<i>Uranotenia cavernicola</i>	50	13,2%
	<i>Uranotenia caliginosa</i>	2	0,5%
	<i>Uranotenia mashonaensis</i>	8	2,1%
	<i>Uranotenia nigromaculata</i>	33	8,7%
Total		380	

3.3 DIVERSITE SPECIFIQUE DE LA CULICIDOFAUNE A LOANGO

Globalement, la diversité observée au sein du parc national de Loango est moyenne ($H = 1,63$) avec un indice d'équitabilité de 0,58 (Tableau 3). Cependant, cette diversité varie suivant les différents genres de moustiques. En effet, le genre *Uranotenia* est le genre le plus diversifié avec un indice de Shannon de 1,12 et un indice d'équitabilité de 0,69 (Tableau 3). En revanche, le genre *Culex* est faiblement diversifié ($H = 0,95$) avec la dominance d'une seule espèce ($J = 0,89$).

Tableau 3. Diversité spécifique de la culicidofaune à Loango

Genres	Espèces de moustiques	Shannon (H)	Pielou (J)
<i>Aedes</i>	<i>Aedes circumluteolus</i>	0,14	0,2
<i>Anopheles</i>	<i>Anopheles marshallii</i>	0,7	0,64
	<i>Anopheles obscurus</i>		
	<i>Anopheles tenebrosus</i>		
	<i>Anopheles paludis</i>		
<i>Coquilletidia</i>	<i>Coquilletidia aurites</i>	0,14	0,2
<i>Culex</i>	<i>Culex cinereus</i>	0,95	0,86
	<i>Culex rubinotus</i>		
	<i>Culex decens</i>		
<i>Ficalbia</i>	<i>Ficalbia malfeyti</i>	0,14	0,2
<i>Mansonia</i>	<i>Mansonia africana</i>	0,14	0,2
<i>Uranotaenia</i>	<i>Uranotenia bilineata</i>	1,12	0,69
	<i>Uranotenia cavernicola</i>		
	<i>Uranotenia caliginosa</i>		
	<i>Uranotenia mashonaensis</i>		
	<i>Uranotenia nigromaculata</i>		

3.4 RISQUES POTENTIELS D'ÉMERGENCE DE MALADIES HUMAINES ET/OU ANIMALES

Parmi les 16 espèces culicidiennes identifiées au cours de cette étude, près de 12 sont incriminées dans la transmission d'agents infectieux à l'homme et/ou à la faune, comme l'indique le tableau 4 ci-dessous:

Tableau 4. Liste des espèces de moustiques captures au parc national de Loango et leurs rôles vectoriels connus au Gabon et dans d'autres pays africains

Espèces de moustiques	Rôles vectoriels connus ou potentiels	Références
<i>Anopheles marshallii</i>	Vecteurs de plusieurs parasites du paludisme chez l'homme, les singes, les rongeurs, les chauves-souris, les ongulés en Afrique	Gibbins [23]; Boundenga <i>et al.</i> [24]; Makanga <i>et al.</i> [8].
<i>Anopheles obscurus</i>	Vecteurs du paludisme chez les ongulés, les reptiles et les oiseaux	Boundenga <i>et al.</i> [24]; Makanga <i>et al.</i> [8]; Bakker <i>et al.</i> [25].
<i>Anopheles tenebrosus</i>	Moustiques transmettant potentiellement <i>Wuchereria bancrofti</i>	Magayuka [26].
<i>Anopheles paludis</i>	Vecteurs du paludisme chez les humains, les ongulés en Afrique	Karch & Mouchet [27]; Makanga <i>et al.</i> [8]; Bakker <i>et al.</i> [25].
<i>Aedes circumluteolus</i>	Vecteur potentiel de <i>Wuchereria bancrofti</i>	Magayuka [26].
<i>Coquilletidia aurites</i>	Vecteurs naturels du paludisme aviaire en Afrique	Njabo <i>et al.</i> [28].
<i>Culex cinereus</i>	Responsable de la transmission des arbovirus tels que le virus de M'Poko, le virus de Sindbis en République Centrafricaine et en République de Guinée	Boiro <i>et al.</i> [29]; Sem Ouilibona <i>et al.</i> [30].
<i>Culex rubinotus</i>	Vecteurs du virus de la fièvre de la Vallée du Rift	Linthicum <i>et al.</i> [31].
<i>Culex decens</i>	Moustiques vecteurs du virus du Nil occidental	Gould <i>et al.</i> [32].
<i>Ficobia malfeyti</i>	Inconnu	
<i>Mansonia africana</i>	Vecteurs de filarioses lymphatiques à <i>Wuchereria bancrofti</i> au Ghana	Ughasi <i>et al.</i> [33].
<i>Uranotenia bilineata</i>	Inconnu	
<i>Uranotenia cavernicola</i>	Inconnu	
<i>Uranotenia caliginosa</i>	Inconnu	
<i>Uranotenia mashonaensis</i>	Vecteur de nouveaux flavivirus comme le virus de la fièvre jaune, le virus de la dengue, le virus de l'encéphalite Japonaise et le virus du Nil occidental	Junglen <i>et al.</i> [34].
<i>Uranotenia nigromaculata</i>	Inconnu	

4 DISCUSSION

Au cours de cette étude, 16 espèces appartenant à 7 genres de moustiques ont été identifiées à partir des critères morphologiques. Ce nombre d'espèces est faible par rapport aux 83 espèces signalées par Service [14] dans la région du Moyen-Ogooué et les 52 espèces collectées dans les grottes gabonaises par Obame-Nkoghe *et al.* [16]. Ce faible effectif est probablement lié à l'utilisation d'une seule technique de capture de moustiques dans cette étude. Aussi, la combinaison de plusieurs techniques de capture (Capture sur homme, BG-sentinel, collecte de la faune matinale résiduelle, collecte larvaire, etc.) aurait peut-être permis d'augmenter le rendement des captures de manière qualitative et/ou quantitative.

Parmi les genres de moustiques capturés, le genre *Uranotenia* était le taxon le plus diversifié, avec une distribution presque égale entre les spécimens de ce groupe. Cette observation suggérerait une bonne répartition des espèces au sein de ce genre. De plus, il semblerait que les moustiques adultes de ce taxon préfèrent les endroits sombres comme la forêt primaire de Loango. Ce résultat suggère que ces moustiques seraient sciaphiles. Cette observation est en accord avec les travaux menés par Obame-Nkoghe *et al.* [16] dans certaines grottes du Gabon. Ces auteurs ont rapporté que toutes les espèces d'*Uranotenia* capturées sont aussi présentes dans le milieu cavernicole.

Contrairement aux *Uranotenia*, le genre *Culex* est le moins diversifié, avec trois espèces. D'un point de vue écologique, les larves de ce genre exploitent une variété de gîtes larvaires tels que les mares permanentes ou temporaires, les terrains inondés, les bords de rivière, les creux d'arbre et axilles de feuilles engainantes [13].

Parmi les 16 espèces culicidiennes capturées, 12 appartiennent à la sous-famille de *Culicinae*, mais seule l'espèce *Mansonia africana* était significativement plus abondante ($p < 0,05$). Cette abondance pourrait s'expliquer par le fait que les individus de *Mansonia* préfèrent les collections d'eau colonisées par des plantes aquatiques. D'ailleurs, la zone d'étude est bordée par une lagune où poussent de nombreuses plantes aquatiques comme *Pistia sp.* Selon Laurence [35], les stades immatures de *Mansonia sp.* sont inféodés aux eaux calmes ayant des plantes flottantes sur lesquelles les larves insèrent leurs siphons pour respirer et rester stables dans l'eau.

Après le genre *Mansonia*, c'est le genre *Uranotenia* qui avait l'abondance relative la plus élevée. Ce résultat serait lié au fait qu'au cours de cette étude cinq espèces d'*Uranotenia* ont été identifiées dans la lagune (forêt primaire) qui est fortement ombragée. Au niveau de cette lagune, les larves d'*Uranotenia* pourraient se développer dans de petits bassins d'eau qui se forment naturellement ou bien dans la litière, dans les feuilles, dans des trous d'arbres ou encore dans les contenants naturels [13]. Toutefois, ces espèces d'*Uranotenia* ont été également identifiées dans des sites cavernicoles au Gabon par Obame-Nkoghe *et al.* [16]. Cela pourrait suggérer un caractère « sciaphile » chez certaines espèces d'*Uranotenia* en termes d'habitats préférentiels.

Au total, 4 espèces anophéliennes ont été capturées au cours de cette étude. Les adultes de ces espèces sylvatiques, y compris leurs larves, préfèrent se reproduire dans des plans d'eau claire (rivières, eaux stagnantes, étangs, marécages) avec une végétation aquatique ombragée ou à l'abri de la canopée forestière [21]; [36]. Dans cette partie du parc national de Loango, l'habitat autour de la zone de capture des moustiques était caractérisé par la présence de quelques zones marécageuses, de cours d'eau et d'une végétation ombragée.

En plus des anophèles, d'autres espèces telles que *Coquilletidia aurites*, *Culex (Culiciomyia) cinereus*, *Culex (Eumelanomyia) rubinotus*, *Culex (Culex) decens* et *Ficalbia malfeyti* ont été capturées durant cette étude. La présence de ces espèces dans les collections serait due au fait que ces insectes seraient inféodés aux forêts tropicales où ils trouveraient des conditions environnementales propices pour le développement de leurs stades immatures [13].

D'un point de vue de la transmission des maladies, le genre *Mansonia*, en particulier *Mansonia uniformis*, espèce proche de *Mansonia africanabien* connue pour son rôle de vecteur de filariose en Asie, est aussi connue en Afrique. D'ailleurs, les travaux d'Ughasi *et al.* [33] ont rapporté, non seulement, le rôle de *Mansonia uniformis* en tant que vecteur, mais aussi, celui de *Mansonia africana*, dans la transmission de la filariose lymphatique à *Wuchereria bancrofti* au Ghana. Cependant, aucune information n'existe sur le rôle vectoriel de *Mansonia africana* en forêt tropicale gabonaise. Or, cette espèce est très abondante dans la zone d'étude qui est un espace fortement fréquenté par la faune sauvage et par l'homme dans le cadre de ses différentes activités (écotourisme de vision, patrouille des écogardes, suivi des mammifères d'intérêt).

Quant aux moustiques du genre *Uranotenia* capturés dans cette étude, leur rôle dans la transmission des maladies n'est pas bien connu bien qu'ils se nourrissent sur de nombreux hôtes vertébrés tels que les oiseaux, les reptiles et les batraciens. Toutefois, certaines espèces d'*Uranotenia* peuvent également piquer l'Homme [13].

Pour ce qui est des espèces d'anophèles collectées, plusieurs études scientifiques menées au Gabon et au Cameroun indiquent qu'elles sont zooanthrophiles, et donc des vecteurs de parasites humains et des animaux sauvages. A titre illustratif, *Anopheles paludis* et *Anopheles marshallii* sont connus comme vecteurs du paludisme chez l'homme [27]; [37], tandis qu'*Anopheles obscurus* et *Anopheles paludis* sont incriminés dans la transmission d'hémosporidies aux ongulés sauvages [38]. D'après Makanga *et al.* [8], *An. marshallii* serait vecteur des plasmodiums de grands singes et bridge-vecteur de ces parasites entre l'homme et ces simiens au Gabon. En outre, Boundenga *et al.* [39] ont mis en exergue la possible circulation de *Plasmodium adhleri*, parasite décrit chez le gorille dans le parc national de Loango. Selon ces auteurs, les anophèles seraient les vecteurs connus de cette espèce plasmodiale dans d'autres parcs. Aussi, la présence des vecteurs de plasmodiums humains et des primates non humains dans une zone fréquentée à la fois par l'homme et les grands singes [8], augmenterait le risque de transmission de maladies zoonotiques dans les conditions naturelles, qui sont des conditions favorables à l'échange d'agents pathogènes entre l'homme et les grands singes [40]. A cet effet, il serait bien de mener une étude entomo-épidémiologique afin de suivre de manière simultanée les infections plasmodiales chez les populations de moustiques vecteurs et chez les populations humaines et celles des grands singes du parc national de Loango.

Enfin, la présence des autres genres de moustiques tels qu'*Aedes*, *Coquilletidia*, *Ficalbia* et *Culex* dans la zone d'étude n'est pas à négliger, car ces taxons renferment des espèces vectrices de parasites ou d'arbovirus responsables de pathologies chez les populations humaines et animales. A titre d'exemple, des scientifiques ont pu isoler le virus du Nil occidental à partir de 40 espèces de moustiques, dont une espèce de *Coquilletidia* en Europe, et plusieurs espèces du genre *Culex* (Cx.

tritaeniorhynchus, *Cx. vishnui* et *Cx. quinquefasciatus*) responsables de cette maladie en Asie et en Afrique [32]. En revanche, au Moyen-Orient, c'est *Cx. univittatus*, *Cx. poicilipes*, *Cx. neavei*, *Cx. decens*, *Aedes albocephalus* et *Mimomyia* sp. qui en sont les principaux vecteurs [32].

5 CONCLUSION

Cette étude prospective a permis d'identifier 16 espèces de moustiques dans une partie du parc national de Loango. La plupart des espèces de moustiques capturées sont connues au Gabon et dans d'autres pays pour leur implication dans la transmission d'agents pathogènes responsables de nombreuses maladies chez les animaux et/ou chez l'homme.

Actuellement, il n'existe aucune information sur le rôle vectoriel des moustiques dans le parc de Loango où sont menées des activités d'écotourisme et d'habitation des grands singes. Il est alors impérieux de mener une étude longitudinale de l'entomofaune de cette aire protégée afin de mieux évaluer la diversité culicidienne et les risques d'apparition de maladies à transmission vectorielle.

REMERCIEMENTS

Les auteurs expriment leurs sincères remerciements à l'Institut de Recherche en Ecologie Tropicale (IRET-CENAREST) et le projet GAPCET du Robert Koch et Max Planck Institutes pour leur soutien institutionnel, financier et logistique lors de la réalisation de cette étude. Nous remercions aussi la Commission Scientifique sur les Autorisations de Recherche (CSAR) du Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CENAREST) pour nous avoir accordé une autorisation de recherche (N°AR011/20/MESRSTT/CENAREST/CG/CST/CSAR) pour travailler sereinement dans les parcs nationaux du Gabon.

REFERENCES

- [1] R. E. Harbach, Anopheles classification. Mosquito taxonomic inventory, 2020. [Online] Available: <http://mosquito-taxonomic-inventory.info/simpletaxonomy/term/6045> (Accessed September 2020).
- [2] L. M. Rueda, Global diversity of mosquitoes (Insecta: Diptera: Culicidae) in freshwater, In Freshwater animal diversity assessment, Springer, Dordrecht, 477-487, 2007.
- [3] R. C. Smallegange, Y. T. Qiu, J. A. van Loon and W. Takken, "Synergism between ammonia, lactic acid and carboxylic acids as kairomones in the host-seeking behaviour of the malaria mosquito *Anopheles gambiae* sensu stricto (Diptera: Culicidae)," Chemical Senses, vol. 30, no. 2, 145-152, 2005.
- [4] F. Pages, E. Orlandi-Pradines and V. Corbel, "Vectors of malaria: biology, diversity, prevention, and individual protection," Médecine et Maladies Infectieuses, vol. 37, no. 3, 153-161, 2007.
- [5] T. Walker, C. L. Jeffries, K. L. Mansfield and N. Johnson, "Mosquito cell lines: History, isolation, availability and application to assess the threat of arboviral transmission in the United Kingdom," Parasites and Vectors, vol. 7, no. 1, 1-9, 2014.
- [6] E. H. A. Niang, H. Bassene, F. Fenollar and O. Mediannikov, "Biological control of mosquito-borne diseases: The potential of wolbachia-based interventions in an IVM framework," Journal of Tropical Medicine, vol. 2018, Article ID 1470459, 1–15, 2018.
- [7] D. Fontenille, C. Lagneau, S. Lecollinet and R. L. Robin, La lutte antivectorielle en France, Ed. IRD ORSTM, 2009.
- [8] B. Makanga, P. Yangari, N. Rahola, V. Rougeron, E. Elguero, L. Boundenga, N. D. Moukodoum, A. P. Okouga, C. Arnathau, P. Durand, E. Willaume, D. Ayala, D. Fontenille, F. J. Ayala, F. Renaud, B. Ollomo, F. Prugnolle and C. Paupy, "Ape malaria transmission and potential for ape-to-human transfers in Africa," Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, vol. 113, no. 19, 5329–5334, 2016.
- [9] F. Edwards, Mosquitoes of the Ethiopian Region. III. Culicine Adults and Pupae, British Museum (Natural History), 1941.
- [10] M. V. Service, Manuel des moustiques afrotropicaux toxorhynchitine et culicine, à l'exception de *Aedes* et *Culex*, British Museum (Histoire Naturelle), 1-207, 1990.
- [11] N. Rahola, B. Makanga, P. Yangari, D. Jiolle, D. Fontenille, F. Renaud, B. Ollomo, D. Ayala, F. Prugnolle and C. Paupy, "Description of *Anopheles gabonensis*, a new species potentially involved in rodent malaria transmission in Gabon, Central Africa," Infection, Genetics and Evolution, vol. 28, 628–634, 2014.
- [12] M. G. Barrón, C. Paupy, N. Rahola, O. Akone-Ella, M. F. Ngangue, T. A. Wilson-Bahun, M. Pombi, P. Kengne, C. Costantini, F. Simard, J. González and D. Ayala, "A new species in the major malaria vector complex sheds light on reticulated species evolution," Scientific Reports, vol. 9, no. 1, 2019.
- [13] G. Duvallet, D. Fontenille & V. Robert, Entomologie médicale et vétérinaire, Marseille, Ed. Quae, IRD Editions, 2017.

- [14] M. W. Service, "Contribution to the knowledge of the mosquitoes (Diptera, Culicidae) of Gabon," Cahiers ORSTOM, Serie Entomologie Medicale et Parasitologie, no. 3, 259-263, 1976.
- [15] C. Paupy, B. Makanga, B. Ollomo, N. Rahola, P. Durand, J. Magnus, E. Willaume, F. Renaud, D. Fontenille and F. Prugnolle, "Anopheles moucheti and Anopheles vinckei are candidate vectors of ape Plasmodium parasites, including Plasmodium praefalciparum in Gabon," PLoS One, vol. 8, no. 2, e57294, 2013.
- [16] J. Obame-Nkoghe, N. Rahola, D. Ayala, P. Yangari, D. Jiolle, X. Allene, M. Bourgarel, G. D. Maganga, N. Berthet, E. M. Leroy and C. Paupy, "Exploring the diversity of bloodsucking Diptera in caves of Central Africa," Scientific Reports, vol. 7, no. 1, 1-11, 2017.
- [17] C. E. G Tutin and M. Fernandez, "Nationwide Census of Gorilla (*Gorilla g. gorilla*) and Chimpanzee (*Pan troglodytes*) Populations in Gabon," American Journal of Primatology, Vol. 6, no. 4, 313-336, 1984.
- [18] J. S. Head, C. Boesch, L. Makaga and M. M. Robbins, "Sympatric Chimpanzees (*Pan troglodytes troglodytes*) and Gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*) in Loango National Park, Gabon: Dietary Composition, Seasonality, and Intersite Comparisons," International Journal of Primatology, vol. 32, no. 3, 755-775, 2011.
- [19] H. Klein, G. Bocksberger, P. Baas, S. Bunel, E. Théleste, S. Pika and T. Deschner, "Hunting of mammals by central chimpanzees (*Pan troglodytes troglodytes*) in the Loango National Park, Gabon," Primates, vol. 62, no. 2, 267-278, 2021.
- [20] E. Brumpt, "Les entomophthorées parasites des moustiques-Étude critique. Recherches personnelles, " Annales de Parasitologie Humaine et Comparée, vol. 18, no. 1-2-3, 112-144, 1941.
- [21] M. T. Gillies and M. Coetzee, "A supplement to the Anophelinae of Africa South of the Sahara (Afrotropical region)," Publication of the South African Institute of Medical Research Johannesburg, vol. 55, 1-143, 1987.
- [22] M. Coetzee, "Key to the females of Afrotropical Anopheles mosquitoes (Diptera: Culicidae)," Malaria Journal, 2020, <https://doi.org/10.1186/s12936-020-3144-9>.
- [23] E. G. Gibbins, "Natural malaria infection of house-frequenting anopheles mosquitoes in Uganda," Annals of Tropical Medicine and Parasitology, vol. 26, no. 3, 239-266, 1932, <https://doi.org/10.1080/00034983.1932.11684718>.
- [24] L. Boundenga, B. Makanga, B. Ollomo, A. Gilabert, V. Rougeron, B. Mve-Ondo, C. Arnathau, P. Durand, N. D. Moukodoum, A. P. Okouga, L. Delicat-Loembet, L. Yacka-Mouele, N. Rahola, E. Leroy, C. Tidiane Ba, F. Renaud, F. Prugnolle and C. Paupy, "Haemosporidian parasites of antelopes and other vertebrates from Gabon, Central Africa," PLoS ONE, vol. 11, no. 2, e0148958, 2016, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148958>.
- [25] J. W. Bakker, D. E. Loy, W. Takken, B. H. Hahn and N. O. Verhulst, "Attraction of mosquitoes to primate odours and implications for zoonotic Plasmodium transmission," Medical and Veterinary Entomology, vol. 34, no. 1, 17-26, 2020, <https://doi.org/10.1111/mve.12402>.
- [26] S. A. Magayuka, "Development of filarial parasites in mosquitos in North East Tanzania," Bulletin of the World Health Organization, vol. 49, no. 1, 110, 1973.
- [27] S. Karch and J. Mouchet, "Anopheles paludis: important vector of malaria in Zaire," Bulletin de la Société de Pathologie Exotique, vol. 85, no. 5, 388-389, 1992.
- [28] K. Y. Njabo, A. J. Cornel, R. N. M. Sehgal, C. Loiseau, W. Buermann, R. J. Harrigan, J. Pollinger, G. Valkiunas and T. B. Smith, "Coquillettidia (Culicidae, Diptera) mosquitoes are natural vectors of avian malaria in Africa," Malaria Journal, vol. 8, no. 1, 1-12, 2009, <https://doi.org/10.1186/1475-2875-8-193>.
- [29] I. Boiro, N. N. Lomonossov, F. M. Fidarov, S. V. Murzine, N. B. Linev, L. B. Camara and A. Bah, "Isolation of M'Poko virus (Turlock group, Bunyaviridae) from Culex cinereus mosquitoes in the Republic of Guinea," Bulletin de la Société de Pathologie Exotique Filiales, vol. 78, no. 4, 452-455, 1985.
- [30] R. C. Sem Ouilibona, H. D. Tchegnna, U. Vickos, N. Berthet and E. Nakouné, "Full-Length Genome Sequence of a Sindbis Virus Strain Isolated from Culex cinereus in 1977 in Bozo, Central African Republic," Genome Announcements, vol. 6, no. 26, e00455-18, 2018, <https://doi.org/10.1128/genomeA.00455-18>.
- [31] K. J. Linthicum, F. G. Davies, A. Kairo and C. L. Bailey, "Rift Valley fever virus (family Bunyaviridae, genus Phlebovirus). Isolations from Diptera collected during an inter-epizootic period in Kenya," Journal of Hygiene, vol. 95, no. 1, 1985, <https://doi.org/10.1017/S0022172400062434>.
- [32] E. Gould, J. Pettersson, S. Higgs, R. Charrel and X. de Lamballerie, "Emerging arboviruses: Why today?" One Health, vol. 4, 1-13, 2017, <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2017.06.001>.
- [33] J. Ughasi, H. E. Bekard, M. Coulibaly, D. Adabie-Gomez, J. Gyapong, M. Appawu, M. D. Wilson and D. A. Boakye, "Mansonia africana and Mansonia uniformis are Vectors in the transmission of Wuchereria bancrofti lymphatic filariasis in Ghana," Parasites and Vectors, vol. 5, no.1, 1-5, 2012. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-5-89>.
- [34] S. Junglen, A. Kopp, A. Kurth, G. Pauli, H. Ellerbrok and F. H. Leendertz, "A New Flavivirus and a New Vector: Characterization of a Novel Flavivirus Isolated from Uranotaenia Mosquitoes from a Tropical Rain Forest," Journal of Virology, vol. 83, no. 9, 4462-4468, 2009, <https://doi.org/10.1128/jvi.00014-09>.

- [35] B. R. Laurence, "The biology of two species of mosquito, *Mansonia africana* (Theobald) and *Mansonia uniformis* (Theobald), belonging to the subgenus *Mansonioides* (Diptera, Culicidae)," *Bulletin of Entomological Research*, vol. 51, no. 3, 491–517, 1960, <https://doi.org/10.1017/S0007485300055127>.
- [36] M. T. Gillies & B. De Meillon, "The Anophelinae of Africa South of the Sahara," *South African Institute for Medical Research Johannesburg*, vol. 54, 1-343, 1968.
- [37] H. P. Awono-Ambene, F. Simard, C. Antonio-Nkondjio, A. Cohuet, P. Kengne and D. Fontenille, "Multilocus enzyme electrophoresis supports speciation within the *Anopheles nili* group of Malaria vectors in Cameroon," *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, vol. 75, no. 4, 656-658, 2006.
- [38] B. Makanga, C. Costantini, N. Rahola, P. Yangari, V. Rougeron, D. Ayala, F. Prugnolle and C. Paupy, "Show me which parasites you carry and I will tell you what you eat", or how to infer the trophic behavior of hematophagous arthropods feeding on wildlife, *Ecology and Evolution*, vol. 7, no. 19, 7578–7584, 2017.
- [39] L. Boundenga, B. Ollomo, V. Rougeron, L. Y. Mouele, B. Mve-Ono, L. M. Delicat-Loembet, N. D. Moukodoum, A. P. Okouga, C. Arnathau, E. Elguero, P. Durand, F. Liégeois, V. Boué, P. Motsch, G. le Flohic, A. Ndoungouet, C. Paupy, C. T. Ba, F. Renaud and F. Prugnolle, "Diversity of malaria parasites in great apes in Gabon," *Malaria Journal*, vol. 14, no. 1, 1-8., 2015, <https://doi.org/10.1186/s12936-015-0622-6>.
- [40] F. Prugnolle, V. Rougeron, P. Becquart, A. Berry, B. Makanga, N. Rahola et al, "Diversity, Host Switching and Evolution of *Plasmodium vivax* Infecting African Great Apes," *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 110, n°20, 8123–28, 2013, <https://doi.org/10.1073/pnas.1306004110>.

Déterminants de stress chez les infirmiers: Cas de l'Hôpital Général de Référence de Mbaya en RDC

[Determinants of nurses' stress: Case of the Mbaya General Reference Hospital in the Democratic Republic of the Congo]

Jean Bosco Yoatile Benago¹ and Daniel Matili Widobana²

¹Licencié en Gestion et Administration des Projet, Institut Supérieur des Techniques Médicales de Gemena, RD Congo

²Licencié en Gestion des Institutions de Santé, Chef des Travaux, Institut Supérieur des Techniques Médicales de Gemena, RD Congo

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The purpose of this study was to study and determine the stress factors among nurses at the HGR Mbaya and the choice of this subject has the advantage of allowing the managers of this institution to manage stress well and this for the proper functioning of this public institution.

To conduct this study, we used the statistical method and the survey technique by presenting the results on tables with interpretations and discussion of the results.

In our various analyzes and interpretations of the results of this study showed that the main factors of stress among nurses as presented at the point of our discussion of the results because out of five groups of factors, four determine stress in a negative way, namely the group factors related to the task or to the context of the same work with pressures in the execution of daily tasks.

The group of factors related to the organization of work with the promotion that is slow to come, the group of factors related to the physical and technical environment not favoring a workflow and in order the group of factors related to the socio-economic with bonuses and salaries that do not allow personal and family needs to be met.

KEYWORDS: Determinants, stress, nurses, hospital, DRC.

RESUME: Cette étude avait pour but d'étudier et déterminer les facteurs de stress chez les infirmiers à l'HGR Mbaya et le choix de ce sujet a pour intérêt de permettre aux gestionnaires de cette institution à la bonne gestion des stress et cela pour le bon fonctionnement de cette institution publique.

Pour mener cette étude, nous avons recouru à la méthode statistique et à la technique d'enquête en présentant les résultats sur les tableaux avec des interprétations et la discussion des résultats. Dans nos différents analyses et interprétations des résultats de cette étude ont montré que les principaux facteurs des stress chez les infirmiers tels que présenté au point de notre discussion des résultats car sur cinq groupes de facteurs, quatre déterminent le stress de façon négative à savoir le groupe de facteurs liés à la tâche ou au contexte du même travail avec de pressions dans l'exécution de tâches journalières.

Le groupe de facteurs liés à l'organisation du travail avec la promotion qui tarde à venir, le groupe de facteurs liés à l'environnement physique et technique ne favorisant pas un déroulement du travail et afin le groupe de facteurs liés à l'environnement socio-économique avec des primes et salaires ne permettant pas de subvenir aux besoins personnels et familiaux.

MOTS-CLEFS: Déterminants, stress, infirmiers, hôpital, RDC.

1 INTRODUCTION

Le stress au travail est reconnu partout dans le monde comme un problème majeur pour la santé des travailleurs et celui de l'organisation qui les emploie (OIT 1986; 1992). Nous vivons dans un monde dynamique et éphémère. Les exigences de performance sont élevées et multiples, aussi bien de la part de l'extérieur (les autres) que de l'intérieur (soi-même). Il ne reste souvent que peu de temps et de disponibilité d'esprit pour le bien-être corporel, psychique, spirituel et social.

Le stress au travail peut être un réel problème tant pour l'organisation ou l'hôpital que pour ses professionnels de santé. Une bonne gestion et une bonne organisation du travail sont les meilleurs moyens de prévenir le stress. Si les employés sont déjà stressés, les personnels d'encadrement doivent en être conscient et savoir quoi faire pour leur venir en aide.

Les travailleurs stressés ont davantage de risques d'être en mauvaise santé, peu motivés, moins productifs et moins respectueux des règles de sécurité au travail. Leurs employeurs ont des chances d'être moins performants face à la concurrence du marché. Le stress peut être occasionné par des pressions au travail et hors-travail. Les employeurs ne peuvent généralement pas protéger les travailleurs contre le stress extra-professionnel, mais ils peuvent les protéger contre le stress qui survient au travail.

On parle de stress du travail quand une personne ressent un déséquilibre entre ce qu'on lui demande de faire dans le cadre professionnel et les ressources dont elle dispose pour y répondre. Les situations stressantes qui s'installent dans la durée ont toujours un coût pour la santé des individus qui les subissent.

Elles ont également des répercussions négatives sur le fonctionnement des entreprises (turnover, journées de travail perdues, perte de qualité de la production, démotivation, ...). La démarche de prévention collective consiste à réduire les sources de stress dans l'entreprise en agissant directement sur l'organisation, les conditions de travail, les relations sociales.

2 APPROCHE METHODOLOGIE

2.1 LA POPULATION

La population de cette étude est constituée essentiellement des infirmiers de l'HGR de Mbaya, l'institution que nous avons choisie comme terrain d'investigation.

2.2 TYPE ET PÉRIODE D'ÉTUDE

Nous avons mené une étude descriptive, exploratoire qui couvre la période allant de janvier à juin 2021.

2.3 POPULATION CIBLE D'ÉTUDE

Cette étude ne concerne que les infirmiers œuvrant à l'Hôpital Général de Référence de Mbaya.

2.4 ECHANTILLONNAGE

2.4.1 TYPE D'ÉCHANTILLON

Pour la présente étude nous avons opté pour l'échantillon non probabiliste aléatoire.

2.4.2 TAILLE D'ÉCHANTILLON

La taille d'échantillonnage est exhaustive, variant de la population cible qui est composée de 23 Infirmiers de l'hôpital dont:

- 7 infirmiers A1 (30%),
- 11 infirmiers A2 (49%),
- 5 infirmiers A3 (22%).

2.4.3 TECHNIQUE D'ÉCHANTILLONNAGE

Pour récolter des données fiables en rapport avec l'objectif de la présente étude, nous avons administré des questionnaires.

2.4.4 CRITÈRE D'INCLUSION ET EXCLUSION

Pour participer à la présente étude, les critères de sélection devraient utiliser:

- Un personnel soignant de l'HGR
- Un Brigade d'hygiène de l'HGR
- Etre présent le jour de l'enquête
- Accepter volontiers de participer à cette étude

2.4.5 CONSIDÉRATIONS D'ORDRE ÉTHIQUE

Avant d'aborder la présente étude, nous avons:

- Reçu la lettre de recherche de l'ISTM-Gemena
- Présenter cette lettre de recherche aux autorités de l'HGR/Mbaya pour obtenir leurs autorisations,
- L'anonymat a été observé à l'endroit de tous les enquêtés;
- Afin l'anonymat est observé à l'égard des enquêtés pendant l'interview et la présentation des résultats.

2.5 MÉTHODE ET TECHNIQUES DE COLLECTE DES DONNÉES

2.5.1 MÉTHODE

Pour réaliser cette étude nous avons utilisé la méthode d'enquête.

2.5.2 TECHNIQUE DE COLLECTE DES DONNÉES

Pour récolter des données fiables en rapport avec l'objectif de la présente étude, nous avons utilisé les questionnaires structurés.

2.5.3 INSTRUMENTS DES MESURES

Pour la présente étude, nous avons utilisé la grille d'observation structurée et les questionnaires constitués de questions ouvertes.

2.6 TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNÉES

Après la collecte des données, nous avons procédé au dépouillement manuel, les données sont saisies, traitées et analysées, afin présentées sous une forme de tableau de fréquence et de pourcentage.

Pour analyser les résultats obtenus, nous avons utilisé la technique de pourcentage et l'analyse de contenu. Pour chaque catégorie des réponses considérées, les fréquences observées correspondantes ont été transformées en fréquences relatives, donc en pourcentages dont voici la formule:

$$P = \frac{F}{N} \times 100$$

D'où

- P: Symbole du pourcentage;
- F: Fréquence observée de chaque réponse;
- 100: une constante et
- N: nombre total d'observation ou la taille de l'échantillon.

3 ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

Dans ce chapitre, nous allons présenter les résultats de cette recherche sous forme des tableaux avec des interprétations et les discussions viendront clôturer ce chapitre.

3.1 PRESENTATIONS ET ANALYSE DES DONNEES

3.1.1 VARIABLES DEPENDANTES

Tableau 1. *La répartition des enquêtés selon la tranche d'Age*

Tranche d'âge	Fréquence	Pourcentage
20-29 ans	9	39
30-39 ans	11	48
50 ans et plus	3	13
Total	23	100

Ce tableau nous montre que sur 23 enquêtés, 11 soit 48% se trouve entre 30-39 ans, 9 soit 39% se trouve entre 20-29 ans, 3 soit 13% ont 50 ans et plus. La population de cet hôpital est jeune.

Tableau 2. *La répartition des enquêtés selon le sexe*

Sexe	Fréquence	Pourcentage
Masculin	18	78
Féminin	5	13
Total	23	100

La lecture de ce tableau démontre que 18 enquêtés soit 78% sont des hommes et 5 soit 13% sont des femmes. Les hommes sont plus nombreux que les femmes.

Tableau 3. *La répartition des enquêtés selon le niveau d'études*

Niveau d'études	Fréquence	pourcentage
Secondaire (A2)	12	52
Supérieur (A1)	8	35
Brevet (A3)	3	13
Total	23	100

Quand nous observons ce tableau, 12 soit 52% des enquêtés ont un niveau A₂ contre 8 soit 35% qui ont le niveau supérieur c'est-à-dire A₁ et 3 soit 13 sont de A₃. Ce qui prouve que la majorité des professionnels de cette institution est cadre universitaire.

Tableau 4. *La répartition des enquêtés selon l'état civil*

Etat Civil	Fréquence	Pourcentage
Célibataire	2	9
Marié	20	87
Veuf ou veuve	1	4
Total	23	100

En observant, ce tableau 20 soit 87% des sujets sont mariés, 2 soit 9% sont des célibataires et 1 soit 3% est veuf (veuve). La majorité des professionnels vivent en couple.

Tableau 5. La répartition des enquêtés selon les catégories professionnelles

Catégories professionnelles	Fréquence	Pourcentage
Secondaire (A2)	12	52
Supérieur (A1)	8	35
Brevet (A3)	3	13
Total	23	100

En regardant ce tableau, nous remarquons que 12 soit 52% sont des infirmiers A2, 8 soit 35% sont des infirmiers A1 et 3 soit 13% sont des infirmiers A3.

Tableau 6. La répartition des enquêtés selon l'ancienneté

Catégories professionnelles	Fréquence	Pourcentage
0-5 ans	7	30
6-10 ans	6	26
11-15 ans	5	22
16-20 ans	3	13
21-25 ans	2	9
Total	23	100

En observant ce tableau, nous remarquons que 7 soit 30% ont 5 ans de service, 6 soit 26% ont 6-10 ans, 5 soit 22% ont 11-15 ans de service rendus, 3 soit 13% sont entre 16-20 et 2 soit 9% ont plus de 21 ans de service rendus.

3.1.2 VARIABLES INDEPENDANTES

Tableau 7. La répartition des enquêtés sur la forte exigence quantitative

Opinions	Fréquence	Pourcentage
Charge de travail	8	35
Rendement	7	30
Pression temporelle	1	4
Horaire du travail	7	30
Total	23	100

Quand nous lisons ce tableau, nous remarquons 8 soit 35% parle de charge du travail qui est plus exigée, 7 soit 30% disent que c'est le rendement ou l'horaire du travail qui a une forte exigence et 1 soit 4% parle de la pression temporelle.

Tableau 8. La répartition des enquêtés sur la forte exigence qualitative

Opinions	Fréquence	Pourcentage
Qualité	10	43
Vigilance	7	30
Précision	6	27
Total	23	100

En regardant ce tableau sur 10 soit 43% ont dit que la forte exigence qualitative provient de la qualité du travail, 7 soit 30% parlent de la vigilance, 6 soit 27% parlent de la précision du travail.

Tableau 9. *La répartition des enquêtés sur la difficulté liée à la tâche*

Opinions	Fréquence	Pourcentage
Monotonie/routine	5	22
Absence d'autonomie	12	52
Répétition	2	9
Fragmentation	4	17
Total	23	100

En regardant ce tableau sur 12 soit 52% ont dit que la difficulté liée à la tâche est l'absence d'autonomie, 5 soit 22% parlent de la monotonie, 4 soit 17% parlent de la fragmentation et 2 soit 9% parlent de la répétition.

Tableau 10. *La répartition des enquêtés sur les Risques inhérents à l'exécution même de la tâche*

Opinions	Fréquence	Pourcentage
Erreur professionnelle	3	13
Faute professionnelle	3	13
Erreur de prescription	3	13
Erreur de traitement	14	61
Total	23	100

En observant, ce tableau, 14 soit 61% parlent d'erreur de traitement, 3 soit 13% parlent soit d'erreur professionnelle, faute professionnelle et erreur de la prescription de médicaments.

Tableau 11. *La répartition des enquêtés sur l'organisation du travail*

Opinions	Fréquence	Pourcentage
Nouveaux modes d'organisation	9	39
Instabilité des contrats	4	17
Impression de mission confiée	4	17
Absence de contrôle	2	9
Contradiction	2	9
Inadaptation d'horaire du travail	2	9
Total	23	100

Quand nous lisons ce tableau, nous remarquons que 9 soit 39% parlent des nouveaux modes d'organisation, 4 soit 17% parlent d'instabilité des contrats et impression de mission confiée, 2 soit 9% parlent d'absence de contrôle, contradiction et inadaptation d'horaire du travail.

Tableau 12. *La répartition des enquêtés sur relations de travail*

Opinions	Fréquence	Pourcentage
Management participative	8	35
Manque d'aide de la part des collègues et/ou des supérieurs hiérarchiques	6	26
faible reconnaissance du travail accompli	6	26
Management autoritaires	3	13
Total	23	100

Au regard de ce tableau, 8 soit 35% parlent de management participatifs, 6 soit 26% disent que ça provient de manque d'aide de la part des collègues et/ou des supérieurs hiérarchiques et faible reconnaissance du travail accompli et 3 soit 13% de management autoritaires.

Tableau 13. *La répartition des enquêtés sur l'environnement physique et technique*

Opinions	Fréquence	Pourcentage
Mauvaise conception de lieu du travail	9	39
Eclairage inadapté	5	22
Mauvaise répartition des tâches	4	17
Nuisance physique au poste de travail	3	13
Manque d'espace du travail	2	9
Total	23	100

Quand nous lisons ce tableau, nous remarquons que 9 soit 39% parlent Mauvaise conception de lieu du travail, 5 soit 22% parlent d'éclairage inadapté, 4 soit 17% disent que c'est la mauvaise répartition des tâches, 3 soit 13% parle de la nuisance physique au poste du travail et 2 soit 9% ont dit que cela provient de manque d'espace du travail.

Tableau 14. *La répartition des enquêtés sur l'environnement socio-économique*

Opinions	Fréquence	Pourcentage
Mauvaise santé économique de l'HGR	10	43
Compétitivité sur le plan de la DPS	6	26
Surenchère de coût de soins	4	17
Incertitude de l'HGR	3	13
Total	23	100

En lisant ce tableau, 10 soit 43% disent que la mauvaise santé économique de l'HGR amène plus de stress, 6 soit 26% parlent de management participatif, 6 soit 26% disent que la compétitive au niveau de la DPS, 4 soit 17% parlent de surenchère de coût de soins et 3 soit 13% disent que c'est l'incertitude de l'HGR qui amène les stress.

4 DISCUSSION DES RESULTATS

A l'issue des enquêtes que nous avons menées, la discussion des résultats obtenus de cette étude est faite en rapport avec les déterminants de stress chez les infirmiers de l'HGR de Mbaya.

En abordant les variables dépendantes, pour la tranche d'âge la majorité des enquêtés est trop jeune dans la tranche d'âge de 40-59 ans, le sexe dominant est masculin, le niveau d'étude est secondaire dont la majorité des infirmiers sont des A2. Quant à l'ancienneté, la majorité des enquêtés ont moins de 10 ans des services rendus.

En parlant des variables indépendantes, en abordant les facteurs liés au contenu du travail, les fortes exigences quantitatives sont notamment: la charge de travail, le rendement et horaire du travail. Toutefois, la forte exigence qualitative se trouve dans la qualité du travail, la précision et la vigilance. La difficulté liée à la tâche est l'absence d'autonomie et la monotonie ou soit routine.

En abordant les risques inhérents à l'exécution des tâches, nous disons que l'erreur de traitement est plus stressant que les autres. Quant aux facteurs liés à l'organisation du travail, ce sont les nouveaux modes d'organisation et instabilité des contrats qui sont à la base des stress.

Parlant des facteurs liés aux relations du travail, c'est le management participatif et manque d'aide de la part des collègues et/ou des supérieurs hiérarchiques. En observant les facteurs liés à l'environnement physique et technique, c'est la mauvaise conception liée au travail et la mauvaise répartition des tâches qui sont les plus déterminantes.

Quant aux facteurs liés à l'environnement socio-économique de l'HGR Mbaya, la mauvaise santé économique de l'hôpital et la compétitivité au niveau de la DPS du Sud-Ubangi qui stressent plus les infirmiers. Nous voici au terme de cette étude, et

il s'avère important de donner le résumé de cette recherche. Cette étude a porté sur intitulé « les déterminants de stress chez les infirmiers ».

Dans toutes les démarches, nous sommes partis d'un constat qu'à l'HGR Mbaya, l'absentéisme, la maladie à répétition des infirmiers, le manque de motivation et de conscience professionnelle, le faible rendement, la fameuse lenteur administrative et bien d'autres constituent les soubassements de stress d'une organisation; l'énervement des infirmiers, mauvais accueil des malades. L'intensité et temps du travail, la monotonie dans le travail, l'exigence émotionnelle, les rapports sociaux du travail dégradé, les risques professionnels, les ordres pendant le travail, non-assistance par l'employeur, la peur de perdre son travail chez les infirmiers sont les éléments autour desquels notre intérêt a été focalisé.

Partant de tout ce qui précède, nous avons posé la problématique de recherche suivante: quels sont les déterminants de stress chez les infirmiers ?

Considérant ce qui précède, le but que nous poursuivons à travers cette étude est de déterminer les principaux facteurs de stress auprès des infirmiers de l'HGR Mbaya.

En effet, cette étude avait pour but d'étudier et déterminer les facteurs de stress chez les infirmiers à l'HGR Mbaya et le choix de ce sujet a pour intérêt de permettre aux gestionnaires de cette institution à la bonne gestion des stress et cela pour le bon fonctionnement de cette institution publique.

Pour mener cette étude, nous avons recouru à la méthode statistique et à la technique d'enquête en présentant les résultats sur les tableaux avec des interprétations et la discussion des résultats.

Dans nos différents analyses et interprétations des résultats de cette étude ont montré que les principaux facteurs des stress chez les infirmiers tels que présenté au point de notre discussion des résultats car sur cinq groupes de facteurs, quatre déterminent le stress de façon négative à savoir le groupe de facteurs liés à la tâche ou au contexte du même travail avec de pressions dans l'exécution de tâches journalières.

Le groupe de facteurs liés à l'organisation du travail avec la promotion qui tarde à venir, le groupe de facteurs liés à l'environnement physique et technique ne favorisant pas un déroulement du travail et enfin le groupe de facteurs liés à l'environnement socio-économique avec des primes et salaires ne permettant pas de subvenir aux besoins personnels et familiaux.

Loin de nous la prétention d'avoir analysé tous les aspects du sujet mais nous assumons l'entière responsabilité de toutes les erreurs et omissions contenues dans ce travail, d'autres chercheurs peuvent aborder les aspects non touchés.

5 SUGGESTIONS ET RECOMMANDATIONS

- **Au gouvernement de la République:** qu'il prenne en charge le problème salarial des infirmiers et professionnels de santé, tout en tenant compte des réalités en vue de leur permettre de nouer les deux bouts du mois, et surtout chasser le stress, causé par le déséquilibre social et la vie professionnelle.
- **Aux autorités de l'HGR Mbaya:** que les autorités améliorent les conditions du travail des infirmiers pour mieux leurs aider dans l'exercice de leurs professions, tout en respectant les normes d'aération et en les équipant avec les matériels adéquats; sans oublier les bonnes conditions hygiéniques; en prévoyant un transport conséquent à leurs agents administratifs; en respectant leur congé annuel et les heures de pause.
- **Aux infirmiers de l'HGR Mbaya:** que les infirmiers stressés se confient aux médecins et psychologues pour des conseils pratiques et fassent aussi des exercices physiques pour atténuer les effets de glucocorticoïde dans le sang; qu'ils sachent aussi bien connaître leurs tâches pour bien les exécuter afin de revendiquer clairement surtout avec précision leurs droits.

REFERENCES

- [1] BRUNO COMBY, 1998 Stress-control, Guide pratique pour vous libérer du stress par les méthodes naturelles, 2e éd. Dangles, Paris.
- [2] CANOUI P., MAURANGES A., 1988 et Florentin A., Le syndrome d'épuisement professionnel des soignants, éd. Masson, Paris.
- [3] D.HELLRIEGEL, JW, SLOCUM et RW WOODMAN, 1997 Management des organisations, éd. De Boeck, Paris.
- [4] DELANSHEERE, G., 1976 Introduction à la recherche en éducation, 4e éd. Armand Colin, Paris, 1976.
- [5] DEMOUSQUES, M, 1998 La monnaie, éd. Economies, Paris, 1998.

- [7] GRAWITZ, M., et PITON R., 1994 Méthodes en sciences sociales, PUF, Paris, 1974.
- [8] KAPENGA KASONGO, JJ, 2010 Eléments de la psychologie, éd. CERUPN, Université Pédagogique Nationale, Kinshasa, 2010.
- [9] Dictionnaire, Petit Robert, éd. Larousse, Paris, 1998.
- [10] Larousse, Dictionnaire illustré, éd. Larousse, Paris, 1988,.
- [11] Microsoft Encarta2007, MS corporation, 2006.
- [12] CARTEN PHILIPPE, 2010 tue le stress avant qu'il vous tue, Manuel pratique de gestion du stress, CHUB-Brugman, Bruxelles.
- [13] Daniel Collect - Cassart, Les facteurs déterminants le stress au travail, in santé et sécurité professionnelle de revue de l'Institut National de Recherche et Sécurité Sociale, Paris, 2007.
- [14] Daniel Collet-Cassart, Stress encore, toujours et de plus en plus, in revue stress et maladies psychosomatique, mars 2001.
- [15] STAVROULA L., et autres, Organisation du travail et stress, Approche systématique du problème à l'intention des employeurs, des cadres dirigeants et représentants syndicaux, In série protection de la santé des travailleurs, n°03, KU, 1990.
- [16] www.gererlestress.fr.
- [17] www.vaincre-le-stress.net.
- [18] www.observatoiredestress.org.
- [19] STRESS AU TRAVAIL, in www.stressanxiete.fr.
- [20] www.stressanxiete.fr/causesdetress.
- [21] CAUSES DE STRESS, in www.stressanxiété.fr.
- [22] LES SYMPTOMES ET SIGNES DU STRESS, in www.vaincre-le-stres.net.
- [23] TYPE DE STRESS, in www.stressanxiete.fr.
- [24] COMMENT EVITER LE STRESS, in www.stressanxiete.fr.

Cultural Heritage in Imghranes Massif (Drâa-Tafilalet Region, Morocco): An Optimist's Contribution and opportunity for the local people and Sustainable Tourism

Asmae Aichi, Sarrah Ezaidi, Mohamed Abioui, and Abdelkrim Ezaidi

Department of Earth Sciences, Faculty of Sciences, Ibn Zohr University, Agadir, Morocco

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: A real outdoor museum, the Imghranes Massif (Drâa-Tafilalet Region, Morocco) has a rich geological, archaeological and cultural heritage, diversified and deeply rooted in the past, as evidenced by the density and originality of its material and immaterial aspects. In an underdeveloped region with strong cultural and natural potential such as Drâa-Tafilalet Region, the Imghranes Massif should represent an opportunity to develop its regional significance and an alternative for regional development. The rise of geotourism, geoeducation, and cultural tourism may be a major asset to this region. Institutions of these disciplines may enhance the local economy and be a good moderator of social behavior, in addition to being beneficial to cultural systems. This research may constitute a base that focuses on the methods of valorization and protection of the cultural heritage in Imghranes Massif to be put in place, in particular geotourism and geoeducation. Indeed, these activities can be a promising means of cumulative scientific popularization and economic profitability, the aim being sustainable development respectful of the local identity and the regional context.

KEYWORDS: Geoheritage, Geoeducation, Cultural heritage, Poverty alleviation, Imghranes Massif, Morocco.

1 INTRODUCTION

In North Africa, Morocco is one of the oldest human homes in Africa (the recent discovery in Jbel Irhoud, Richter et al. [1]). Many archaeological sites spread throughout his territory confirm the human presence. The Imghranes Region, Morocco, is known for its natural and cultural specifics. This region has strongly marked the history of Morocco. According to Mattingly et al. [2], this region has been a hub of trans-Saharan traffic and a privileged place for trade and the spread of culture and religion between Morocco, and sub-Saharan Africa. The Imghranes Region has always aroused great interest among researchers from the disciplines of Earth Sciences or Human Sciences, geologists, paleontologists, archeologists, and historians who have worked there have made spectacular discoveries, each in their discipline. Despite this glorious past, and its paleontological and archaeological riches, the region has remained on the margins of human and social development projects. The region as a whole has not been able to take advantage of its natural and cultural assets or benefit from the impact of research that has been undertaken in the past territory. Results of this work should be made available to the public authorities and developers to apply them in the realization of a geopark in this region. Moreover, the region has been experiencing a significant influx of tourists for a few years. The time has come to channel an incursion into employment-generating projects where the socio-economic impact will benefit local populations.

The Moroccan rock heritage is very rich; it constitutes more than three hundred sites of which 92% are sites of rock engravings and 8% of paintings in rock shelters [3]. These sites present for the visitors an open-air museum. In general, the geographical distribution of the rock art sites in Morocco reflects an ecological and landscape evolution of the settlements of pre and protohistoric human communities. Thus, in the Imghranes Region, cultural heritage sites are inherent to the pastures of medium and high altitudes. South of the Anti-Atlas and in the arid zone of Morocco, rock art has developed along the ancient rivers and on the topographic corridors that intersect them. Despite its historical, scientific, and patrimonial importance, Moroccan rock art remains little known to the general public and many rock sites are subject to destruction and plunder.

Because of this, it is our responsibility to contribute to the knowledge and protection of rock art documentation. Rock art is a powerful links between our country, our past, and our people "Archeology is our Heritage" [4].

Strategic patrimonial, legal, commercial, scientific, and cultural choices, as well as management choices, are made by the Delegation for Ministry of Culture. This Ministry has a unity of vision to maintain and conserve the legacy of ancestors to ensure that future generations will benefit from the knowledge, interpretation, and hence significance of the rock engravings and paintings. Vision sharing is a strategic act. It supposes the existence of a space for sharing points of view, methods for selecting choices, and processes for controlling their implementation and means. The region has a large number of pre-historic sites including Neolithic burial mounds (A more complex and monumental burial structure than the cist. Often, this superstructure of stones on top of the cist within a transonic aspect is either piled up irregularly on showing certain proportions. Apart from simple burial mounds, there is a great complexity of collective burial mounds, which may contain tens of individuals situated in pits located on different concentric rings with a central cist) or necropolis (An area reserved for burying and honoring the dead belonging to a human group) and other rock art sites.

2 GEOTOURISM: DEFINITIONS AND ISSUES

On the subject of geotourism, one can find many papers about the definition, and history of geotourism [5]. In a world where marketing and economical pressure reign supreme, we forget that the true cultural wealth of a nation is measured by its level of knowledge, and more significantly it's ancestral passed on through memory. Geotourism is considered a set of practices, infrastructures, and products aimed at promoting the Earth Sciences through tourism. In addition to that geotourism is a segment of sustainable tourism that is becoming increasingly interesting on a global scale (see references cited in [6]). Based on the study and interpretation of landscapes and forms of abiotic nature, it has opened up original opportunities to renovate the tourism industry and expand its proposition. For example, the UNESCO Global Geoparks (UGGps) are territories aiming to protect the natural and cultural environment and support sustainable development through education, conservation, and geotourism [7]. When new destinations are discovered as a result of the expansion and workings of geotourism, these findings offer sustainable development of territorial resources and allow the implementation of such sustainable expansion, particularly in isolated and marginalized areas. Arid and semi-arid environments represent interesting areas for understanding geotourism. The unique geosites they embody are of greater specificity. They testify to the evolution of the forms and processes of the surface of the Earth, during the period of more than 4.6 billion years. As such, they are of great interest as they contribute to the reconstruction of the paleogeography and paleoclimats of these sections of the Earth. Undoubtedly, to be a specialist in geotourism in the 2019s requires knowledge of regional geology, archaeology, geography, structural geology, paleontology, and petrology in addition to the skills listed above.

3 RESULTS

Today the understanding of the Imghranes area improves as and when the research takes place, legitimizing the rapprochement to places maintaining all forms of proximity. It is clear from this brief chapter that the enrichment resulting from friction with others is reflected at many levels: scientific understanding, management of a fragile site, marketing, welcoming the public, conducting visits, and integrating technological innovations (see Table. 1). A discussion of which has been given elsewhere.

Table 1. From heritage to tourism: leverage factors

The territory	The time	Uses	Decision
- Strategic Vision of Exercise Territory. - Opening to others. - Willingness to share. - Fluency in languages.	- Coordination. - The chain of development of a heritage. - Focus on sources of knowledge sharing. - Optimization and sharing of acquired knowledge. - Simultaneity and parallelism on the totality.	- Accessibility at all times, at all modes, at all stages of the operation of a site. - Calibration of investments and economic models. - Taking into account the variability of uses. - Varied uses, differentiated according to the methods of interpretation.	- A space for discussion and strategic decision. - A shared strategic vision. - Stakeholders to defined missions. - The control procedures. - A definition of daily management. - Resources and / or the power to produce them.

Imghranes wadi represents the fundamental water resource of the region. Hydrology is conditioned by climatic factors and is thus characterized by a great inter-annual irregularity and a very contrasting annual regime, with sudden flashes and prolonged very low flows. On the other hand, the plain flow is directly related to the position of the latter concerning the relief units. Today the future of the oasis is in doubt due to some factors: isolation from major centers of the country, a long-term drought that began in the early 1980s, and the subsequent out-migration of many working-age males. There are few “endogenous” agricultural development modes independently innovated by the farmers, and the agricultural modes remain dominated by the traditional ones [8].

In addition, to sustain the economic development of the site, the tourist development of this archaeological heritage cannot be realized without taking into account the fragility of the site and its images. This may be the only way to ensure their preservation and presentation for future generations. Solidarity tourism emphasizes the appreciation of the local culture and learning about its ways. The tourist lives for a short time with a local family and agrees to follow the local cultural norms and standards. The major obstacle to this kind of tourism within that the local society in the Imghranes Region is that it is very conservative.

Relatively little is known about the origin and history of the date palm. In Algeria, in Oued Djerat, its culture is attested by cave paintings of the caballine period which is 3200 BP years. For Camps [9], even though the date palm appears on the Carthaginian coins, its diffusion would have been progressive from the Nile valley or Mesopotamia. Despite the current upheavals of the oases, palm trees remain a strong symbol of the Moslem civilization and are considered the basis of sustainable agriculture.

Furthermore, the flora of the Imghranes area consists of *Traganum nudatum*, *Rantherium adpressum*, *Aristida pungens*, *Retama retam*, *Zygophyllum album*, *Tamarix aphylla*, *Carnulaca monocantha*, and *Limoniastrum guyonianum* (identification by co-author A. Ezaidi). Ecologically, the valorization of local produce is often the best guarantee of preserving natural resources, as soon as local populations become aware that the economic potential of their land depends on the sustainable management of a fragile resource [10] (Fig. 1). Agriculture is still one of the main local occupations but it becomes harder and harder to support families on agricultural income. Eco-organic agriculture is a type of ecological agriculture to ensure the quality of cultivated land and crops and provides high-quality health benefits of organic products. The development of large palm groves for ecotourism is beneficial to sustaining these communities.

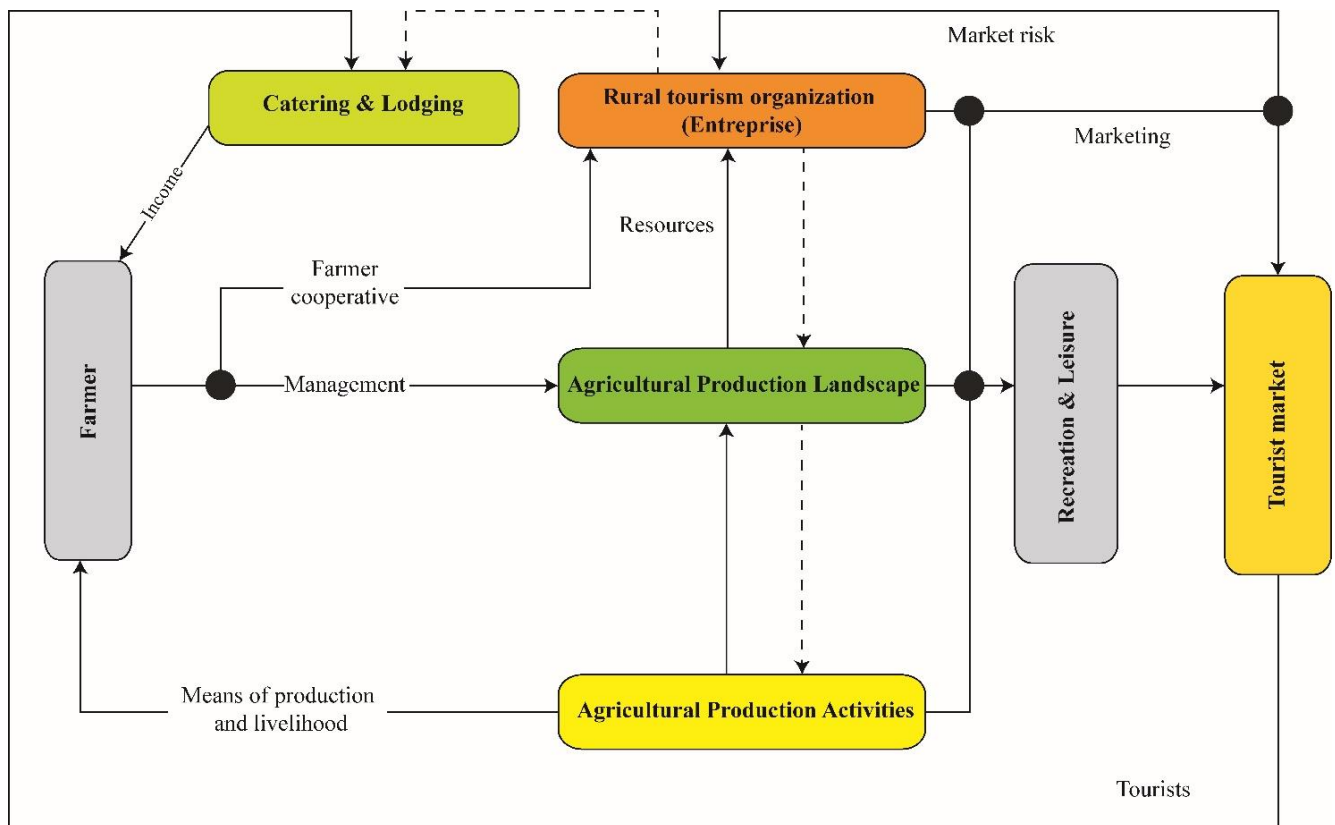


Fig. 1. The industry chain of rural tourism and agricultural production in composite development mode (modified from Dai et al. [10])

In the Imghranes area, plant life is an especially sensitive element of the physical environment. Any degradation of the general conditions of the environment can be fatal to it and directly influence the continuation of the pastoral probabilities of plants and thus economic growth in farming. It will also reduce the plant cover that forms a shield against the processes of erosion of soils. The analysis of plant formations thus makes it possible to determine the state of regression experienced by the ecological conditions of the region.

In developing countries facing the double challenge of poverty and the sustainable use of resources, resource development is emerging as one of the most appropriate strategies to contribute to the sustainable development of rural areas [11]. The valuation of the ecosystems or some of their components: biodiversity, geodiversity, and extractable resources, would provide possible solutions to economic problems. The development of tourism has been the subject of increasing reflection for several years; the main reason is linked to the fact that the tourism sector is one of the first export products of the least developed countries and is also responsive to the principles of sustainable development.

Indeed, the theory of responsible tourism is built around a virtuous conception between economic development; and environmental protection, particularly when tourism is associated with a community management system. However, due to the multiplicity of decision-makers or interest groups involved in the development, as well as the diverse and sometimes contradictory nature of goals and objectives, tourism development and the underlying processes call for a careful reading of this activity; and the reference to a single tourist model proves impossible. This idyllic vision of tourism is now at the center of discussions in the academic literature, which emphasizes the virtuous nature of tourism and a convergence of views and actions of different stakeholders. In other words, the existence of a virtuous tourist model requires a reflection on the coordination modalities of the stakeholders who have at times different ideals, and on key variables that make it impossible to converge them. A global, though not exclusive, an association between economic recovery and geotourism is widely acknowledged.

4 CONCLUSION

In terms of archaeology and prehistory, Morocco has an important international scientific succession of key sites for studies and correlations at global, regional, and local levels. This knowledge has remained more or less limited to the scientific community, although it represents an extremely valuable natural heritage in the development of geotourism on multilevel. The scientific mediator must have a certain amount of authentic scientific knowledge that enables him to present the subject of his intervention in a simple, convincing, and erudite way. Its role also lies in highlighting and presenting an awareness and respect for the preservation of the scientific heritage. It is therefore necessary for the mediator to popularize the knowledge within the context of the scientific knowledge; this would involve understanding the contexts and the best strategies to promote it, preserve it and exploit it in terms of geotourism and geoeducation [12, 13].

Overall, in the case of the Imghranes Region, the factors need to be explored to make this heritage site accessible to tourism in the respect of a sustainable economy. The production of its resources confers the choice of exploitation and to what degree the site may be utilized sustainably. The manifestation of such decisive expedients in our example will facilitate the implementation of the development strategy. However, the factors that determine the accessibility of heritage to tourism are here combined. Factors such as territory, time, use, and decision authorize a place, a site, to be suitable as a space of patrimonial character to welcome visitors [14]. The example illustrates the importance of the effect of these factors to "give body" to tourism development. Visitors who choose a heritage destination do not doubt for a moment "there is something to see". In this sense, the scientific and cultural project attached to a place of heritage and culture, the absence of which would be unimaginable at the risk of disqualifying the region itself, would be worthy of 'seeing' and acceptable to public demand, and be viewed as a project of holistic design. The example of the Imghranes Region is only sustainable if it is simultaneous with the quest for economic solidity, managed with equilibrium in the scientific continuum. The re-staging of geotourism, ecotourism, geoeducation, and cultural tourism as tools of sustainable development, allows us to recall the successful use in the scientific endeavor of these principles in the first place. Development with a focus on these principles should at all times engage the three components: the environment, the society, and economics.

In line with past research, tourism is universally considered an activity specifically reserved for humans. Geopark is the 21st-century solution for regional sustainability. We need both, material and global solutions. As discussed in the section results, the archeological approach for promotion of a high-quality geotourism experience in the Imghranes Region is an authentic way to promote geoconservation, geohistory, and geo-interpretation [6]. Imghranes Region thus constitutes a high place of memory and traditional secular scripture. So its preservation, protection, and enhancement are now essential. Moreover, because of these patrimonial potentialities, the site lends itself perfectly to an outdoor museum. The planning of such a museum will house a permanent exhibition and a reception and information structure.

To summarize, tourist activity remains closely linked to the natural and cultural potential of the Imghranes Region. Many tourists consider natural environments to be a very important part of their holiday scenery, and their geological, geomorphological, and archaeological features make it possible to practice activities closely related to nature. In the same way, the cultural aspects of the indigenous populations arouse more and more curiosity of tourists. Developing tourism based on natural and cultural heritage requires above all knowledge and a valuation of it [15].

In this sense, final recommendations for future directions and the following concluding remarks have been outlined in this study:

- a. Several options have been pursued including the possibility of establishing a geo-archaeological museum, public education as well as meetings with key government officials,
- b. To build a database of geological and archaeological sites of scientific interest and,
- c. Calling for the development of legislation that puts the force of the law into the protection of geologically and archaeologically significant sites.

ACKNOWLEDGMENT

The research is part of the Geosciences, Environment and Geomatics Laboratory, Department of Earth Sciences, Ibn Zohr University, Morocco. We sincerely thank the formers of the Imghranes region for their assistance in fieldwork. All authors contributed and reviewed the manuscript. Mohamed Abioui is thankful to the Mediterranean Centre for Cultural Heritage (I2MP), for the grant, to attend training "Tourism and Heritage: Inventory and development of territories" in Marseille, France, from 02 to 25 December 2014. This paper is dedicated to the late Dr. Mustapha Nami, an inspirational specialist in Moroccan rock art. All remaining mistakes are exclusively the authors' responsibility.

REFERENCES

- [1] Richter, D., Grün, R., Joannes-Boyau, R., Steele, T. E., Amani, F., Rué, M., Fernandes, P., Raynal, J.P., Geraads, D., Ben-Ncer, A., Hublin, J.J., & McPherron, S.P. (2017). The age of the hominin fossils from Jebel Irhoud, Morocco, and the origins of the Middle Stone Age. *Nature* 546: 293-296.
- [2] Mattingly, D.J., Bokbot, Y., Sterry, M., Cuénod, A., Fenwick, C., Gatto, M., Ray, N., Rayne, L., Janin, K., Lamb, A., Mugnai, N., & Nikolaus, J. (2017). Long-term History in a Moroccan Oasis Zone: The Middle Draa Project 2015. *Journal of African Archaeology* 15 (2): 141-172.
- [3] Lemjidi, A., Aouragh, H., & El Atmani, A. (2016). The rock art of Figuig and Ich (Eastern Morocco): new data. *Journal of Materials and Environmental Science* 7 (10): 3718-3739.
- [4] Taçon, P.S.C. (2019). Connecting between to the ancestors: why rock art is important for indigenous Australians and their well-being. *Rock Art Research* 36 (1): 5-14.
- [5] Hose, T.A. (2008). Towards a history of geotourism: definitions, antecedents and the future. In: C.V. Burek & C. Prosser (Eds), *The history of geoconservation*. Geological Society, London, Special Publication 300: 37-60.
- [6] Hose, T.A. (2012). 3G's for Modern Geotourism. *Geoheritage* 4: 7-24.
- [7] Fassoulas, C., Watanabe, M., Pavlova, I., Amorfini, A., Dellarole, E., & Dierickx, F. (2018). UNESCO Global Geoparks: living laboratories to mitigate natural induced disasters and strengthen communities' resilience. In: L. Antronico & F. Marincioni (Eds), *Natural Hazards and Disaster Risk Reduction Policies* (pp. 175-197). Rende: Geographies of the Anthropocene book series, Il Sileno Edizioni.
- [8] Lavie, E., & Marshall, A. (2017). *Oases and Globalisation: Ruptures and Continuities*. Cham: Springer.
- [9] Camps, G. (1974). *Les civilisations préhistoriques de l'Afrique du Nord et du Sahara*. Paris: Doin.
- [10] Dai, M., Zhang, J., Wang, L., & Su, W. (2016). Optimization of agricultural sustainable development mode in small karst basin in Southwest China. *Carsologica Sinica* 35: 84-92.
- [11] Obour, R., Ankomah, P., & Larson, T. (2017). Ecotourism Potential in Alleviating Rural Poverty: The Case of Kakum National Park in Ghana. *Athens Journal of Tourism* 4 (4): 263-282.
- [12] Abioui, M. (2016). Need for popularization in Geoscience: narrative and education. *ASRO Journal of Education* 1 (2): 15-17.
- [13] Abioui, M., M'Barki, L., Benssaou, M., Ezaidi, A., & El Kamali, N. (2019). Rock Art Conservation and Geotourism: A practical example from Foum Chenna engravings site, Morocco. *Geoconservation Research* 2 (1): 1-11.
- [14] Tiberghien, G., Bremner, H., & Simon, M. (2017). Performance and visitors' perception of authenticity in eco-cultural tourism. *Tourism Geographies* 19 (2): 287-300.
- [15] Amodio, T. (2019). Cultural Heritage and Collective Knowledge. In: K. Koutsopoulos, R. de Miguel González & K. Donert (Eds), *Geospatial Challenges in the 21st Century. Key Challenges in Geography (EUROGEO Book Series)*. Cham: Springer.

Effet du mode d'extraction sur les paramètres biochimiques et sensoriels du jus de banane plantain *musa paradisiaca* (variété Corne)

[Effect of the extraction method on the biochemical and sensory parameters of *musa paradisiaca* plantain banana juice (Corne variety)]

Mohamed Anderson Yeo¹, Arthur Martin Affery¹, Ernest Kouadio Koffi², and Lacina Coulibaly³

¹Département d'Agronomie et Foresterie, Université de Man, UFR d'Ingénierie agronomique, Forestière et Environnementale, Man, Côte d'Ivoire

²Université Félix Houphouët Boigny, UFR Biosciences, Laboratoire de Biochimie Sciences des Aliments, Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire

³Université Nangui Abrogoua, UFR Sciences et Gestion de l'Environnement (SGE), Abobo-Adjamé, Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The present research work is situated within the framework of the valorization of the plantain through the development of an effective process of extraction, prevention of browning, microbial stabilization, characterization of the pulp juice of ripe plantain at stage 8 and the valorization of the residues resulting from the extraction. Three juice extraction processes were evaluated. The first two processes are based on the use of hot and cold water; the third was carried out with pectinase. The latter process improves the yield (65.4%) while the other hot and cold water extraction processes give respective yields of 60.55 and 61.06%. The reducing sugar contents were 8.65 ± 0.03 mg/100ml for the juice extracted with pectinase, 3.00 ± 0.06 mg/100ml for the juice extracted with hot and cold water. The total sugar contents correspond to the following values: 51.33 ± 0.19 mg/ml for the juice extracted with hot water 54.20 ± 0.08 mg/100ml for the juice extracted with cold water and 55.57 ± 0.92 mg/100ml for that extracted with pectinase. The juice extracted with pectinase is the most energetic with 227.27 Kcal/100mL, followed by the juice extracted by maceration and that extracted by infusion, with 226.47 and 208.48 Kcal/100mL respectively. With an antioxidant activity of 5.89 ± 0.00 (μ mol eq. Trolox), the ripe plantain pulp juice has a total polyphenol content of 6.57 ± 0.00 g/L eq. Acid. Gallic acid and total flavonoids of 0.227 ± 0.00 g/L eq. Querc. For the overall assessment of the juices by the panel, the juice extracted with pectinase is preferred to the others.

KEYWORDS: Plantain juice, Pectinase, biochemical, sensory, Côte d'Ivoire.

RESUME: Le présent travail de recherche se situe dans le cadre de la valorisation de la banane plantain à travers l'élaboration d'un procédé efficace d'extraction, de prévention du brunissement, de stabilisation microbienne, de caractérisation du jus de pulpe de banane plantain mûre au stade 8 et la valorisation des résidus issus de l'extraction. Trois procédés d'extraction du jus ont été évalués. Les deux premiers procédés sont basés sur l'usage de l'eau chaude et froide; le troisième a été réalisé avec la pectinase. Ce dernier procédé améliore le rendement (65,4%) tandis que les autres procédés d'extraction à l'eau chaude et à l'eau froide donnent des rendements respectifs de 60,55 et 61,06 %. Les teneurs en sucres réducteurs présentent des valeurs de $8,65 \pm 0,03$ mg/100ml pour le jus extrait à la pectinase, $3,00 \pm 0,06$ mg/100 ml pour le jus extrait à l'eau chaude et à l'eau froide. Les teneurs en sucres totaux correspondent aux valeurs suivantes: $51,33 \pm 0,19$ mg/ml pour le jus extrait à l'eau chaude $54,20 \pm 0,08$ mg/100 ml pour le jus extrait à l'eau froide et $55,57 \pm 0,92$ mg/100ml pour celui extrait à la pectinase. Le jus extrait à la pectinase, est le plus énergétique avec 227,27 Kcal/100 mL; suivi du jus extrait par macération et de celui qui est extrait par infusion, avec 226,47 et 208,48 Kcal/100mL respectivement. Avec une activité antioxydante de $5,89 \pm 0,00$ (μ mol éq. Trolox),

le jus de pulpe de banane plantain mûre a une teneur en poly phénol totaux de $6,57 \pm 0,00$ g/L éq. Acide. Gallique et de flavonoïdes totaux de $0,227 \pm 0,00$ g/L éq. Querc. Pour l'appréciation globale des jus par le panel, le jus extrait à la pectinase est prédéré aux autres.

MOTS-CLEFS: Jus de banane plantain, Pectinase, biochimiques, sensoriels, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

Les bananes sont cultivées dans plus de 120 pays des régions tropicales et subtropicales sur les 5 continents et sur plus de 10 millions d'hectares [1]. L'Afrique subsaharienne contribue pour environ 70 % à la couverture des besoins énergétiques alimentaires fournies par les plantains et les autres bananes à cuire dans le monde [2]. En Côte d'Ivoire, la banane plantain est le premier produit vivrier de la zone forestière. Sa production représente 25% des féculents et 20% de l'ensemble des vivriers nationaux. Avec une production moyenne annuelle de 1 600 000 tonnes, la Côte d'Ivoire est le 7ème pays producteur mondial et le 6ème africain producteur de la banane plantain (Noel, 2010). Les zones favorables à la culture, se situent au Sud de la ligne partant de Man à Bondoukou en passant par Bouaké jusqu'à la zone phare de production le Centre-ouest [3].

Les usages alimentaires du plantain sont nombreux par rapport aux habitudes alimentaires des consommateurs. Les fruits du plantain sont généralement soumis à des procédés culinaires post-récolte qui prennent en compte l'aspect variétal, la maturité, le mode de cuisson, le mode de transformation et l'ajout d'autres denrées alimentaires. Les bananes plantains sont consommées sous différentes formes, notamment bouillies, rôties, frites, ainsi qu'en combinaison avec d'autres aliments de base (Kouamé et al.; 2015).

Le plantain est une très bonne source de magnésium, de phosphore et de vitamines. La valeur énergétique pour 100g de portion comestible est de 122 kcal (Aurore et al., 2008). Quel que soit le degré de maturation, le taux de lipides de la banane est très faible. La quantité de fibres apportée par la banane plantain (environ 3 g/100 g) est plus élevée que celle de la pomme et de l'orange ([4]. Selon [5], ce sont des aliments dits « amylacés » car leur teneur en amidon est prépondérante.

Malgré une autosuffisance alimentaire relative à la banane plantain en Côte d'Ivoire un réel problème de sécurité alimentaire lié à son indisponibilité sur une longue période de l'année est couramment constaté. L'accès difficile aux grands centres de production et les difficultés de conservation (Kader 1994) entraînent d'importantes pertes post-récoltes (30 à 40 % de la production). En outre, la non transformation ou le très faible niveau de transformation de ce produit exacerbe les problèmes de surplus de production saisonnière [6].

La recherche de solutions à ce problème demande plusieurs actions depuis le champ jusqu'au marché en passant par la conservation et la transformation de la production.

Ainsi, la production du jus de banane plantain contribuera à réduire non seulement les pertes post-récoltes, mais aussi à rendre disponible la banane sur le marché toute l'année en proposant un nouveau produit.

Cette étude s'inscrit dans le cadre du programme de productivité agricole en Afrique de l'ouest PPAO/ WAAPP-1B, financé par la banque mondiale, dont l'objectif global est la transformation des produits vivriers. la valorisation de la banane plantain en jus.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MATÉRIEL

2.1.1 MATÉRIEL TECHNIQUE

Il comprend en plus de la verrerie usuelle de laboratoire, un couteau en acier inoxydable, un mixeur de marque PHILLIPS, une centrifugeuse de marque Bofuge III, un tamis de marque « agro qualité » des laboratoires TRIPETTE et RENAUD (PARIS) ayant des mailles de 0,250 mm, une casserole de 5 Litres, des bouteilles en verre à bouchon préchauffés, un réfrigérateur de marque PHIL IPS pour le conditionnement, la pectinase et un bain-marie (JULABO Eco Temp TW20, ALLEMANGNE), pour l'extraction des différents jus. Divers éléments techniques ont également été utilisés pour les caractérisations au nombre desquels. une balance électronique (KERN type ABS 220-4, ALLEMAND), un pHmètre (HANNA Instruments Ph 213 Portugal), un appareil HPLC (CECIL instruments, Cambridge, ANGLETERRE), un spectrophotomètre de marque HACH.

2.1.2 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel végétal est constitué de bananes plantains mûres (*Musa paradisiaca*) au stade 8 type Faux Corne (et en particulier le cultivar Corne 1) qui représente au moins 90% des plantains cultivés en Côte d'Ivoire (ANADER, 1998).

2.2 MÉTHODES

2.2.1 EXTRACTION DU JUS DE BANANE PLANTAIN MÛRE

EXTRACTION PHYSIQUE

Ce procédé d'extraction est présenté par la figure 1. Les fruits murs achetés au stade 8 de maturité ont été acheminés au laboratoire en vrac. A ce niveau, tous les fruits de banane plantain de la variété corne reçus ont été stockés avant la production des différents jus. Les fruits, sains ont été lavés à l'eau contenant de l'hypo chlorure de sodium à 0,5% après trempage pendant 15 minutes puis à l'eau distillée.

L'épluchage des fruits de banane plantain a été effectué à l'aide d'un couteau en acier inoxydable sur une paillasse propre (désinfectée avec de l'eau de javel et rincée à grande eau) et la pulpe a été collectée. La pulpe de plantain, a été découpée en rondelles de 3 -4 mm d'épaisseur, broyée au mixeur de marque PHILLIPS pour obtenir une purée.

Quatre cent grammes (400g) de pâte de pulpe de banane plantain, malaxés ont été centrifugés à la température ambiante (25°C) à l'aide d'une centrifugeuse de marque Bofuge III, pendant 15 minutes à 4000 tours par minute et le jus obtenu a été recueilli dans des récipients propres. Le jus obtenu a été ensuite filtré au moyen d'un tamis de marque « agro qualité » des laboratoires (TRIPETTE et RENAUD (PARIS) ayant des mailles de 0,250 mm afin de séparer le jus des résidus de pulpe.

Le jus fraîchement extrait a été porté à ébullition, 100°C dans une casserole de 5 Litres pendant 7 minutes en vue d'éliminer toute la flore microbienne et assurer la stabilité du jus. Le remplissage des bouteilles a été fait à chaud dans des bouteilles en verre à bouchon préchauffés dans de l'eau bouillante pendant 7 min. Après le remplissage, les bocaux ont été laissés refroidir à température ambiante (25°C) avant conditionnement au réfrigérateur.

Les bouteilles remplies de jus de banane plantain ont été conservées au réfrigérateur à 4°C. Cette conservation était faite afin de maintenir la qualité des jus frais jusqu'au moment de la dégustation.

EXTRACTION ENZYMATIQUE

Après le broyage, la purée de banane plantain a été répartie en portions de 2 kg dans des cuvettes pour être préchauffée au bain -marie à 45° C pendant 5 minutes; puis chaque portion a été laissée refroidir à 35° C [13]. A ces différentes portions de pulpe de 2 kg a été ajoutée la solution d'enzyme. Le mélange (pulpe et solution enzymatique) a subi un malaxage intermittent pendant 90 min tout en régulant la température à 35° C. Après malaxage, l'enzyme est inactivée à 55°C (Figure 2). La pâte malaxée a été centrifugée à l'aide d'une centrifugeuse de marque Bofuge III, pendant 15 minutes à 4000 tours/min. Le jus obtenu a été recueilli dans des récipients propres.

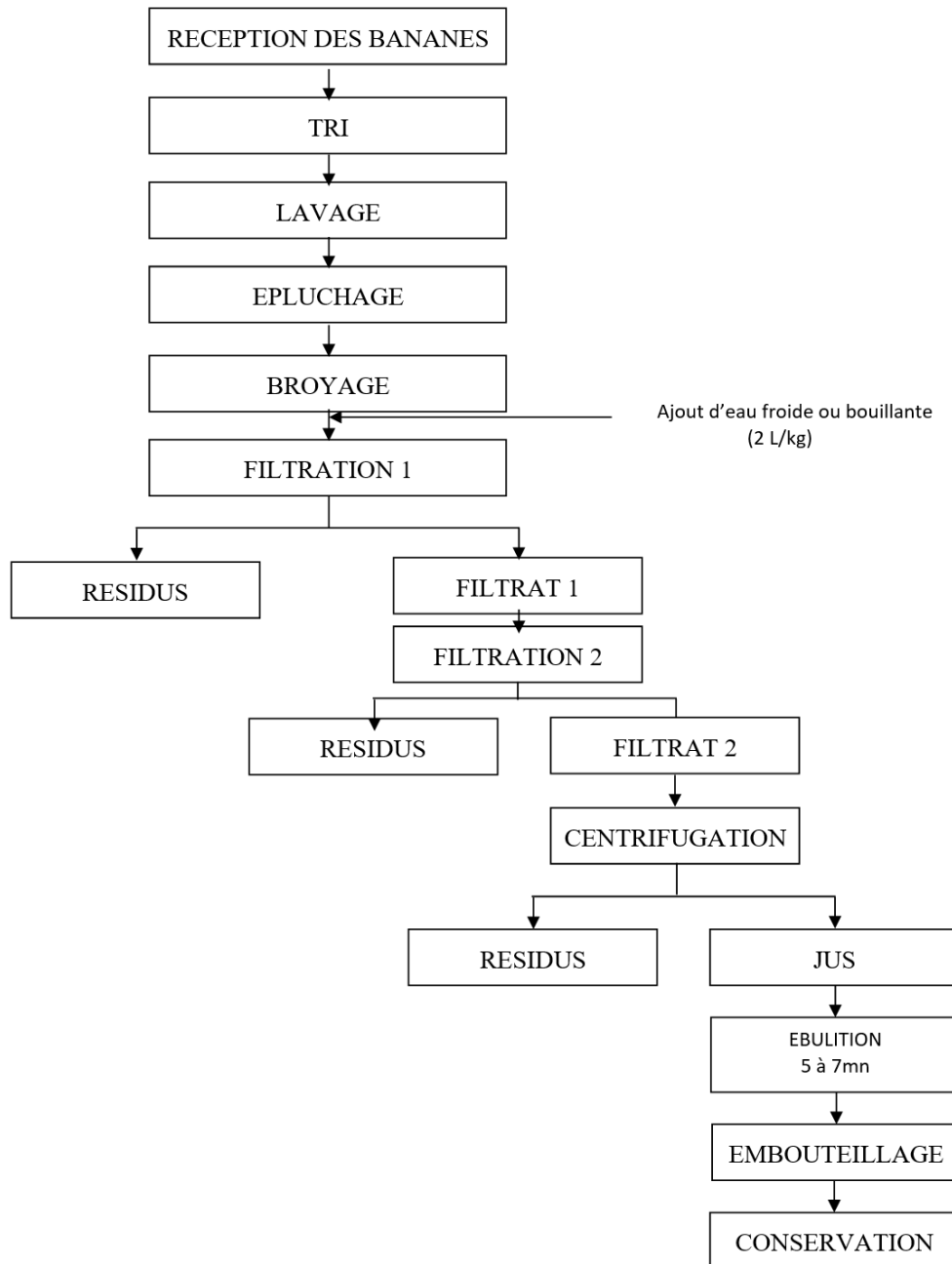


Fig. 1. Diagramme d'extraction du jus de banane plantain mûre à l'eau minute

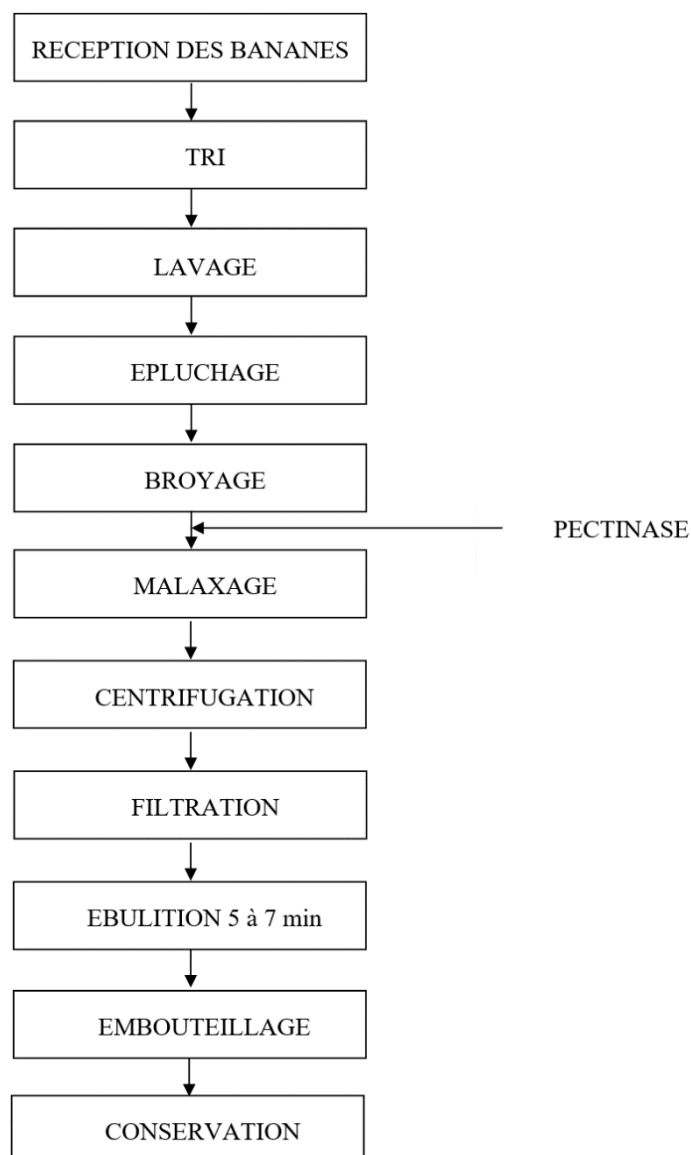


Fig. 2. Diagramme d'extraction enzymatique (pectinase) du jus de banane plantain mûre

2.2.2 EVALUATION DE L'ACTIVITÉ ANTIOXYDANTE

Cette méthode est basée sur la capacité des composés à réduire le radical cation ABTS⁺ ou acide 2,2'-azinobis (3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique). Le radical est formé par oxydation de l'ABTS incolore en présence du persulfate de potassium [7]. Le test a été réalisé selon la méthode décrite par [8].

2.2.3 MESURE DE L'ACTIVITÉ DE LA POLY PHÉNOL OXYDASE (PPO)

L'activité de la PPO a été déterminée par la variation de l'absorbance mesurée à 420 nm à 25°C [9] à l'aide du spectrophotomètre de marque PERKIN-ELMER Lambda 1A uv/vis.

2.2.4 ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES ET BIOCHIMIQUES

Densité

La densité a été déterminée, en faisant le rapport des masses volumiques du jus et celle de l'eau selon la méthode usuelle [10].

Taux de matières sèches

Le taux de matière sèche a été déterminé selon la méthode par étuvage [11].

Teneur en cendres

La teneur en cendres d'une substance est son résidu après incinération (méthode [11]).

Acidité titrable et pH

La détermination de l'acidité titrable a été faite par dosage acido-basique selon la méthode de [12].

Extrait sec réfractométrique

Il a été déterminé par la méthode de [12].

Teneur en sucres

Sucres totaux solubles

L'opération a commencé par l'extraction puis le dosage au phénol sulfurique [13].

Les sucres réducteurs

Ils ont été déterminés selon la méthode [12].

Teneur en protéines

La détermination de la teneur en protéines selon la méthode [12].

Teneur en pectines

D'abord l'extraction des matières insolubles dans l'alcool et ensuite extraction sélective des pectines solubles dans l'eau [14].

Teneur en polyphénols totaux

La méthode de [15] a été utilisée pour le dosage des polyphénols totaux.

La méthode de [16] a été utilisée pour le dosage des flavonoïdes totaux.

Valeur énergétique

La valeur énergétique est déterminée grâce aux coefficients d'Atwater [17]

2.2.5 ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

Les analyses microbiologiques au cours de ces travaux ont été effectuées sur des échantillons de jus frais immédiatement extraits et sur un échantillon de jus deux heures post- extraction.

Prélèvement et préparation des échantillons

Après extraction du jus, celui-ci est immédiatement mis en bouteilles pré stérilisées conservées à basse température positive, puis transportées jusqu'au laboratoire.

Préparation des dilutions décimales

La préparation des dilutions successives ont été faites conformément à la norme NF ISO 7218 [18]

Dénombrement des germes aérobies mésophiles du jus de banane plantain

La méthode utilisée est celle décrite par la norme NF V 08-051 [18]

Dénombrement des champignons

Le dénombrement des levures et des moisissures a été réalisé suivant la norme NF-V08-022.

Dénombrement des bactéries indicatrices de contamination

-*Staphylococcus aureus*.

Le dénombrement a été réalisé selon la norme AFNOR V-08-014 modifiée.

- *Coliformes thermo tolérants* et *Escherichia coli*

La numération des coliformes a été réalisée comme préconisée par [18].

-*Salmonella*

La mise en évidence des Salmonelles a été réalisée selon la norme AFNOR V-08-013.

- *Clostridium sulfito-réducteur*

Ce dénombrement a été fait selon la norme NF EN 15213.

2.2.6 ANALYSE SENSORIELLE DES JUS DE BANANE

Les analyses ont été effectuées dans la salle d'analyse sensorielle de la société Ivoirienne de Technologie Tropicale (I2T) sur la base des critères de disponibilité des dégustateurs, motivation, sensibilité, capacité de compréhension des échelles de notation et de leur capacité à travailler en équipe.

Dans un premier temps, ces 25 dégustateurs ont été formés aux techniques d'analyse sensorielle en général c'est-à-dire avec des produits purs et dans un deuxième temps plus spécifiquement à la dégustation du jus de banane plantain à analyser. La méthodologie de l'étude a été basée sur la recherche et la quantification de l'intensité des descripteurs sensoriels appropriés appliqués au « jus de banane plantain ». L'idée a été d'attribuer une note à chacun des produits testés, en fonction de l'intensité des descripteurs mesurés (couleur, arôme, apparence, texture, goût, et l'appréciation globale). Une échelle graduée de 1 à 10 a permis de quantifier les différents descripteurs avec 1 correspondant à une très faible intensité et 10 à une très forte intensité.

2.2.7 ANALYSES STATISTIQUES

Pour chacun des produits, 3 essais de test ont été effectués. Les profils sensoriels ont été réalisés à l'aide du logiciel d'analyse sensorielle TASTEL+. Les autres résultats ont été analysés statistiquement par la méthode de variance (ANOVA) à l'aide du logiciel STATISTICA (Stat., Soft, Inc., 1995). La comparaison des moyennes de trois essais est effectuée par le test de la plus petite différence significative LSD (Least Significant Difference). Cette méthode d'analyse consiste à chercher les moyennes qui sont significativement différentes les unes des autres à $p < 0,05$.

3 RESULTATS

3.1 CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DE LA BANANE PLANTAIN AU STADE 8

La banane plantain au stade 8 (Figure 1) est acide avec un pH de $4,98 \pm 1,01$, un extrait sec refractométrique de $19,00$ °brix et une acidité titrable de $7,760 \pm 2,01$ méq./L. La banane plantain a une humidité de $62,11 \pm 1,51\%$. La teneur en cendres est de $2,170 \pm 0,1\%$ (Tableau I). Ces cendres sont constituées de potassium ($442,7 \pm 0,02$ mg/100 g), calcium ($456,9 \pm 0,51$ mg/100 g), magnésium ($216,9 \pm 0,65$ mg/100g), fer ($33,50 \pm 1,26$ mg/100g), sodium ($663,4 \pm 0,56$ mg/100g), et zinc ($34,28 \pm 0,05$ mg/100g) (Tableau II). La banane plantain est très pauvre en lipides avec une teneur de $0,19 \pm 0,61\%$. Son taux en protéines est également assez faible avec $4,09\%$. La banane plantain a une teneur en sucres totaux de $56,06 \pm 1,06$ (mg/100 g) et en sucres réducteurs de $8,14 \pm 2,01$ (mg/100 g). Elle présente également une teneur en vitamine C de $265,5 \pm 0,01$ (mg/100 g) (Tableau II).

Tableau 1. *Caractéristiques physico-chimiques de la pulpe de banane plantain mûre (stade 8)*

Paramètre	Moyenne
pH	4,980±1.01
Extrait Sec Réfractométrique (°Brix)	19,00±0.58
Acidité titrable (még/l)	7,760±2.01
Humidité (%)	62,11±1.51
Matières sèches (%)	37,89±0.01
Cendres (%)	2,170±0.01
Lipides (%)	0,1900±0.61
Protéines (%)	4,090±1.03
Sucres Réducteurs (mg/100g)	8,14±2.01
Sucres Totaux (mg/100g)	56,06±1.06

Tableau 2. *Teneur en vitamines et minéraux de la pulpe de banane plantain mûre (stade 8) (mg/100g)*

Paramètres	Vitamine C	K	Ca	Mg	Fe	Na	Zn
Moyennes	265,5±0.01	442,7±0.01	456,9±0.51	216,9±0.65	33,50±1.26	663,4±0.56	34,28±0.05

Ces valeurs sont les moyennes de 03 essais.

3.2 CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DU JUS DE BANANE PLANTAIN EXTRAIT DE DIFFÉRENTES TECHNOLOGIES

Le jus de banane plantain a une coloration jaune dont l'intensité varie en fonction du mode d'extraction. Celui qui a été extrait à l'eau chaude est d'un jaune plus clair, tandis que le jus extrait à l'eau froide est jaune clair mais avec un précipité noirâtre. Celui qui a été extrait à la pectinase est à la limite jaune orangé. (Figure 4).

Le jus de banane est acide avec un pH de $4,27 \pm 0,01$ pour le jus extrait à la pectinase $4,93 \pm 0,02$ pour le jus extrait à l'eau chaude et $4,75 \pm 0,13$ pour les jus extraits à l'eau froide (25°C).

Le jus obtenu par extraction à la pectinase présente un degré Brix très élevé ($31,73 \pm 0,27$) alors que ceux qui ont été extraits à l'eau chaude et à l'eau froide ont respectivement des valeurs de $9,30 \pm 0,12$ et $9,00 \pm 0,35$.

L'acidité titrable consignée dans le Tableau III, est de $3,1 \pm 0,06$ még.g/L pour le jus extrait à l'eau chaude, $3,167 \pm 0,03$ még.g/l pour celui qui est extrait à l'eau froide et $1,30 \pm 0,12$ még.g/L pour le jus extrait à la pectinase.

Les jus présentent une humidité très élevée. Le jus extrait à l'eau chaude a une humidité de $92,33 \pm 0,09$ %, celui extrait à l'eau froide présente une humidité de $93,65 \pm 0,02$ % alors que le jus extrait à la pectinase a un taux d'humidité de $68,92 \pm 0,01$ % avec des densités respectives de $1,08 \pm 0,04$, $0,937 \pm 0,04$ et $0,917 \pm 0,02$ pour le jus extrait à l'eau froide (Tableau III).

Quant aux macromolécules (protéines, glucides, lipides), elles ont des teneurs variables. Les protéines sont présentes à $0,73 \pm 0,01$ % dans le jus extrait à la pectinase, $0,53 \pm 0,01$ % dans celui extrait à l'eau froide et à $0,33 \pm 0,14$ % dans le jus extrait à l'eau chaude.

Les teneurs en sucres réducteurs dosés ont donné les résultats suivants: $8,65 \pm 0,03$ mg/100 mL dans le jus extrait à la pectinase, $3,00 \pm 0,06$ mg/100 mL dans le jus extrait à l'eau chaude. Les teneurs en sucres totaux étaient de: $51,33 \pm 0,19$ mg/mL pour le jus extrait à l'eau chaude $54,20 \pm 0,08$ mg/100 mL pour le jus extrait à l'eau froide et $55,57 \pm 0,92$ mg/100 mL pour celui qui a été extrait à la pectinase. Les jus contenaient $0,203 \pm 0,01$ % de lipides dans le jus extrait à l'eau chaude, $0,23 \pm 0,01$ % dans celui qui a été extrait à l'eau froide et $0,23 \pm 0,01$ % dans le jus extrait à la pectinase.

Les cendres contenues dans le jus extrait à la pectinase avec une teneur de 0,827% étaient constituées de potassium $156,3 \pm 0,01$ mg/100 mL, de calcium ($162,5 \pm 0,02$ mg/100 mL), de magnésium ($191,5 \pm 0,01$ mg/100 mL), de fer ($32,85 \pm 1,52$ mg/100 mL), de sodium ($126,3 \pm 0,01$ mg/100 mL), et de zinc ($24,41 \pm 0,00$ mg/100 mL). Quant aux cendres du jus extrait à l'eau froide elles avaient une teneur de $0,20 \pm 0,06$ et elles contenaient $132,4 \pm 0,01$ mg/100 mL de potassium, $255,8 \pm 0,01$ mg/100 mL de calcium, $137,1 \pm 0,01$ mg/100 mL de magnésium, $12,64 \pm 0,01$ mg/100 mL de fer, $59,75 \pm 0,03$ mg/100 mL de sodium et $0,131 \pm 0,000$ mg/100 mL de zinc (Tableau IV). Enfin, le jus extrait à l'eau chaude avec une teneur en cendres de 0,19% était constitué de potassium ($155,3 \pm 0,10$ mg/100 mL), de calcium ($411,8 \pm 0,07$ mg/100 mL), de magnésium ($143,0 \pm 0,01$ mg/100 mL), de fer

(10,98 ± 0,01 mg/100 mL), de sodium (25,80 ± 0,06 mg/100 mL) et de zinc (0,107 ± 0,00 mg/100 mL). Les teneurs en vitamine C étaient de 102,6 mg/100 mL, pour le jus extrait à l'eau chaude, 128 mg/100 mL pour celui extrait à l'eau froide et de 216 mg/100 mL pour le jus extrait à la pectinase.

Avec une activité antioxydante de 5,89±0,00 (µmol éq. Trolox), le jus de pulpe de banane plantain mûre a une teneur en poly phénol totaux de 6,57±0,00 g/L éq. Acide. Gallique et de flavonoïdes totaux de 0,227±0,00 g/L éq. Querc (**Tableau III**).

Tableau 3. *Effet du procédé d'extraction sur les caractéristiques physico-chimiques du jus de banane plantain*

Paramètres	Echantillons		
	Jus extrait à l'eau chaude	Jus extrait à l'eau froide	Jus extrait à la pectinase
pH	4,93±0,02 ^a	4,75±0,13 ^b	4,27±0,01 ^c
ESR (°Brix)	9,30±0,12 ^b	9,00±0,35 ^a	31,73±0,27 ^a
Acidité titrable (méq/l)	3,10±0,06 ^b	3,17±0,03 ^a	5,30±0,12 ^c
Humidité (%)	92,33±0,09 ^c	93,65±0,02 ^b	68,92±0,01 ^a
Matière sèche (%)	7,66±0,09 ^b	6,35±0,02 ^c	31,08±0,01 ^a
Cendres (%)	0,19±0,01 ^a	0,20±0,06 ^b	0,83±0,06 ^c
Densité	0,94±0,04 ^a	0,92±0,02 ^a	1,08±0,04 ^b
Lipides (%)	0,20±0,01 ^a	0,23±0,01 ^a	0,23±0,01 ^a
Protéines (%)	0,33±0,14 ^a	0,53±0,01 ^b	0,73±0,01 ^c
Sucres réducteurs (mg/100mL)	3,00±0,06 ^a	2,44±0,01 ^b	8,65±0,03 ^c
Sucres totaux (mg/100 mL)	51,33±0,19 ^a	54,20±0,08 ^b	55,57±0,22 ^c
Poly phénol totaux (g/L éq Ac gallique)	-	-	6,57±0,00
Flovenoïdes totaux (g/L éq Querc)	-	-	0,23±0,00
Activité antioxydante (µmol éq. Trolox)	-	-	5,89±0,00

Les valeurs d'une même ligne suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes.

Tableau 4. *Teneur en vitamines et minéraux (mg/100ml) des jus de banane plantain extraits à l'eau et à la pectinase*

PARAMETRES	PROCEDES D'EXTRACTION		
	Eau chaude	Eau froide	Pectinase
Vitamine C	102,6±0,01 ^c	108,0±0,01 ^b	216,0±0,03 ^a
K	155,3±0,10 ^b	132,4±0,01 ^c	156,3±0,01 ^a
Ca	411,8±0,07 ^a	255,8±0,01 ^b	162,5±0,02 ^c
Mg	143,0±0,01 ^b	137,1±0,01 ^c	191,5±0,01 ^a
Fe	10,98±0,01 ^c	12,64±0,01 ^b	32,85±1,52 ^a
Na	25,80±0,06 ^c	59,75±0,03 ^b	126,3±0,01 ^a
Zn	0,1073±0,00 ^c	0,1310±0,00 ^b	24,41±0,00 ^a

Les valeurs d'une même colonne suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes.

3.3 APPORTS ÉNERGÉTIQUES DES DIFFÉRENTS EXTRAITS

Le tableau V indique les valeurs énergétiques de la banane entière au stade 8 et des différents jus extraits de celle-ci. Ces résultats font du jus extrait à la pectinase, le plus énergétique avec 227,27 Kcal/100ml; suivi du jus extrait par macération et de celui qui est extrait par infusion, avec 226,47 et 208,48Kcal/100 mL respectivement. Ces valeurs sont inférieures à la valeur énergétique de la banane entière qui est de 234,31 Kcal/100g.

Tableau 5. Valeurs énergétiques de la pulpe et des jus de banane plantain extraits par différents procédés

NATURE	Valeur énergétique kcal/100 g
Pulpe	234,31 ± 0,02
Jus extrait à l'eau chaude	208,48 ± 0,13
Jus extrait à l'eau froide (25°C)	226,47 ± 0,09
Jus extrait à la pectinase	227,27 ± 0,22

Tableau 6. Caractéristiques microbiologiques des jus de banane extraits par différents procédés puis stabilisés par le jus de gingembre

Paramètres	Echantillons de jus			
	Jus frais extrait à l'eau chaude	Jus frais extrait à l'eau froide	Jus frais extrait à la pectinase	Critères U.E.,
Flore totale 30°C	>250ufc/ml	>350ufc/ml	>300ufc/ml	
Coliformes totaux/g	< 10	< 10	< 10	10 ufc/ml
Coliforme thermotolérants	< 10	< 10	< 10	10 ufc/ml
Staphylocoques dorés/g	ND	ND	ND	ND
Anaérobies sulfite-réducteurs	< 10	< 10	< 10	ND
<i>Salmonella spp</i>	ND	ND	ND	ND
Levures et moisissures	ND	ND	ND	ND

Ces valeurs sont les moyennes de 03 essais ND= non détectable

3.4 PROFIL SENSORIEL DES DIFFÉRENTS JUS DE BANANE

La Figure 3 présente les moyennes des différentes caractéristiques étudiées au niveau des jus de pulpe de banane extraits à l'eau froide, l'eau chaude et à la pectinase (Fo; Co et Po). Il apparaît nettement que le jus extrait à la pectinase est le plus sucré, avec un arôme banane plantain plus prononcé, une coloration jaune beaucoup plus intense et le plus apprécié des dégustateurs. Ainsi l'intensité de la couleur jaune du jus de banane est de $2,17 \pm 2,09$, $3,39 \pm 2,28$ et $6,06 \pm 1,43$ pour les jus extraits respectivement à l'eau froide, chaude et à la pectinase. De même, le goût sucré varie en fonction du mode d'extraction. L'intensité de ce goût sucré est de $4,06 \pm 1,55$ pour celui qui a été extrait à l'eau froide, et $8,39 \pm 1,20$ pour le jus extrait à la pectinase et $4,67 \pm 2,03$ pour le jus extrait à l'eau froide. Le mode d'extraction a donc une incidence sur le goût des jus.

L'intensité de l'arôme banane plantain atteint une valeur moyenne de $6,61 \pm 2,59$ pour le jus extrait à la pectinase; $5,78 \pm 1,48$ pour le jus extrait à l'eau froide et $5,00 \pm 1,94$ pour le jus extrait à l'eau chaude.

Le jus extrait à la pectinase présente une fluidité moyenne de $6,39 \pm 1,91$, celui qui a été extrait à l'eau chaude, une fluidité de $6,72 \pm 2,19$ et le jus extrait à l'eau froide une valeur de $6,28 \pm 2,72$. Quant à l'intensité de l'arôme banane du jus extrait à la pectinase elle est de $6,61 \pm 2,59$; $5,78 \pm 1,48$ pour le jus extrait à l'eau froide et $5,00 \pm 1,94$ pour le jus extrait à l'eau chaude. Ces valeurs ne présentent des différences significatives; on pourrait donc penser que le mode d'extraction modifie les paramètres.

Pour l'appréciation globale des jus par le panel, le jus extrait à la pectinase a une valeur moyenne de $6,89 \pm 2,37$, le jus extrait avec l'eau chaude, une moyenne de $5,72 \pm 1,78$ et celui qui a été extrait à l'eau froide une valeur de $5,39 \pm 1,72$.

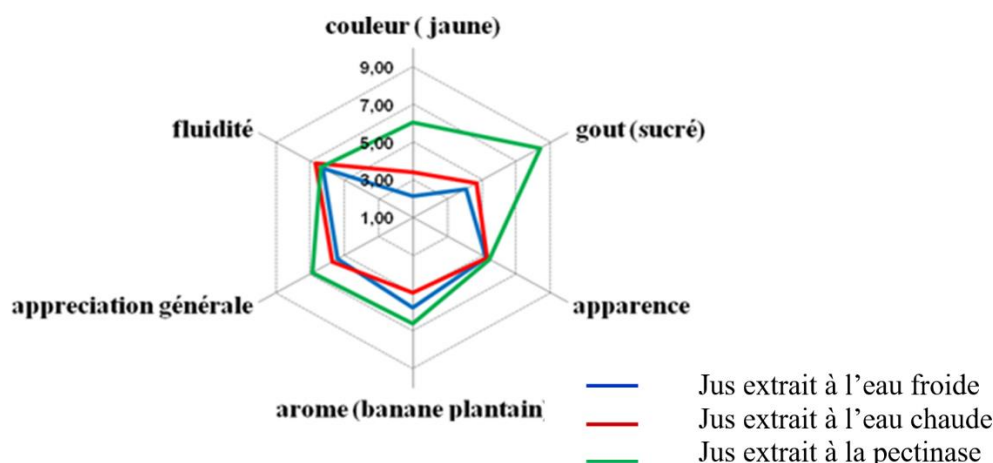


Fig. 3. Profil sensoriel des jus de banane plantain extraits à l'eau et à la pectinase

4 DISCUSSION

Diverses méthodes ont été utilisées pour la caractérisation physico-chimique de la banane plantain au stade 8. La banane plantain présente un pH de $4,98 \pm 1,01$ et un extrait sec réfractométrique $19,00^\circ$ Brix. Cette valeur d'extrait sec réfractométrique est supérieure à celle de la pulpe du fruit mur ($18,00^\circ$ Brix) obtenu par [19]. Cela peut s'expliquer par le stade de maturité de la banane. En effet, selon [20] l'extrait sec réfractométrique augmente en fonction du degré de maturité de la banane plantain.

Selon [20], l'acidité titrable, tout comme l'extrait sec réfractométrique et le pH, servent principalement à estimer la consommabilité et les propriétés qui n'apparaissent pas à l'œil nu et de ce fait, jouent un rôle important dans la qualité du fruit. Tout ce qui précède a guidé le choix du stade de maturité de notre banane pour la production du jus. Ainsi, cette banane, prise au stade 8 a une acidité de $7,760 \pm 2,01$ méq.g/l. Le plantain mûr est riche en eau avec une humidité de $62,11 \pm 1,51\%$ valeur en accord avec la moyenne d'eau qui est de 61% ([21]; [22]; [23]).

La teneur en cendres est de $2,170 \pm 0,1\%$. Ces cendres renferment entre autre le potassium ($442,7 \pm 0,02$ mg/100g) valeur comprise entre la valeur moyenne (380) et maximale 507 mg/100g [23]; le calcium ($45,69 \pm 0,5$ mg/100g) conforme à la valeur moyenne (45 mg/100g) [21]; le magnésium ($216,9 \pm 0,65$ mg/100g) supérieure à la valeur maximale obtenue par [23]; le zinc ($342,8 \pm 0,05$ mg/100g) valeur inférieure à la valeur minimale de 397 mg/100g obtenue par [23]

Le taux des lipides dans la pulpe de banane plantain est très faible ($0,19 \pm 0,61\%$) proche de $0,7\%$, obtenue par [21], avec une teneur en protéines de $4,09 \pm 0,03\%$ qui est largement supérieure à celle obtenue par Chandler au cours de ces mêmes travaux (1,6g/100g). Il en est de même pour les sucres réducteurs ($8,14 \pm 2,01$ mg/100g) largement supérieur à $24,50\%$ et les sucres totaux $56,06 \pm 1,06$ mg/100g supérieur à $23,70\%$ ([19]).

La teneur en vitamine C ($265,5 \pm 0,01$ mg/100g) est au-delà de celle exprimée par [19], (valeur moyenne 20mg/100 g).

Trois (03) méthodes ont été utilisées dans l'extraction du jus de banane plantain. La première a consisté en l'extraction du jus à l'eau froide, la deuxième à l'eau chaude et la troisième avec la pectinase (une polygalacturonase). En effet, les enzymes sont de plus en plus utilisées dans l'industrie alimentaire à cause de leurs propriétés biologiques intéressantes. Les investigations sur l'efficacité des pectinases (hydrolases) dans l'extraction des jus de fruit en général ont montré que l'activité pectinolytique des enzymes accroît la destruction des parois cellulaires des pulpes et assure une meilleure extraction des jus ([25], [25]). Nos résultats concordent avec ceux observés par d'autres auteurs pour l'extraction enzymatique des jus de fruit. ([27], [13]). Cependant, les jus obtenus présentent des caractéristiques différentes selon le mode d'extraction. En effet, ils sont statistiquement différents au niveau des pH, avec le jus extrait à l'enzyme qui est plus acide ($4,27 \pm 0,01$) suivi de celui qui a été extrait à l'eau froide ($4,75 \pm 0,13$) et enfin du jus extrait à l'eau chaude ($4,93 \pm 0,02$). Les pH des jus extraits avec enzyme sont plus bas et cela pourrait être due à la libération des molécules d'acide galacturonique lors de l'hydrolyse des pectines sous l'action des pectinases [26].

Ces pH acides sont nécessaires pour assurer la préservation des jus par inhibition du développement des levures et moisissures Cette acidité des jus à base de banane est confirmée par [27]. Aussi, la mesure du pH des jus de fruits est très

importante, surtout pour les jus destinés à la conservation. Ainsi, le Codex Alimentarius recommande dans ce cas une valeur de pH comprise entre 3 et 4,5 pour les jus destinés à la conservation. Les valeurs de pH obtenues dans les jus frais extraits sans utilisation d'enzyme sont comprises entre 4,4 et 4,9. Ces valeurs de pH posent, comme indiqué plus haut, un problème de conservation de ce jus en l'état à cause des risques de fermentation. Ainsi, la référence [27] dans l'extraction du jus de banane a obtenu pour le cultivar Bagoya (AAA) 4,41 comme le pH du témoin alors que le pH du jus varie de 4,04 pour les jus extraits à la Rapidase TF et Rapidase x-press à 4,02 pour celui qui est extrait à la Rapidase CB en passant par 4,3 pour la OE-Lallzyme. Ces pH sont légèrement supérieurs à ceux du jus de Cacao [28] et de l'orange (3,25 à 3,53); [39].

Les jus de banane plantain extraits à l'eau chaude et à l'eau froide présentent des extraits secs réfractométriques respectifs de $9,30 \pm 0,12$ et $9,00 \pm 0,15$ (° Brix) qui sont très faibles, comparés à celui du jus extrait à la pectinase. En effet, ce dernier, avec un extrait sec réfractométrique de $31,73 \pm 0,27$ contient assurément un grand nombre de composés hydrosolubles d'origine pariétale ou intracellulaire: sucres, acides, vitamines C, acides aminés et pectines [20]. L'augmentation de la teneur en sucres totaux dans les jus extraits au moyen de pectinases pourrait aussi être due à l'activité pectinolytique des enzymes qui fragilisent la structure pariétale et libèrent le contenu cellulaire sous l'action de la presse. Ces mêmes observations ont été confirmées par [26] et [13] dans la production du jus de rônier en utilisant une enzyme pectinolytique (Ultra pectinex). Ces résultats montrent que l'utilisation des enzymes dans l'extraction du jus en général améliore aussi significativement la teneur en sucres totaux dans les jus ($P < 0,05$).

Les jus extraits à l'eau chaude et froide ont des acidités de $3,1 \pm 0,06$ et $3,16 \pm 0,03$ méq.g/L. Ces jus contiennent moins d'acides libres que le jus extrait à la pectinase, dont l'acidité est de $5,30 \pm 0,12$ méq.g/L. Ces résultats sont quasiment identiques à ceux de [27] avec les variétés William (5,4g/L) et Gros Michel (5,5 g/L). Ce pH bas et l'acidité titrable élevée sont dus principalement aux acides organiques. Ces acides préservent la saveur et les caractéristiques gustatives [30]. L'évaluation des paramètres physicochimiques des jus a révélé une augmentation de l'acidité des jus extraits au moyen de pectinase. Cette élévation de l'acidité titrable pourrait être due à la libération des molécules d'acide galacturonique lors de l'hydrolyse des macromolécules des parois cellulaires sous l'action des pectinases. Cette observation se trouve aussi confirmée par les faibles acidités des jus extraits sans enzyme. Ces résultats sont conformes à ceux observés par plusieurs chercheurs, ([31], [26] et [32]).

Le jus extrait à la pectinase a une teneur en matière sèche de $31,08 \pm 0,01$ % donc plus élevée que celle du jus qui est extrait à l'eau chaude ($7,66 \pm 0,09$ %) à son tour plus élevée que celle du jus extrait à l'eau froide ($6,35 \pm 0,02$). Cela pourrait s'expliquer par l'action de liquéfaction de la pulpe pour dilacérer et déchirer les fruits, permettant l'écoulement des jus plus denses et plus riches en matières sèches. Ainsi le jus extrait à la pectinase a une densité par rapport à l'eau ($1,08 \pm 0,04$), plus élevée que celles des autres jus qui ont des densités statistiquement différentes ($0,94 \pm 0,04$ et $0,92 \pm 0,02$) respectivement pour les jus extraits à l'eau chaude et à l'eau froide. Lorsqu'on utilise la pectinase dans la transformation des substances pectiques, les parois cellulaires sont considérablement dégradées; ce qui entraîne la production de nombreux dérivés glucidiques [33].

Le jus de pulpe de banane plantain mûre contient des polyphénols totaux non moins négligeable, soit 6,57g/L Eq Ac. Gallique. Il présente également une activité antioxydante assez importante de 5,89 μ mol Eq Trolox.

Les cendres contenues dans les jus sont différentes. Le jus extrait à la pectinase contient $0,83 \pm 0,06\%$ de cendres teneur, supérieure à celle du jus extrait à l'eau froide ($0,20 \pm 0,06\%$) et du jus extrait à l'eau chaude ($0,19 \pm 0,01\%$). Ces cendres sont constituées de minéraux tels que le potassium, le calcium, le magnésium, le fer, le sodium (Na) et le zinc.

Le jus de banane plantain extrait à la polygalacturonase est plus riche en potassium ($156,3 \pm 0,01$ mg/100 mL), magnésium ($191,5 \pm 0,01$ mg/100 mL), en fer ($32,85 \pm 1,52$ mg/100 mL), sodium ($126,3 \pm 0,01$ mg/100 mL) et en zinc ($24,41 \pm 0,00$ mg/100 mL) que les jus extraits à l'eau, qu'elle soit chaude ou froide. Cependant, le calcium ($411,8 \pm 0,07$ mg/100ml) est plus abondant dans le jus extrait à l'eau chaude que les autres jus. Il en est de même pour les protéines dont la teneur est faible dans les différents jus de banane plantain avec une valeur maximale pour les jus extraits à la pectinase ($0,73 \pm 0,01\%$). En effet on pourrait expliquer cela par la faible teneur en protéines de la pulpe de banane plantain [21].

Le magnésium est plus abondant dans les jus de banane plantain ($191,5 \pm 0,01$ mg/100 ml; $137,1 \pm 0,01$ mg/100 ml; $143,0 \pm 0,01$ mg/100ml) Le jus de banane plantain extrait à l'enzyme présente une très forte teneur en sodium ($126,3 \pm 0,01$ mg/100 mL).

Le fer est plus important dans le jus extrait à la pectinase ($32,85 \pm 1,52$ mg/100 mL) que dans le jus extrait à l'eau chaude ($10,98 \pm 0,01$ mg/100 mL). Ces teneurs élevées en minéraux pourrait s'expliquer par l'action des pectinases qui par hydrolyse libèrent les minéraux contenus dans les pulpes de banane.

On constate par ailleurs une plus forte concentration en zinc dans le jus extrait à la pectinase ($24,41 \pm 0,00$ mg/100 ml) en comparaison au jus extrait à l'eau qui ont des teneurs statistiquement identiques ($0,11 \pm 0,00$ et $0,13 \pm 0,00$ mg/100 mL).

Les différents jus de bananes plantain présentent des teneurs en matières grasses relativement basses, mais statistiquement identiques en moyenne ($0,20 \pm 0,01$ à $0,05$ % près).

La teneur en sucres totaux dans le jus obtenu sans utilisation de pectinases est inférieure à celle obtenue avec utilisation de pectinase. Les valeurs élevées obtenues avec les jus extraits au moyen de pectinases pourrait être due à l'activité pectinolytique des enzymes qui fragilisent la structure pariétale et libèrent le contenu cellulaire. [26] et [13]. En comparaison avec les jus de fruits tropicaux de consommation, le jus de banane plantain peut être considéré comme une véritable source de sucres et de minéraux. Sa teneur en sucres couvre totalement l'astringence causée par les tanins.

Le jus extrait à la pectinase a une teneur en vitamine C ($216,0 \pm 0,03$ mg/100 ml) plus élevée que celle des autres jus extraits à l'eau. Cette teneur en vitamine C est plus élevée que celle obtenue par [33] dans le jus de cacao ($5,7 \pm 0,2$ mg/100 ml). Tandis que la valeur énergétique de la banane entière est de $234,31 \pm 0,02$ cal/100g, celles des jus sont $208,48 \pm 0,13$ cal/100g, $226,47 \pm 0,09$ cal/100g et $227,27 \pm 0,22$ cal/100 g respectivement pour les jus extraits à l'eau chaude, l'eau froide et à la pectinase. On peut soutenir que ces jus sont environ trois fois plus énergétiques que le jus de mucilage des fèves fraîches de cacao ($88,3$ cal/199g) et quatre fois plus que le jus frais de cacao ($58,7$ cal/100g) [28].

5 CONCLUSION

Cette étude constitue une première étape dans la valorisation de la banane plantain par la production de jus clarifié, stabilisé et fournit une analyse de sa composition biochimique.

Ainsi, avons-nous utilisé pour l'extraction de ce jus, la pulpe de banane plantain mûre, à un stade de sénescence assez avancé. Une telle production, si elle est vulgarisée pourrait permettre de résorber près de 40 % de la production nationale de banane plantain, couvrant ainsi largement les pertes post récolte.

Trois modes d'extractions du jus sont mis en œuvre. Il s'agit de l'extraction par macération, par infusion, et enfin par utilisation de la pectinase. Cette étude constitue donc une approche à la vulgarisation de technologies d'extraction du jus de pulpe de banane plantain mûre. L'extraction de ce jus par l'usage des enzymes, fournit non seulement un produit 100% naturel « bio » mais aussi améliore le rendement d'extraction et les qualités nutritionnelles du jus.

L'ensemble de ces résultats pourrait contribuer à améliorer la qualité du jus de pulpe de banane plantain.

En somme, ces produits pourront faire l'objet de recherches complémentaires.

Ainsi, on pourrait en perspectives:

- développer de boissons à base de banane plantain qui offriraient au monde agricole une alternative pour écouler ses produits;
- réduire les pertes post-récoltes;
- augmenter par la même occasion, de façon substantielle, les revenus des producteurs. Cela constituera également une véritable opportunité d'affaires pour les transformateurs et les commerçants;
- vulgariser les voies de transformation de la banane à l'échelle semi-artisanale, semi-industrielle voire industrielle;
- offrir aux consommateurs une plus grande liberté de choix en matière de consommation de la banane plantain à travers le jus extrait et les boissons dérivées, qui en découleront, (alcool, vin vinaigre);
- développer des boissons locales dont le rapport qualité/coût sera un atout non négligeable au bénéfice du consommateur.

Vu les qualités d'une telle extraction, il serait intéressant d'évaluer l'action de diverses autres enzymes et pourquoi pas la combinaison de ces méthodes afin d'améliorer ce rendement.

REMERCIEMENTS

Tous nos remerciements au Programme de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest PPAO/ WAAPP-1B, financé par la Banque Mondiale qui a été le bailleur de cette étude.

REFERENCES

- [1] Lassoudière A., (2007). Le bananier et sa culture. Versailles, France: Edition Quae.
- [2] Kouadio K.A., Kouakou, S. Coulibaly, Louise Ocho-Anin Atchibri1, G. Kouamé et Meité A. (2002) Evaluation nutritionnelle comparative des fruits de trois hybrides de bananiers (CRBP 39, FHIA 17 et FHIA 21) avec ceux de la variété Orishele TROPICULTURA,, 30, 1, 49-54.
- [3] ANADER, (1998) Agence Nationale pour le Developpement Rural. Enquête de base 1996-1997.
- [4] Aurore, G., Parfait, B. & Hrasmane, L. (2008). Bananas, raw materials for making processed food products. trends in Food Science and technology, 1-13.
- [5] Van Damme, E. J., Lannoo, N., & Peumans, W. J. (2008). Plant lectins. Advances in botanical research, 48, 107-209.
- [6] Kpandé G.D., (2004), Etude des propriétés physico-chimiques des nouveaux hybrides de bananes CRBP 39 et FHIA 17, Mémoire de DEA de l'Université d'Abobo – Adjamé, 54 p.
- [7] Re R, Pellegrini N. & Proteggente A, (1999) Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Biology and Medicine 26: 1231-7.
- [8] Chang, D. T., Lopez, A., yon Kessler, D. P., Chang, C., Simandl, B. K., Zhao, R., Seldin, M. F., Fallon, J. F., and Beachy, P. A. (1994). Products, genetic linkage and limb patterning activity of a murine hedgehog gene. Development 120, 3339-3353.
- [9] Koffi K.E., Sims C.A. et Bates R.P. (1991) Viscosity reduction and prevention of browning in the preparation of clarified banana juice. Journal of Food Quality. 209-218.
- [10] Aka S., N'Dédé T. D., Kouadio Florent N'guessan, Kouadio C. Y. et Koffi M. D., (2008). Variabilité des propriétés physico-chimiques et dénombrement de la flore fermentaire du tchapalo, une bière traditionnelle de sorgho en Côte d'Ivoire. African Sciences. 274 – 286.
- [11] AOAC. (1990). Official Methods of Analysis, (15th Edn). Association of Official Analytical Chemists: Washington DC.; 774p.
- [12] AOAC, (1995). Official Method of Analysis. Association of Agricultural Chemist, Washington D.C. 34 p.
- [13] Ezoua P. Kouamé & Agbo NG. (1999). Caractéristique du jus de la pulpe fraîche du fruit de rônier (*Borassus aethiopum* Mart.). Cahiers Agricultures, 8: 126-128.
- [14] Agbo, O. F., Anderson, J. C., & Singh, B. (1992). Lipid oxidation of edible peanut pastes during storage with variation of environmental and processing factors. Peanut Science, 19 (2), 101-105.
- [15] Wood J.E., Senthilmohan S.T. & Peskin A.V., (2002). Antioxydant activity of prodyanidin-containing plant extracts at different pH. Food Chemistry 77: 155-161.
- [16] Marinova D., Ribarova F. et Atanassova M. (2005). Total phenolics and total flavonoids in Bulgaria fruits and vegetables. Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy, 40: 255-260.
- [17] Diez M. & Nguyen P. (2006) Obésité: épidémiologie, physiopathologie et prise en charge du chien obèse. In: Pibot P, Biourge V, Elliot D. (eds). Encyclopedie de la nutrition clinique canine. Aniwa, Paris, 2-57.
- [18] AFNOR, (1991). Association Française de Normalisation. Recueil des normes françaises des fruits et des produits fruitiers. Troisième édition. pp 411-422.
- [19] Belalcázar S., J. Valencia & J. Lozada. 1991. La planta y el fruto Pp. 43-89 in El cultivo del plátano en el trópico (Belalcázar Carvajal S., ed.). ICA Cali, Colombie.
- [20] Dadzie, B. K. 1994. Quarterly report for the INIBAP/FHIA/NRI (ODA Holdback) project on post-harvest cooking banana and plantain characterisation (October - December, 1994).
- [21] Chandler S. 1995. The nutritional value of bananas. In: Gowen S., ed. Bananas and Plantains. Chapman & Hall. London. pp. 468-480.
- [22] John P. & Marchal J., (1995). Ripening and biochemistry of fruit. In: Gowen S., ed. Bananas and Plantains. Chapman & Hall. London. pp. 434-467.
- [23] Offem, J. O. & Njoku. P. C. (1992). Distribution of mineral elements in leaves of the plantain plant (MINI kiucu) at different stages of growth. Trap. Sci. (in press).
- [24] Prathyusha K. & Suneetha V. (2011). Bacterial pectinases and their potent biotechnological application in fruit processing/juice production industry: a review. Journal of Phythology, 3 (6): 16-19.
- [25] Adjou Euloge S., Hospice Amamion, Fidèle P. Tchobo, Vahid M. Aissi et Mohamed M. Soumanou, (2013). Extraction assistée par enzyme du jus de la pulpe fraîche du rônier (*Borassus aethiopum* (Mart.) acclimaté au Bénin: caractérisation physico- chimique et Microbiologique International Journal of Biological and Chemical Sciences. 7 (3): 1135-1146.
- [26] Agbo N.G. et Simard R.E. (1992). Characteristics of Juice from Palmyrah palm (*Borassus aethiopum* (Mart.). Plant Foods for Human Nutrition, 42: 55-70.
- [27] Byaruagaba-Bazirake G.W., Van Ransburg P. & Kyamuhangire W. (2012). Characteristics of enzyme-treated banana juice from three cultivars of tropical and subtropical Africa. African Journal of Food Science and Technology 3 (10) 277-290.
- [28] Anvoh K.Y.B., Zoro Bi A., et Gnagri D., (2009). Production and characterization of juice from mucilage of cocoa beans and its transformation into marmalade. Pakistan Journal of Nutrition. 8 (2) 129-133.

- [29] Esteve, P.O., Chin, H.G. & Pradhan, S. (2005) Human maintenance DNA (cytosine-5) -methyltransferase and p53 modulate expression of p53-repressed promoters. *Proceeding of the National Academy of Sciences* 102: 1000–1005.
- [30] Kong Q.X., Cao L.M., Zhang A.L. et Chen X. (2007) Overexpressing GLT1 in *gpd1Δ* mutant to improve the production of ethanol of *Saccharomyces cerevisiae*. *Applied Microbiology and Biotechnology* 73: 1382–1386.
- [31] Joshi VK, Chauhan SK. et Lal BB. (1991). Extraction of juices from peaches, plums and apricots by pectinolytic treatment. *Journal of Food Science and Technology*, 28 (1): 64-65.
- [32] Drilleau J.F.. (1994). Biochemical characteristics of apple juices and fermented products from musts obtained enzymatically. *Fruit Processing*, 4: 108-113.
- [33] Thierry D., Pascale W., Vidal S. & Pellerin P., (1996). Rhamnogalacturonan II, a dominant in juices produced by enzymic liquefaction of fruits and vegetables. *Carbohydrate research* 297: 181 – 186 p.

Sélection participative des variétés pour la résistance à la striure brune du manioc en Province du Sud-Kivu, République Démocratique du Congo

[Participatory selection of varieties for resistance to cassava brown streak in South Kivu Province, Democratic Republic of Congo]

*Ugentho Ukany Henry¹, M. Casinga Clérissé², Nzama Djaimbu¹, and Tuombemungu Baguma Robert³, Bashizi Kalinga
Benoît⁴, and Bisimwa Bunani Rughe⁵*

¹Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques, B.P. 2037 Kinshasa 1, Centre de Recherche de Mulungu, RD Congo

²Institut International d'Agriculture Tropicale, Campus de Recherche Le Président Olusegun Obasanjo de Kalambo, Bukavu, RD Congo

³Centre International d'Agriculture Tropicale, Bureau de Bukavu, R.D. Congo

⁴Université Officielle de Bukavu, Sud-Kivu, RD Congo

⁵Virunga Enzymes, Beni, Nord-Kivu, RD Congo

Copyright © 2022 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: Cassava is considered the most important crop in the tropics in terms of its high yield, its potential to produce large amounts of calories in food and income to producers. In Central and East Africa, from 2000 to 2010, the African mosaic no longer constituted a major constraint to culture for research because researchers from national and international institutions mobilized to fight the pandemic by developing no varieties resistant to this cassava virus. Unfortunately, the period following the year 2010, the culture experienced a qualitative and quantitative depreciation of the tuberous roots in most producing regions. All the varieties selected for mosaic resistance are ravaged by the brown streak disease which extends from East to Central Africa without sparing the East of the Democratic Republic of Congo with its varieties selected and distributed by the Centers INERA research centers such as Liyayi (MM 96/0287), Mayombe (MM 96/7752), Sawasawa (MM 96/3920), Obama 1 (TME 419). As part of the fight against the disease, the presence of which has been confirmed in the East since 2012, we have set up a participatory variety selection trial in two sites, in particular in the Mulungu Research Station and in the Ruzizi plain, where disease pressure is greatest. The objective of the trial was to identify at least one material tolerant or resistant to brown streak after evaluation of a few clones having passed the stage of the uniform yield trial. Three repetitions are installed in the two sites with 5 materials and 2 improved controls, one of which is tolerant and the other sensitive to the disease. Cuttings taken from apparently healthy plants are planted at 1mx1m spacing. After 12 months of vegetation, the trial is harvested and several materials have proven to be efficient to different degrees.

Only clone MLG 2011/092 showed no brown streak symptoms on leaves and roots. Its average yield of 36.661 t/ha is far above the average yield of the trial (34.830 t/ha) on the one hand; and that of the improved control Nabana (32.708 t/ha) which is currently the most cultivated variety for its tolerance to the disease in the most affected area.

The MLG 2010/180 clone also seems interesting because of its highest yield of all the others (52.598 t/ha), the low average severity of attack on the leaves (2.8) and in the roots (2.55); the average incidence of the disease in the roots is also less than 25%.

KEYWORDS: Participatory selection, brown streak, yield, tuberous roots.

RESUME: Le manioc est considéré comme la culture la plus importante dans la zone tropicale en termes de son rendement élevé, de ses potentialités de production de grandes quantités de calories dans l'alimentation et de revenus aux producteurs.

En Afrique Centrale et de l'Est, de 2000 à 2010, la mosaïque africaine ne constituait plus une contrainte majeure à la culture pour la recherche parce que les chercheurs des institutions nationales et internationales se sont mobilisés pour la lutte contre la pandémie en mettant au point des variétés résistantes à cette virose du manioc.

Malheureusement, la période suivant l'année 2010, la culture connaît une dépréciation qualitative et quantitative des racines tubéreuses dans la plupart des régions productrices.

Toutes les variétés sélectionnées pour la résistance à la mosaïque sont ravagées par la striure brune qui s'étend de l'Est au Centre de l'Afrique sans épargner l'Est de la République Démocratique du Congo avec ses variétés sélectionnées et diffusées par les Centres de Recherche de l'INERA telles que Liyayi (MM 96/0287), Mayombe (MM 96/7752), Sawasawa (MM 96/3920), Obama 1 (TME 419).

Dans le cadre de la lutte contre la maladie dont la présence a été confirmée à l'Est depuis 2012, nous avons installé un essai de sélection participative des variétés dans deux sites, notamment en Station de Recherche de Mulungu et dans la plaine de la Ruzizi où la pression de la maladie est plus forte.

L'essai avait pour objectif d'identifier au moins un matériel tolérant ou résistant à la striure brune après évaluation de quelques clones ayant franchis l'étape de l'essai uniforme de rendement.

Trois répétitions sont installées dans les deux sites avec 5 matériels et 2 témoins améliorés dont l'un tolérant et l'autre sensible à la maladie. Les boutures prélevées sur les plants apparemment sains sont plantées aux écartements de 1mx1m.

Après 12 mois de végétation, l'essai est récolté et plusieurs matériels se sont avérés performants à des degrés différents.

Seul le clone MLG 2011/092 n'a manifesté aucun symptôme de la striure brune sur les feuilles et dans les racines. Son rendement moyen de 36,661 t/ha est de loin supérieur à la moyenne des rendements de l'essai (34,830 t/ha) d'une part; et à celui du témoin amélioré Nabana (32,708 t/ha) qui est la variété la plus cultivée actuellement pour sa tolérance à la maladie dans la zone la plus affectée.

Le clone MLG 2010/180 paraît aussi intéressant à cause de son rendement moyen le plus élevé de tous les autres (52,598 t/ha), la faible sévérité moyenne d'attaque sur les feuilles (2,8) et dans les racines (2,55); l'incidence moyenne de la maladie dans les racines étant aussi inférieure à 25%.

MOTS-CLEFS: Sélection participative, striure brune, rendement, racines tubéreuses.

1 INTRODUCTION

Le manioc (*Manihot esculenta*) est originaire du Brésil, il est cultivé pour ses racines tubéreuses [23].

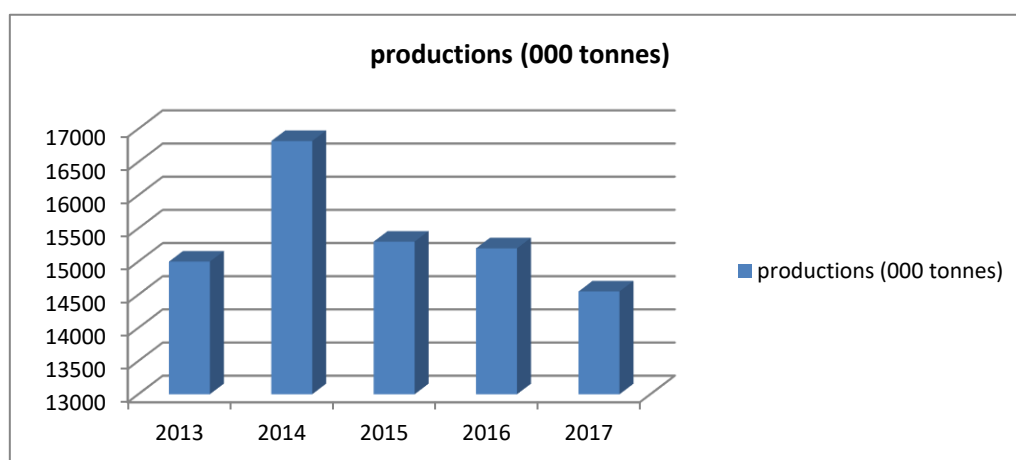
Depuis son introduction en Afrique Centrale au 16^{ème} siècle, la culture a connu un succès particulier dans les systèmes d'agriculture de subsistance et est considérée par la communauté agricole comme étant la plus importante en termes de rendement économique et de sécurité alimentaire [21].

Le rôle de sécurité alimentaire du manioc s'est plus étendu du fait de la possibilité de la culture à s'adapter aux conditions marginales de faible fertilité du sol, des moindres intrants et des techniques de gestion peu performantes qui dominent dans les systèmes traditionnels de cultures en Afrique Sub-saharienne [6].

Le niveau de la production satisfaisante du manioc dépend également de la variété, des soins culturaux, de la qualité du matériel de plantation et de l'état sanitaire du champ [24].

La demande du manioc comme aliment de base en Afrique augmente sensiblement en fonction des taux démographiques élevés [14].

Cette thèse justifie valablement le maintien de la République Démocratique du Congo au top 5 des pays producteurs du manioc au monde.



Graphique 1. Evolution de la production de manioc en République Démocratique du Congo de 2013 à 2017

Source: F.A.O.: Production de manioc: l'Afrique et le monde 2017.

Actuellement, la plus grande contrainte à la production du manioc demeure l'attaque de la culture par la mosaïque et la striure brune du manioc [7].

Selon des scientifiques, la striure brune est nettement plus dangereuse que la mosaïque africaine du manioc [8].

Le virus de la striure brune a été pour la première fois identifié en 1936 en Tanzanie. La maladie s'est alors étendue à d'autres zones côtières de l'Afrique de l'Est, du Kenya et au Mozambique [10].

Depuis 2009, le foyer de la maladie est devenu plus prévalent dans le Centre-sud de l'Ouganda et dans la région de Mara. Des cas ont été signalés au Rwanda et au Burundi [13].

Dans les années 2010, on a découvert qu'il existe deux espèces de virus responsables de la maladie, le Virus de la striure brune du manioc (CBSD) et le Virus Ougandais de la striure brune du manioc. Les deux possèdent un génome constitué d'acide ribonucléique positif SS, appartenant au genre *Ipomovirus* de la famille des *Potyviridae* et produisent des symptômes généralement similaires chez les plantes infectées. Les plantes attaquées présentent une chlorose et une nécrose sévères sur les feuilles infectées, ce qui leur confère un aspect jaunâtre et marbré [25].

Sur les tiges, les symptômes se présentent sous forme de « stries » brun foncé et des lésions nécrotiques dans les cicatrices laissées par la chute des feuilles suite à la senescence normale, d'où le nom striure brune. Les plantes atteintes ne présentent pas tous ces symptômes, à part celles qui sont gravement atteintes [4].

La pourriture des racines rend le manioc non comestible, ce qui entraîne une grave perte économique [15].

Le virus de la striure brune représente une menace sérieuse pour les agriculteurs de l'Est, car les rendements peuvent être réduits de façon spectaculaire jusqu'à 70 % [18].

L'incidence de la striure brune du manioc est la plus élevée en Ouganda où le manioc est plus résistant à la maladie de la mosaïque [7].

On estime que les agriculteurs africains subissent globalement une perte de revenu pouvant atteindre 100 millions de dollars américains par an à cause des attaques de la culture du manioc par cette maladie dévastatrice [13].

En République Démocratique du Congo, la striure brune fut signalée la première fois dans les localités de Tshela, Ngimbi et Kisantu en Province du Congo Central et dans les zones périphériques de la ville de Kinshasa plus précisément au plateau des Batéké. Plus tard, elle a surgi dans le territoire de Mbanza Ngungu [16].

En 2011, la présence de toutes les deux variantes est rapportée en Ouganda, à l'ouest et au nord du Kenya. Quelques mois plus tard, la striure brune (CBSD) est observée et confirmée au Burundi [19].

Alors que la variante Ougandaise est signalée au Rwanda, la présence de la maladie en République Démocratique du Congo est observée dans le territoire d'Uvira à Bwegera sur le clone MM96/5280, dans le territoire de Fizi à Ilila sur la variété Sawasawa (MM96/3920) et la variété Obama 1 (TME 419) pendant la surveillance épidémiologique effectuée par une équipe mixte des chercheurs du pays et de la Tanzanie [3].

En province du Nord-Kivu, la maladie a été observée dans le village de Vuyinga à 1231 m d'altitude, dans le territoire de Lubero. Par la suite, la présence du virus fut confirmée par des tests PCR-RT aux laboratoires de FERA en Angleterre, grâce aux échantillons en provenance de la contrée [1], [27].

La période allant des années 2000 à 2009, les productions annuelles en racines fraîches de manioc ont été maintenues autour de 16 millions de tonnes en République Démocratique du Congo. Cela grâce aux efforts fournis dans le cadre de la lutte contre la mosaïque africaine de manioc par les différents partenaires intervenant dans le secteur notamment les organisations non gouvernementales et les institutions nationales et internationales de recherche.

L'approche idéale de lutte contre les maladies virales notamment la mosaïque et la striure brune demeure la sélection des matériels de plantation des plantes mères saines et l'utilisation des variétés résistantes ou tolérantes de manioc [9].

D'un important lot de clones mis au point par l'Institut International d'Agriculture Tropical (IITA) puis introduit par l'INERA en R. D. Congo, plusieurs variétés performantes pour leurs rendements élevés et leur résistance à la mosaïque sont sélectionnées et diffusées ensuite par le Programme National Manioc « PRONAM » en sigle [26].

Deux nouvelles variétés sont devenues populaires, « Sawasawa » (MM96/3920) dans l'est et « OBAMA 1 » (TME 419) à l'ouest; avec des rendements et des bénéfices bien supérieurs pour les agriculteurs. Il était probable que la variété Obama 1 s'étendrait dans tout le pays dans un avenir proche [2].

Malheureusement cet élan de l'amélioration de la production sera de courte durée.

Tableau 1. Productions du manioc en Territoire d'Uvira dans la Province du Sud-Kivu, République Démocratique du Congo de 2013 à 2017

No	Caractéristique de la campagne	2013	2014	2015	2016	2017
1	Superficie emblavée en hectare	45 498	49 137	47 607	30 888	32 613
2	Production totale en tonne	305 999	540 507	433 310	263 012	195 678
3	Rendement moyen en Kg/ha	6 726	11 000	9 102	8 516	6 000

Source: Inspection Provinciale de l'Agriculture, de Pêche et de l'Elevage, Bureau de Production et de Protection des végétaux, Bukavu, Sud-Kivu, RD Congo.

Dès l'année 2012, on constate une dépréciation qualitative et quantitative des produits du manioc due à l'envahissement des matériels par le virus de la striure brune dont la présence est confirmée à l'Est de la République [27].

Durant la première tentative de l'évaluation des clones mis au point par les chercheurs de l'INERA, aucun matériel ne résiste à la striure brune, mais le résultat de la recherche est encourageant [20].

Nous avons alors pensé par la suite, qu'il était nécessaire de continuer l'activité de lutte contre la maladie en installant dans la région, un autre essai avec une nouvelle série de nouveaux matériels sélectionnés au Centre de Recherche de Mulungu pour leur résistance à la mosaïque africaine de manioc.

L'objectif de l'essai était d'une part d'évaluer de manière participative, le rendement en racines tubéreuses fraîches de ces nouveaux clones et leurs comportements face surtout à la striure dans la zone à forte pression de la maladie. Et d'autre part, à mettre au point au moins une variété résistante ou tolérante à la striure acceptée par les paysans producteurs de manioc.

2 MATERIELS ET METHODES

L'expérimentation est conduite en station de l'INERA-Mulungu et dans la plaine de la Ruzizi (en Territoire d'Uvira), deux milieux agro écologiques différents par rapport à l'altitude, au climat et surtout à la pression de la maladie pour une bonne évaluation objective de cette dernière.

Dans tous les deux sites, l'essai a été installé et suivi conjointement par nous et les associations paysannes gestionnaires des terres ayant la culture de manioc comme principale activité culturale. Comme avantage de l'approche, la sélection participative permet aux agriculteurs d'appliquer leurs propres critères de sélection pour identifier les variétés appropriées et enrichir ainsi la diversité de leurs champs qui peuvent ainsi constituer un tampon aux parasites et maladies du manioc [22].

Tableau 2. Situation géographique des sites d'essai (Altitude, Latitude, Longitude, Type de sol et Association)

Site	Coordonnées géographiques			Organisation
	Latitude Sud	Longitude Est	Altitude (m)	
1. Mulungu	-2,33423°	28,79099°	1684	F.E.A.M.
2. Kawizi	-3,29394°	29,17014°	801	A.P.A.A.K.

A.P.A.A.K.: Association des Paysans Agriculteurs de Kawizi (23 ménages).

F.E.A.M.: Forgeons Ensemble l'Avenir de notre Ménage (15 ménages).

Cinq nouveaux matériels originaires de la Station de Mulungu sélectionnés pour leurs rendements, leur résistance surtout à la mosaïque et d'autres principales maladies sont utilisés dans l'essai. Deux témoins améliorés dont l'un tolérant et l'autre très sensible à la striure brune sont ajoutés à la liste de ces matériels.

Ces deux témoins sont des variétés sélectionnées par l'INERA-Mulungu du lot des matériels introduits par l'IITA dans le cadre de la lutte contre la mosaïque africaine en R.D. Congo l'an 2000 [17].

Ainsi, les 7 traitements dont 2 témoins sont constitués des matériels suivants:

1. MLG 2009/083 4. MLG 2010/189 7. Sawasawa
2. MLG 2010/166 5. MLG 2011/092
3. MLG 2010/180 6. Nabana

Les boutures sans symptômes apparents des maladies sont plantées sur des parcelles élémentaires continues de 4 m x 10 m en raison de 16 plants observables aux écartements de 1 mètre pendant la grande saison culturale de manioc.

Le taux de reprise des boutures à 1 mois après plantation, la croissance c.-à-d. le diamètre au collet en mm et la hauteur des plants en cm, la sévérité et l'incidence des principales maladies notamment la mosaïque, la striure brune, la bactériose et les principaux ravageurs (acariens verts, cochenille farineuse) à 3, 6, 9, puis 12 mois après plantation, le rendement des racines tubéreuses fraîches en t/ha à la récolte à 12 mois de végétation. Ce sont là, les paramètres observés pour porter un jugement sur la performance des matériels de notre essai.

La sévérité de la striure brune s'évalue suivant une échelle de cotation allant de 1 à 5 sur les feuilles à 3, 6, 9, et 12 mois alors que dans les racines elle est prise sur base de la même échelle, en sectionnant ces dernières en 5 tranches à la récolte.

L'incidence par contre exprime le pourcentage d'échantillons atteints par rapport à la quantité totale observée.

Le tableur Excel a été utilisé pour la collecte et le traitement des données.

L'analyse de variance des paramètres observés est faite par le logiciel R et les moyennes obtenues par le Seuil de Signification (LSD) à la probabilité de 1 % quand la différence était très significative, et de 5 % lorsque la différence était significative.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 RESULTATS

Le rendement moyen des racines tubéreuses fraîches en tonnes par hectare dans les deux sites, la sévérité et l'incidence de deux principales maladies plus dévastatrices pendant la saison culturale à savoir la striure brune et la bactériose sont repris dans le tableau ci-dessous:

Tableau 3. Performances des matériels (Clones et variétés) par rapport au rendement moyen (t/ha) dans les deux sites, par rapport à la sévérité et l'incidence de la striure brune à Kawizi

Traitement/ Matériel	Rendement		CBSD/Kawizi				CBB/Kawizi	
	en t/ha		Feuilles		Racines		Feuilles	
	Mulungu	Kawizi	SEV	INC	SEV	INC	SEV	INC
1. MLG2009/083	39.792	34.542	3.47	100	1	0	1	0
2. MLG2010/166	41.125	26.095	2.93	91.67	2.67	35.56	1	0
3. MLG2010/180	54.125	51.071	2.8	100	2.55	24.44	1	0
4. MLG2010/189	37.19	26.365	3.73	100	2.85	53.33	1	0
5. MLG2011/092	33.393	39.929	1	0	1	0	1	0
6. Nabana	31.25	34.167	2.1	11.11	2	6.67	3.23	27.73
7. Sawasawa	24.625	13.905	4.2	100	3.29	64.44	1	0
Moyenne	37.36	32.3	3.2	71.83	2.67	26.35	3.23	3.96
C.V. (%)	28.83	39.69	43.08	61	42.06	98.79	63.32	270.75

C.V.: Coefficient de variation.

INC: Incidence en pourcentage.

SEV: Sévérité avec l'échelle de cotation de 1 à 5.



Image 1. Témoin amélioré Sawasawa



Image 2. Témoin amélioré Nabana



Image 3. MLG 2010/180



Image 4. MLG 2011/092



Image 5. MLG 2009/083

Fig. 1. Symptômes de la striure brune observée dans le site de Kawizi

3.2 DISCUSSION

Au regard des résultats obtenus durant 12 mois de végétation, l'analyse de la variance de la sévérité de même que celle de l'incidence de la striure brune sur les feuilles et dans les racines indique une différence significative (Sévérité: $p \leq 0,0257$; Incidence: $P \leq 0,0313$) dans les deux sites d'installation de l'essai.

La pression des maladies notamment la bactériose et la striure brune était plus forte dans la plaine de la Ruzizi qu'en station où la maladie ne s'est pas manifestée. C'est la raison pour laquelle le site de Kawizi a plus attiré notre attention dans l'interprétation des résultats d'analyse de la résistance des matériels à ces deux principales maladies.

Le témoin amélioré Nabana (MM 96/4653), a manifesté une résistance à la striure brune avec une sévérité moyenne de 2 sur les feuilles et dans les racines.

Il a été malheureusement l'unique clone sensible à la bactériose avec une sévérité moyenne de 3,23 et une incidence moyenne de 27,73 %.

La haute sensibilité du témoin amélioré Sawasawa (MM 96/3920) rejeté par les producteurs dans la zone endémique de la striure brune est prouvée par les résultats de l'essai. La sévérité et l'incidence de la maladie sur les feuilles et dans les racines sont les plus élevées par rapport à d'autres matériels avec constriction très prononcée comme l'indique l'image ci-haut (Sévérité: 4,2; 3,29. Incidence: 100%; 64,44%).

Le clone MLG 2010/189 avec une incidence d'attaque de 100% sur les feuilles et 53,33% de nécrose dans les racines, une sévérité sur les feuilles de 3,75 et de 2,85 dans les racines paraît comme le deuxième matériel le plus sensible dans le site de Kawizi.

Le clone MLG 2010/166 vient en troisième position de l'ordre décroissante de la sensibilité à la maladie avec une sévérité moyenne de 2,93 sur les feuilles et de 2,67 dans les racines; des incidences successives sur les feuilles et dans les racines de 91,61% et 35,56%.

Le MLG 2009/083, manifeste une sensibilité à la maladie avec des symptômes uniquement sur les feuilles (Sévérité=3,47; Incidence=100%). Après coupes successives des racines récoltées, aucun symptôme apparent de nécrose n'a été observé.

Le matériel MLG 2010/180, bien qu'ayant une incidence de 100% de la maladie sur les feuilles, présente une faible incidence de 24,44% dans les racines sectionnées, une sévérité de 2,8 et 2,55 successivement sur les feuilles et dans les racines tubéreuses.

Le matériel MLG 2011/092 paraît le plus intéressant quant à la résistance à la striure brune du manioc dans notre essai. Les feuilles et les racines tubéreuses n'ont manifesté aucun symptôme de la maladie c'est-à-dire la cote 1 comme sévérité sur les feuilles et dans les racines, et 0% d'incidence sur les feuilles de même que dans les racines tubéreuses sectionnées.

L'analyse de la variance des rendements des matériels évalués dans les deux sites montre une différence hautement significative ($p \leq 0,0005$).

Les rendements moyens des matériels MLG 2010/180 et MLG 2010/083 sont de loin supérieurs à la moyenne générale dans les deux sites. Ils sont successivement chiffrés à 52,598 t/ha et 36,661 t/ha avec des écarts énormes de 17,768 t/ha pour le premier et de 2,337 t/ha pour le second matériel.

Le Traitement MLG 2011/092, meilleur clone pour sa résistance à la striure brune a aussi un rendement moyen intéressant dans les deux sites d'essai avec un écart évalué à 2,181 t/ha par rapport au témoin amélioré tolérant.

En nous référant aux résultats, le clone MLG 2010/166 présente une fluctuation importante de rendement dans les deux sites. Son rendement moyen est légèrement inférieur à la moyenne générale, une différence assez remarquable de 15,03 t/ha entre les 2 sites.

Le clone MLG 2010/189 paraît le moins performant de tous les matériels de l'essai à part le témoin sensible Sawasawa qu'il surpasse de 12,512 t/ha.

Le témoin amélioré tolérant à la striure, Nabana a un rendement moyen légèrement inférieur à la moyenne générale. Il a la plus petite différence entre les rendements moyens des deux sites par rapport à tous les autres matériels. A cet effet, il semble être le matériel le plus stable quant au rendement.

Le témoin amélioré sensible dont Sawasawa s'est nettement distingué par son rendement moyen très inférieur au rendement moyen général avec une très grande différence de 15,565 tonnes à l'hectare.

4 CONCLUSION

Les résultats obtenus de notre essai de sélection pour la résistance à la striure brune nous convainquent de l'existence des clones performants intéressants dans les lots mis au point par le Centre de Recherche.

Le témoin amélioré Nabana déjà diffusé dans la zone de culture de manioc à très forte pression de la maladie et apprécié par les paysans dans l'essai, a confirmé sa performance par rapport à la striure brune; pourtant il résiste difficilement à la bactériose qui demeure une contrainte non négligeable. Bien que le rendement moyen fût inférieur à la moyenne des rendements dans les deux sites (32,708 t/ha), nous encourageons l'utilisation de la variété pour la culture dans la région, les incidences de la bactériose et de la striure brune étant faibles sur les feuilles et dans les racines.

Le clone MLG 2010/083 intéresserait plus le sélectionneur dans les travaux de recherche à cause de l'absence des symptômes de nécrose dans les racines tubérisées récoltées 12 mois après plantation.

Le matériel MLG 2010/180 a attiré l'attention de toutes les parties, notamment les chercheurs et les paysans à cause de son rendement le plus élevé qui équivaut à la somme des rendements des deux témoins et un croît de 17,768 t/ha au-dessus de la moyenne générale. En plus, la sévérité de l'attaque de la maladie demeure faible sur les feuilles (2,8) comme dans les racines tubéreuses (2,55).

Pour une lutte assez efficace contre la pandémie, il serait souhaitable que les boutures des matériels précités, à utiliser par les producteurs soient multipliées dans les zones à faible pression de la maladie.

Le MLG 2011/092 est le seul matériel n'ayant présenté aucun symptôme visible de la maladie durant les 12 mois de végétation, un rendement moyen supérieur à la moyenne générale avec une différence de 1,83 t/ha.

Eu égard à ce qui précède, nous demanderions aux chercheurs de continuer les activités de lutte contre la striure brune du manioc, principalement dans les zones à forte pression de la maladie. L'espoir est permis; la recherche vaincra un jour, comme c'est le cas avec la mosaïque africaine du manioc.

REMERCIEMENTS

Nous adressons nos vifs et sincères remerciements à tous nos collègues chercheurs ayant apporté leurs contributions dans les différentes étapes de réalisations des activités pour la publication de notre article. Nous remercions aussi tous les membres des deux associations pour avoir accepté l'installation et le suivi de l'essai dans leurs champs nous ayant permis l'obtention des données du présent travail.

REFERENCES

- [1] Adams, I.P., Abidrabo, P., Miano, D.W., Alicai, T., Kinywa, Z., Clarke, J., Macarthur, R., Weekes, R., Laurensen, L., Hany, U., Peters, D., Potts, M., Glover, R., Boonham, N., Smith, J., 2012. High through put real times PCR assays for specific detection of cassava brown streak disease causal viruses and their application to testing of planting material. *Plant Pathology*.
- [2] Badyon Kawanda Bakiman. Cassava Farmess Reap Rewards from New Methods. *IPS News*, 26 Avril 2012 (consulté le 21 Septembre 2021).
- [3] Bigirimana, S., Barumbaze, P., Ndayihanzamaso, P., Shirima, R., Legg, J. P., 2011. First report of cassava brown streak disease and associated Ugandan cassava brown streak virus in Burundi. *New Disease Reports* 24, 26.
- [4] Calvert, L.A. and Thresh, J.M., 2002. The Viruses and Virus Disease of Cassava. In: *Biology, Production and Utilisation* (eds. Hillocks, R.J., Thresh, J.M. and Bellotti, A.C.). CAB International, 237-260 pp.
- [5] FAO, 2017. Production de manioc. L'Afrique et le monde: Le Nigeria et l'Afrique, champions mondiaux du manioc, Rome, Italie.
- [6] Hahn, S.K., E.R. Terry and K. Leuschner, 1980. Breeding of cassava for resistance to cassava mosaic disease. *Euphytica* 29: 673-683.
- [7] Herve, Moreno, Isabel, Anjanappa, Ravi, B., Zainuddin, Ima, M., Gruissem, Wilhelm et Zhang, Tiazhen. Exploiting the combination of Natural and Genetically Engineered Resistance to Cassava Mosaic and Cassava Brown Streak Viruses Impacting Cassava Production in Africa. *PLOSE ONE*, Vol. 7, no 9, 25 Septembre 2012.
- [8] Hillocks, R.J., Raya, M. and Thresh, J.M., 1998. Cassava mosaic and cassava brown streak virus diseases in Africa: A comparative guide to symptoms and etiologies. Fact sheet. SARRNET, Scientific Workshop, Lusaka, 17-19 August 1998.
- [9] Hillocks, R.J. and Thresh, J.M., 2000. Les viroses de la mosaïque et de la striure brune du manioc en Afrique: Guide comparatif des symptômes et de l'étiologie. *ROOTS* 7 (1) Special Issue 11 pp.
- [10] Hillocks, R.J., Raya, M. and Thresh, J.M., 1998. The association between root necrosis and above ground symptoms of brown streak virus infection of cassava in Southern Tanzania. *International Journal of Pest Management*, 42 (4): 285-289.
- [11] Inspection Provinciale d'Agriculture, de Pêche et d'Élevage du Sud-Kivu, 2015. Production comparée du manioc dans les Territoires de la Province du Sud-Kivu 2014-2015: Rapport biannuel du Bureau de Production et de Protection des végétaux, Bukavu, Sud-Kivu, R.D. Congo.
- [12] Inspection Provinciale d'Agriculture, de Pêche et d'Élevage du Sud-Kivu, 2017. Production comparée du manioc dans les Territoires de la Province du Sud-Kivu 2015-2016: Rapport biannuel du Bureau de Production et de Protection des végétaux, Bukavu, Sud-Kivu, R.D. Congo.
- [13] I.U. Mohamed, Abarshi, M.M., Muli, B., Hillocks, R.J. et Maruthi, M.N. The symptom and Genetic Diversity of Cassava Brown Streak Virus Infecting Cassava in East Africa, *Advances in Virology*, Vol. 12, 1er Janvier 2012, P. 1-10.
- [14] J.P. Legg, Jeremiah, S.C., Obiero, H.M., Maruthi, M.N., Ndyetabula, I., Okao-Okuja, G. et Bouwmeester, H. Comparing the regional epidemiology of the cassava mosaic and cassava brown streak virus pandemics in Africa. *Virus Research*, Vol. 159, no 2, 1er Août 2011. P. 161-170.

- [15] Lennon, A.M., Aiton, M.M. and Harrison, B.D., 1986. Cassava Virus from Africa. Scottish Crops Research Institute Reports for 1985, 168-169 pp.
- [16] Mahungu, N.M., Bidiaka, M., Tata Hangy, K., Lukombo, S. and Nluta, S., 2003. Cassava brown streak disease like Symptoms in Democratic Republic of Congo. ROOT. Newsletter of Southern Africa Root Crops Research Network (SARRNET) and East Africa Root Crops Research Network (EARRNET), 5-5 pp.
- [17] Manyong, V.M., A.C.O. Dixon, K.O. Makinde, M. Bokanga and J. Whyte, 2000 a. The contribution of IITA-Improved Cassava to Food Security in Sub-Sahara Africa. IITA impact Series International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria.
- [18] Mbazibwe, D.R., Tian, Y.Y., Tugume, A.K., Mukasa, S.B., Tairo, F., Kyamanywa, S. et Kullaya, A. Simultaneous virus-specific detection of the two cassava brown streak-associated viruses by RT-PCR reveals wide distribution in East Africa, mixed infections in *Manihot glaziovii*. Journal of Virological Methods, Vol. 171, no 2, 1er Février 2011, p 394-400.
- [19] Mbazibwa, D.R., Tian, Y.Y., Tugume, A.K., Patil, B.L., Yadav, J.S., Bagewadi, B, Abarshi, M.M., Alicai, T., Changadewa, W., Mkumbira, J., Muli, M.B., Mukasa, S.B., Tairo, F., Baguma, Y., Kyamanywa, S., Kullaya, A., Maruthi, M.N., Fauquet, C.M., Valkonen, J.P.T., 2011. Evolution of cassava brown streak disease-Associated viruses. Journal of General Virology 92, 974-987.
- [20] Musungayi Mpongolo Eric, Ugentho Ukany Henri, Munganga wa Muhwandju Romain, Paul Mulemangabo Katagondwa, Jean-Mari Musungayi Tshitebwa, Bibish Musungayi Muyayabo, 2018. Evaluation of selected cassava varieties for resistance to cassava brown streak disease in South Kivu, Eastern part of D. R. Congo. IJASR, Vol. 1, ISSU 2, ISSN 2028-2037.
- [21] Ntawuhurunga, P. and Legg, J., 2007. New spread of cassava brown streak virus disease and its implications for the movement of cassava germplasm in East Central Africa region. Crop Crisis Control Project Brief-3, CRR Publication, Nairobi, Kenya, 8 pp.
- [22] Pheneas Ntawuhurunga et James Legg, 2007. Aperçu de la situation concernant la pandémie de la maladie du virus de la mosaïque du manioc et des efforts en vue de son éradication: Séminaire de formation régionale sur la mosaïque du manioc, du 30/01 au 01/02/2007, Centre Nautique, Bujumbura, Burundi, 11 pp.
- [23] Roger, D.J., et Appan, S.G. 1973. # 177; Monograph no 13 *Manihot Manohotides* (Euphorbiaceae). Flora neotropica. Hafner press, New York.
- [24] Silvestre, P. et Arraudeau, M., 1983. Le manioc. Techniques culturelles et Productions Tropicales, no 32. Moissonneuve et Larose, Paris, France, 262 pp.
- [25] S. Winter, Koerbler, M., Stein, B., Pietruszka, A., Paape, M. et Butgereitt, A. Analysis of cassava brown streak viruses reveals the presence of distinct virus species causing cassava brown streak disease in Africa. Journal of General Virology, Vol. 91, no 5, 13 Janvier 2010, p 1365-1372.
- [26] TATA HANGY, K. Pratiques culturelles du manioc: Guide pratique de terrain, INERA-Mulungu, Inédit, 17 pp.
- [27] W. Mulimbi, X. Phemba, B. Assumani, P. Kasereka, S. Muyisa, H. Ugentho, R. Reeder, J.P. Legg, L. Laurensen, R. Weekes, and F.E. Thom, 2012. First Report of Ugandan cassava brown streak virus on cassava in Democratic Republic of Congo. New Disease Report, ISSN 2044-0558.

Caractérisation morphologique du groupe variétal « Folou » ou « Flado » des ignames appartenant à l'espèce *D. alata* au Burkina Faso

[Morphological characterization of the « Folou » or « Flado » varietal group of yams belonging to the species *D. alata* in Burkina Faso]

Siédou Sory, Renan Ernest Traore, Djakaridja Tiama, Mariam Kiebre, and Pauline Bationo Kando

Equipe Génétique et Amélioration des Espèces, Laboratoire Biosciences, Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre, Université Joseph KI-ZERBO, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This study focuses on four yam cultivars belonging to the Folou or Flado farmer's group in the Gourounsi and Lobiri national languages grown in Burkina Faso. Its objective is to describe the different yam cultivars belonging to this group. To this end, 27 qualitative variables, including ten (10) for the stems, nine (9) for the leaves, five (5) for the tubers and three (3) for the flowers, were selected to characterize the varietal group. The trial was conducted in a Fisher block design with three replications. The work was conducted during the 2019-2020 and 2020-2021 rainy seasons in the village of Onliassan, Sissili province. The study revealed that the Folou or Flado varietal group can be attached to the *D. alata* species and would consist of five (05) cultivars instead of three (03) previously described by farmers.

KEYWORDS: Folou, Flado, *Dioscorea alata*, cultivars, Burkina Faso.

RESUME: La présente étude porte sur quatre cultivars d'ignames appartenant au groupe paysan *Folou* ou *Flado* en langue nationale Gourounsi et *Lobiri* cultivées au Burkina Faso. Elle a pour objectif de décrire les différents cultivars d'ignames appartenant à ce groupe. A cet effet 27 caractères qualitatifs dont dix (10) sur la tige, neuf (9) sur les feuilles, cinq (5) sur les tubercules et trois (3) sur les fleurs ont été retenues pour caractériser le groupe variétal. L'essai a été conduit suivant un dispositif en blocs de Fisher à trois répétitions. Les travaux ont été conduits pendant les saisons pluvieuses 2019-2020 et 2020-2021 dans le village de Onliassan, province de la Sissili. L'étude a révélé que le groupe variétal *Folou* ou *Flado* peut être rattaché à l'espèce *D. alata* et serait constitué de cinq (05) cultivars au lieu de trois (03) précédemment décrits par les paysans.

MOTS-CLEFS: Folou, Flado, *Dioscorea alata*, cultivars, Burkina Faso.

1 INTRODUCTION

L'igname est une importante plante à tubercule cultivée dans de nombreux pays à travers le monde et plus particulièrement en Afrique de l'Ouest. Elle appartient au genre *Dioscorea* qui renferme plus de 600 espèces regroupées en 59 sections dont la plus importante est celle des *Enantiophyllum* qui contient pratiquement toutes les espèces alimentaires les plus importantes [1]. Malgré cette grande diversité des espèces, seulement dix d'entre elles sont cultivées. Parmi ces espèces, *Dioscorea alata* et le complexe *D. cayenensis* – *D. rotundata* font l'objet d'une culture à grande échelle et présentent une importance économique réelle surtout en Afrique [2]. L'Afrique de l'Ouest à elle seule produit plus des 3/4 de la production et constitue de ce fait la plus importante zone de production mondiale d'ignames [3]. Dans cette région, l'igname constitue l'une des principales sources d'amidon des populations. Sur le plan alimentaire l'igname permet de mieux couvrir les besoins énergétiques ainsi que les besoins en protéines, sels minéraux et vitamines [4] et [5]. En plus du rôle prépondérant joué dans la sécurité alimentaire, l'igname prend une place importante dans la vie économique, culturelle et religieuse de différents peuples d'Afrique. Au Burkina Faso, l'igname occupe une place importante dans la production vivrière des populations locales des zones où elle est cultivée. Cependant, la culture des ignames au Burkina Faso est confrontée à de nombreuses contraintes biotiques et abiotiques conduisant à une baisse de production. On note aussi des problèmes liés à la conservation des tubercules récoltés [6]. A ces contraintes majeures, on note la méconnaissance des cultivars rencontrés au Burkina Faso [7]. De nos jours, les changements climatiques conduisent à des sécheresses plus fréquentes, ce qui oblige les producteurs à cultiver sur des sols de moins

en moins fertiles, à utiliser des cultivars tolérants ou résistants à ces conditions. Ces cultivars sont ceux retrouvés et utilisés par les producteurs dans les différents agrosystèmes traditionnels. Les cultivars sont détenus par les producteurs sans aucune idée scientifique concernant les caractéristiques botaniques. En outre, au Burkina Faso, certains producteurs classent les cultivars en groupes variétaux [6]. Ainsi le groupe variétal *Folou* en langue locale *gourounsi* ou *Flado* en langue locale *lobiri* serait constitué de trois (03) cultivars caractérisés par la forme quadrangulaire de la tige selon les producteurs [6]. Ce même groupe est aussi appelé *waogo* en langue locale *mooré* dans la province du Passoré [7] et [6]. Cette classification endogène basée uniquement sur la forme de la tige pourrait être approfondie par l'utilisation d'autres descripteurs de l'igname afin de mieux décrire les cultivars pour une meilleure connaissance variétale. Cette connaissance variétale permettra la valorisation et la conservation des ignames cultivées au Burkina Faso. Ainsi, l'objectif général de cette étude est de contribuer à la connaissance des ignames du groupe variétal *Folou* ou *Flado* cultivé dans le sud et sud-ouest du Burkina Faso en utilisant les marqueurs morphologiques. Il s'agira de façon spécifique de décrire les caractéristiques spécifiques des cultivars du groupe variétal et de donner leur classification botanique.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel végétal utilisé provient de trois provinces que sont la province de la Comoé, du Noumbiel, et de la Sissili. Le matériel végétal est constitué de 05 cultivars du groupe variétal paysan « Folou ou Flado » en langue nationale Gourounsi ou Lobiri.

2.2 MÉTHODES

2.2.1 SITE EXPÉRIMENTAL

L'essai a été conduit pendant la saison 2019-2020 et 2020-2021 dans le village de Onliassan province de la Sissili. Ce village est situé dans la zone Sud de la province à longitude 585305 et l'altitude 1223498 avec une pluviométrie allant de 900 à plus de 1000 m [8]. Du point de vue de la texture, les sols de la province sont essentiellement composés d'argile, de limons et de sable [8]. Cependant le sol de notre site est un sol sableux-limoneux et donc propice à la culture de l'igname.

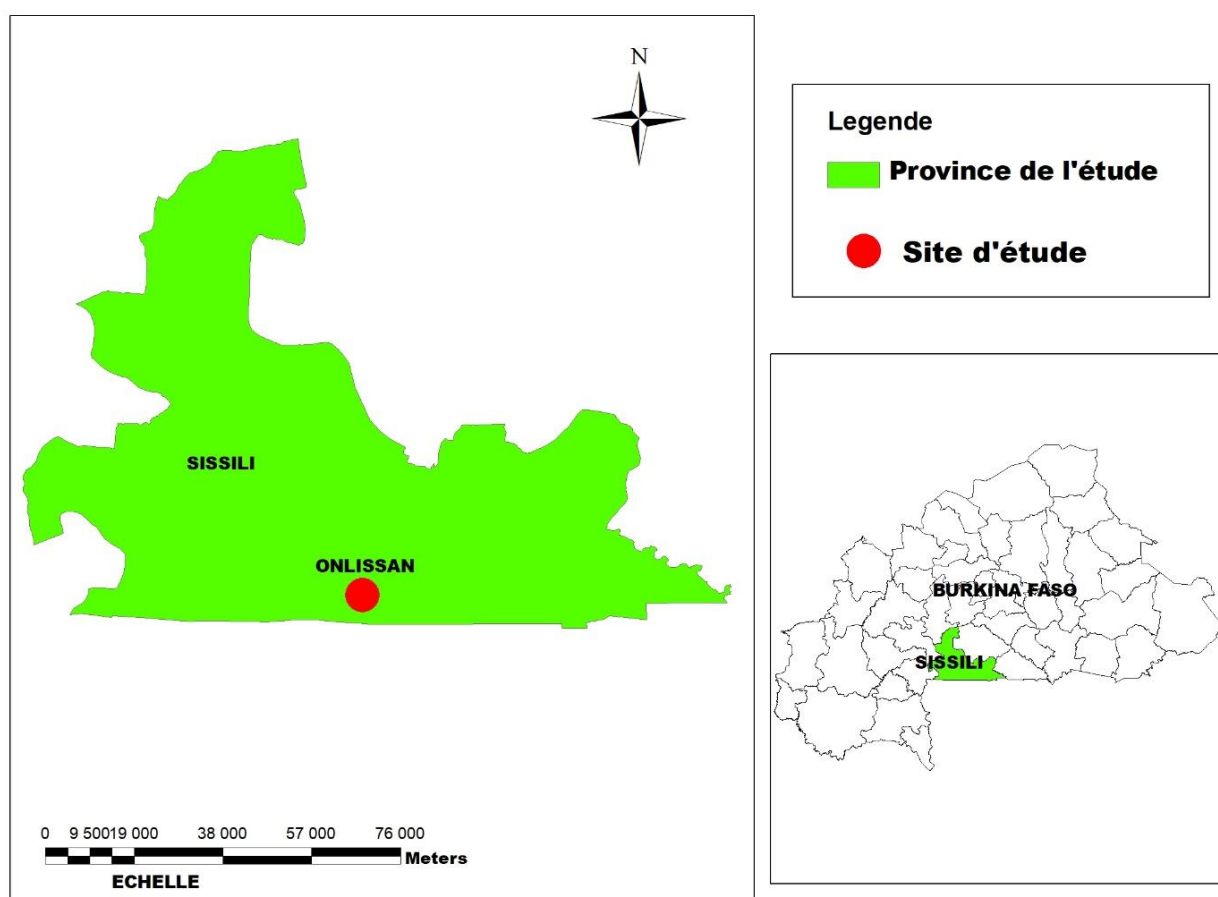


Fig. 1. Site de l'étude

2.2.2 DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Le dispositif utilisé est celui en bloc de Fisher complètement randomisé avec trois répétitions.

2.2.3 COLLECTE DES DONNÉES

Au total 27 variables qualitatives ont été étudiées. Il s'agit de la forme et de la couleur des tiges, la forme et la couleur des feuilles, la forme, la couleur de la chaire des tubercules.

Les observations ont été faites à tous les stades de développement des plantes à savoir le stade juvénile, maturité et après la récolte c'est-à-dire au niveau des tubercules.

2.2.4 ANALYSE DES DONNÉES

Les données collectées ont été saisies et traitées à l'aide du tableur Excel; l'analyse descriptive a été réalisée à l'aide du logiciel, R.

3 RÉSULTATS

3.1 VARIATIONS MORPHOLOGIQUES

3.1.1 VARIATIONS MORPHOLOGIQUES DES PLANTULES

3.1.1.1 TIGE

Tous les cultivars de ce groupe ont présenté une tige quadrangulaire sans épines. A la levée, la couleur de la jeune tige est le caractère qui présente plus de modalités. Ainsi nous avons les tiges violettes (25%), tige verte avec des entre-nœuds violets et feuilles violettes (25%), tige verte avec des feuilles vert-clair (25%) et tige verte avec des feuilles brunes (25%). Deux modalités pour la couleur du pétiole à savoir violet (50%) et vert-claire (50%) ont été observées.

3.1.1.2 FEUILLE

La couleur des jeunes feuilles a présenté trois modalités à savoir violet (50%), vert (25%) et marron (25%). Elles étaient toutes de type simple, cordé et à bout mince. Leur mode d'insertion sur la tige était soit opposé (50%), alterne (25%) ou mixte (25%).

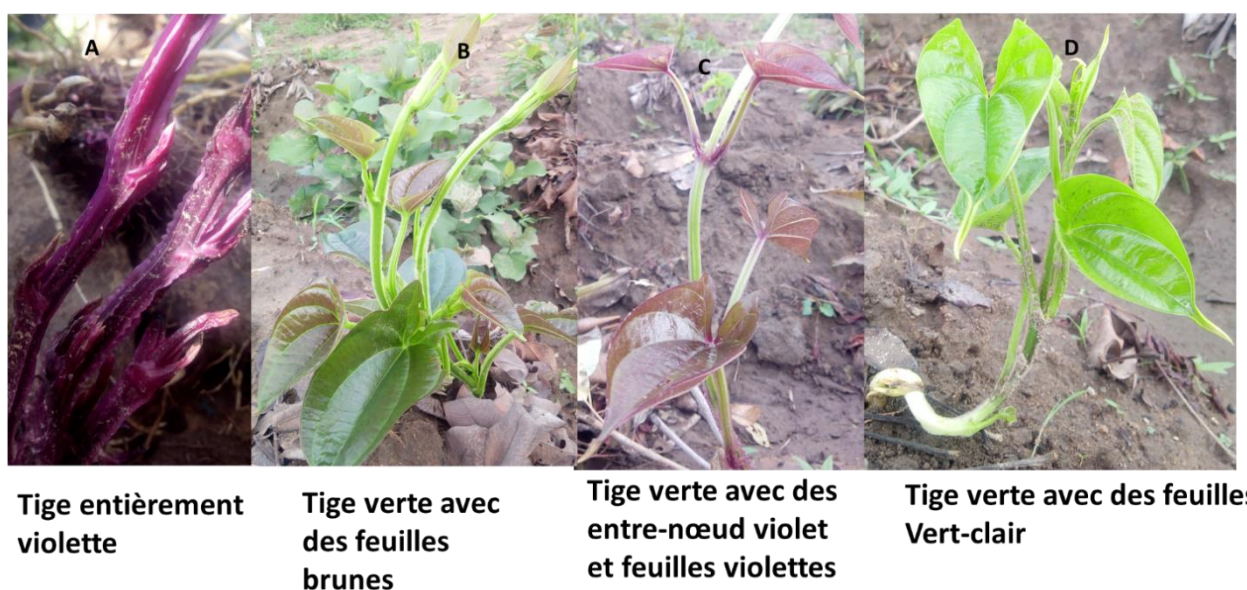


Fig. 2. Différents morphotypes au stade juvénile

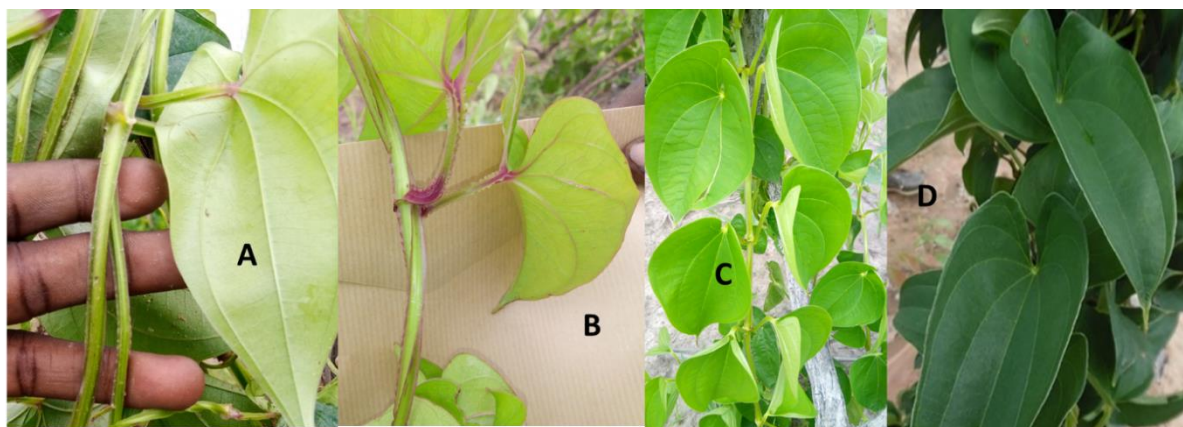
3.1.2 VARIATIONS MORPHOLOGIQUES DES PLANTES AU STADE ADULTE

3.1.2.1 TIGE

Au stade adulte tous les cultivars ont présenté des tiges quadrangulaires de couleur verte aux ailes violettes (25%) ou vert-claires (75%) avec des pétioles soit vert-claire (25%), vert-violacé (25%) et vert-foncé (50%). La jonction limbe-pétiole a présenté deux modalités ainsi que la couleur des nœuds à savoir vert (75%) et violet (25%).

3.1.2.2 FEUILLES

La couleur du feuillage était soit vert-foncé (50%), soit vert-claire (25%) ou vert violacé (25%). Plus de la moitié des cultivars (75%) avaient des ailes de la tige et du pétiole de couleur violet et blanc (25%).



Tige vert-claire avec des ailes vertes, Les entre-nœuds et les jonctions pétiole violet

Tige vert-claire avec des ailes violet, Les entre-nœuds et les jonctions pétiole violet

Tige vert-claire et des feuilles vert-claire avec des nervures transversales

Tige verte et des feuilles vert-foncé sans nervures transversales

Fig. 3. Différents morphotypes au stade adulte

3.1.3 VARIATIONS MORPHOLOGIQUES DES TUBERCULES

Trois formes et deux couleurs de la peau des tubercules ont été observées à savoir la forme ovale (40%) avec les poils sur la peau et de couleur foncée, la forme globuleuse poilu marron foncée à la base et claire au sommet (15%), globuleuse lisse de couleur marron claire (20%), globuleuse faiblement poilu de couleur marron claire (25%) et la forme arrondie de couleur foncée (20%).

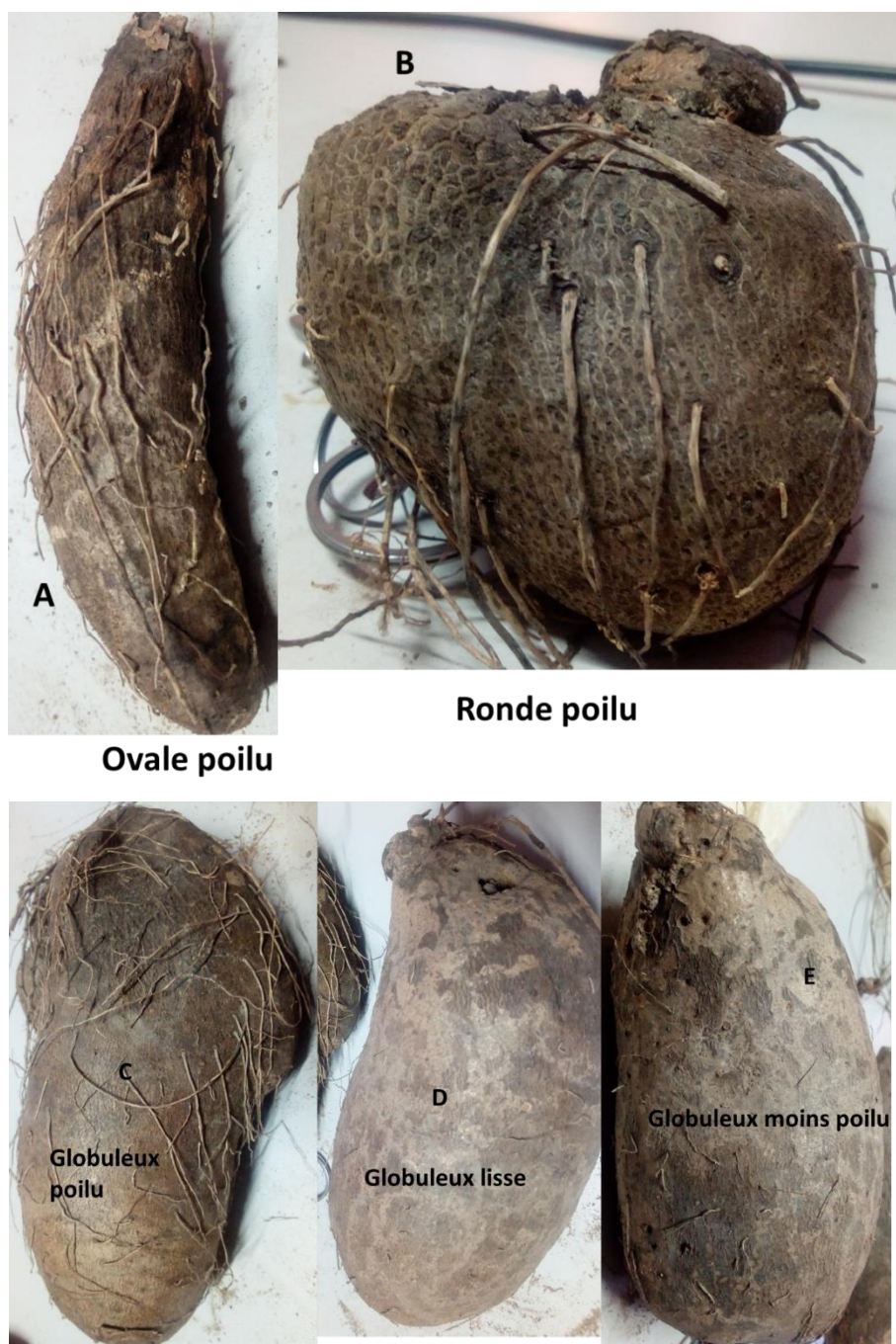


Fig. 4. Différents types de tubercule observés

3.2 COULEUR DE LA CHAIR DES TUBERCULES

La peau des tubercules n'avait pas de pruine par contre avait des poils. La couleur de la chaire des tubercules a présenté quatre modalités à savoir la couleur blanche (25%), blanc-jaune (25%), blanc-orangé (25%) et jaune (25%).

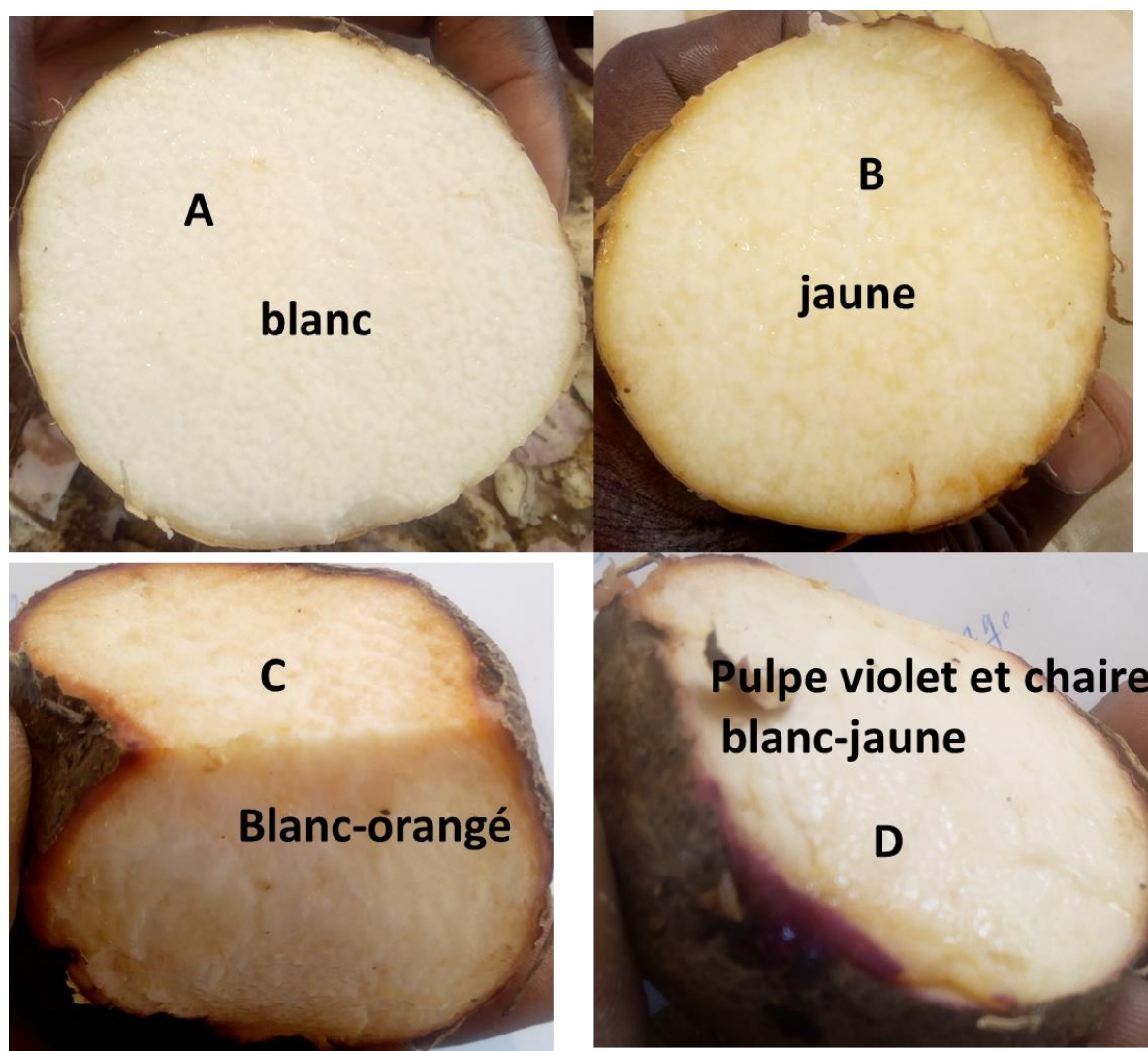


Fig. 5. Différentes couleurs de chair

4 DISCUSSION

Parmi les vingt-sept (27) marqueurs morphologiques utilisés pour caractériser les cultivars du groupe variétal *Folou* ou *Flado*, seulement ceux liés aux tubercules ont été très discriminants. Tous les cultivars de ce groupe ont en commun la forme quadrangulaire et ailée de leur tige. Ce qui amène les producteurs au Burkina de les classer dans le même groupe variétal [6]. Ces mêmes caractères ont été observés sur les ignames de Côte d'Ivoire [9], [10] et [11] du Madagascar [12], du Benin [13] et sur le groupe *waogo* au Nord du Burkina [7]. En plus, ces caractères ont été décrits par [14] et [15] comme caractères stables au niveau du genre *Dioscorea* et peuvent être utilisés comme critères variétaux ou d'espèces.

Selon nos résultats des enquêtes ethnobotaniques [6], le groupe variétal *Flado* regroupe trois cultivars d'après la description des producteurs basé sur les caractères morphologiques de l'appareil végétatif. Il s'agit des cultivars *Possie*, *Bètè-bètè* et *Américain*. Ce même groupe variétal a été observé par [9], [16] et [11] en Côte d'Ivoire qui regroupe les cultivars *N'za*, *Bètè-bètè* et *Américain*. Le cultivar *N'za* est très apprécié pour la préparation du foutou en Côte d'Ivoire. Selon ses caractéristiques morphologiques, le *N'za* ressemble au cultivar local *Possie*. Au Burkina et en Côte d'Ivoire le cultivar *Américain* serait bien adapté pour la préparation du ragout. Ces mêmes cultivars ont été décrits par [13] au Benin. Ces résultats montrent qu'il y aurait eu des échanges de semences d'ignames entre les pays frontaliers grands producteurs (Côte d'Ivoire, Benin, Togo, Ghana) d'igname et le Burkina Faso. Les deux derniers cultivars ont été décrits par [7] au Burkina Faso dans le groupe variétal *waogo* en langue locale *mooré*.

Cependant notre étude révèle l'existence de deux cultivars au sein des *Bètè-bètè* et des *Possie*; ce qui porte le nombre de cultivars à cinq selon les caractères des tubercules. Cela pourrait être dû à la polyclonalité qui caractérise les plantes à multiplication végétative et au fait que les producteurs se basent uniquement sur la couleur du pétiole pour faire la différenciation. L'observation d'autres descripteurs de l'igname tels que la présence ou l'absence des nervures transversales sur les feuilles et la forme des tubercules nous permettent de faire une différenciation en cinq cultivars. Ainsi, on distingue:

- Le cultivar 1 est essentiellement caractérisé au stade juvénile par une tige verte avec des ailes de couleur verte. Au stade adulte, il a une tige verte avec des feuilles cordées présentant un pétiole aux ailes vertes ou vert clair. La phyllotaxie est alterne à la base mais opposée au sommet. A la récolte il présente des tubercules cylindriques de peau claire et lisse avec une chair jaune. Ce cultivar est appelé *américain* par les producteurs.
- Le cultivar 2 est essentiellement caractérisé par une jeune tige brune et verte au stade adulte, de jeunes feuilles à nervures essentiellement vertes dont les pétioles sont violets à l'état juvénile tournant au vert aux extrémités violettes au stade adulte. Les feuilles sont de forme sagittée allongée et à phyllotaxie opposée. Les tubercules sont de forme cylindrique avec la peau foncée et lisse avec une chair blanche. Ce cultivar est appelé *bètè-bètè* par les producteurs.
- Le cultivar 3 est caractérisé par une jeune tige brune et verte au stade adulte, de jeunes feuilles à nervures essentiellement vertes dont les pétioles sont violets à l'état juvénile tournant au vert aux extrémités violettes à l'état adulte. Les feuilles sont de forme sagittée allongée et à phyllotaxie opposée. Les tubercules sont de forme cylindrique avec la peau claire et une chair blanche. Ce cultivar est également appelé *bètè-bètè*, cependant il est différent des premiers *bètè-bètè* par la peau claire de ses tubercules qui portent également des poils.
- Le cultivar 4 dont la tige à l'état jeune est violette et verte au stade adulte avec des ailes de couleur verte et à bord violet; la jeune feuille a une marge de couleur variant entre le vert et le violet, une nervure violet-clair, un pétiole entièrement vert mais présentant des ailes vertes à bords violets ou entièrement violets. Ses feuilles adultes ont une base cordée-élargie mais présentant un pétiole aux ailes de couleur verte et à bordure violette; sa phyllotaxie est variable. Ses tubercules sont de forme cylindrique allongée avec une pulpe violette et une chair blanc-orangée. Ce cultivar est appelé *possie* ou igname protectrice en langue locale *lobiri* par les producteurs.
- Le cultivar 5 est caractérisé au stade juvénile par une tige violette et verte au stade adulte avec des ailes de couleur verte et à bordure violette. La jeune feuille a une marge de couleur variant entre le vert et le violet, une nervure violet-clair, un pétiole entièrement vert mais présentant des ailes vertes à bords violets ou entièrement violets. Les feuilles adultes sont à base cordée-élargie mais présentant un pétiole aux ailes de couleur verte et à bordure violette, phyllotaxie est variable. Les tubercules sont de forme arrondie avec une chair violette et une chair orangée. Ce cultivar est également appelé *possie* par les producteurs. Ils se diffèrent du premier *possie* par la forme arrondie de leur tubercule.

Ces résultats sont similaires à ceux de [14] qui avaient trouvé cinq morphotypes plus ou moins structurés dans l'espèce de *D. alata* en exploitation par les producteurs au Bénin.

Ainsi, selon le descripteur de l'igname, la forme quadrangulaire et ailée de la tige, les feuilles cordiformes à pétioles ailés colorés ou non et larges sont des caractères spécifiques d'espèces dans le genre *Dioscorea*. Ces descripteurs qualificatifs sont les caractéristiques de l'espèce *Dioscorea alata* [17]. Nous pouvons donc dire que les cultivars de ce groupe variétal appartiennent à l'espèce *D. alata*.

5 CONCLUSION

Dans cette étude, l'utilisation de vingt-sept (27) marqueurs morphologiques nous a permis de décrire les cultivars du groupe variétal *Folou* ou *Flado* d'ignames cultivées au Burkina Faso. L'étude a révélé que le groupe variétal *Folou* ou *Flado* peut être rattaché à l'espèce *D. alata* et serait constitué de cinq (05) cultivars au lieu de trois (03) précédemment décrits par les paysans. Les cinq cultivars ont été décrits principalement sur la base de la forme des tubercules et la présence ou l'absence des nervures transversales. Ainsi le cultivar *Possie* et *Bètè-bètè* décrits par le paysan seraient constitués chacun de deux clones et le cultivar *Américain* serait constitué d'un seul clone.

Cette connaissance variétale pourrait constituer la base d'une amélioration génétique des ignames au Burkina Faso.

REFERENCES

- [1] COURSEY D.G., 1976. The origins and domestication of yams in Africa. In: Origins of African domestication. Ed Harlan JR. Mouton Publisher. p383-408.
- [2] ZOUNDJIHEKPON J., 1993. Biologie de la reproduction et génétique des ignames cultivées de l'Afrique de l'Ouest, *Dioscorea cayenensis-rotundata*. Thèse n° 194. Vol. Université Nationale de Côte d'Ivoire, Faculté des Sciences et Techniques. Abidjan, Côte d'Ivoire. 306 p.
- [3] FAO, 2019., l'état de l'insécurité alimentaire dans le monde, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, 68p.
- [4] TRECHE S. ET AGBOR E., 1998. Composition chimique des ignames consommées au Cameroun. Rev. Sci. et Tech. (Sci. Santé). 2: 23-44.

- [5] SCARCELLI N, TOSTAIN S, VIGOUROUX Y, AGBANGLA C, DAÏNOU O, PHAM JL., 2006. Farmer's use of wild relative and sexual reproduction in a vegetatively propagated crop. The case of Benin. *Molecular Ecology* 15: 2421-2431.
- [6] SORY., 2019, distribution, gestion et diversité des ignames cultivées (*Dioscorea*, sp) au Burkina Faso; Mastère de recherche en biosciences, option: génétique, Université Joseph KI-ZERBO, Burkina Faso, 83 pages.
- [7] TIAMA D., 2016. Diversité génétique des ignames *Dioscorea* sp du Burkina Faso: YùYà du Passoree. Thèse de Doctorat à l'université de ouga 1PJKZ 178p.
- [8] FAO., 1980. Création d'un service national des sols en Haute-Volta. Etat des connaissances des sols. Rapport technique 1. AG.DP/UPV/74/007. Rome.
- [9] ETTIEN D. J. B., KONÉ B., KOUADIO K. K., KOUADIO N., YAO K. A., GIARDIN O., 2009. Fertilisation minérale des ferralsols pour la production d'igname en zone de Savane.
- [10] Kouakou A. M., Doumbia S., Ettien J. B., Zohouri G. P. et Gnaoré Yapi, 2009: Facteurs déterminant l'adoption de nouvelles variétés d'ignames (*Dioscorea* sp.) dans la région Centre de la Côte d'Ivoire. In *Securing Livelihoods through yams*. Edition.
- [11] DOUMBIA S., KOKO L. ET AMAN A., 2014. L'Introduction et la diffusion de la variété d'igname C18 en région centre de Côte d'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences* 80: 7121 – 7130.
- [12] DAMSON S., REJO-FIENENA F., TOSTAIN S., 2010. Étude ethnobotanique des ignames endémiques dans le Bas Mangoky (Sud-ouest de Madagascar) et essai de culture de quelques espèces. Dans: *Les ignames malgaches, une ressource à préserver et à valoriser*. Actes du colloque de Toliara, Madagascar, 29-31 juillet 2009. Tostain S., Rejo-Fienena F. (eds). Pp. 60-82.
- [13] ADOUKONOU-SAGBADJA H., MISSIHOUN A. A., SEDA H. P., DAGBA R. A., KINHOEGBE G., AHANHANZO C., ET AGBANGLA C. 2014. Variabilité génétique des accessions d'igname *Dioscorea alata* L. introduites au Bénin à partir des Îles du Sud-Pacifique. *Journal of Applied Biosciences* 73: 5966– 5978.
- [14] HAMON P., 1988. Structure, origine génétique des ignames cultivées du complexe *Dioscorea cayenensis-rotundata* et domestication des ignames en Afrique de l'ouest. Travaux et documents, microédités, IS8H 2-7099-0923-5, ORSTOM Fonds Documentaire.
- [15] DANSI A., DANTSEY-BARRY H., DOSSOU-AMINON I., N'KPENU E.K., AGRE A.P., SUNU Y.D., KOMBATE K., LOKO Y.L., DANSI M., ASSOGBA P., VODOUHE R., 2013: Varietal diversity and genetic erosion of cultivated yams (*Dioscorea cayenensis- D. rotundata* complex and *D.alata*) in Togo, *International Journal of Biodiversity and Conservation* 5: 223-239.
- [16] Kouakou A.M., Zohouri G.P., Dibi K.E., N'Zué B., Fouabi. 2012. Émergence d'une nouvelle variété d'igname de l'espèce *Dioscorea alata* L., La C18 en Côte D'Ivoire. *Journal of Applied Biosciences* 57: 4151-4158.
- [17] IPGRI/IITA., 1997. Descriptors for Yam (*Dioscorea* spp.). International Institute of Tropical. IRAT., 1977. Enquêtes et observations concernant le problème des tubercules en Haute-Volta. IRAT, p. 77.

