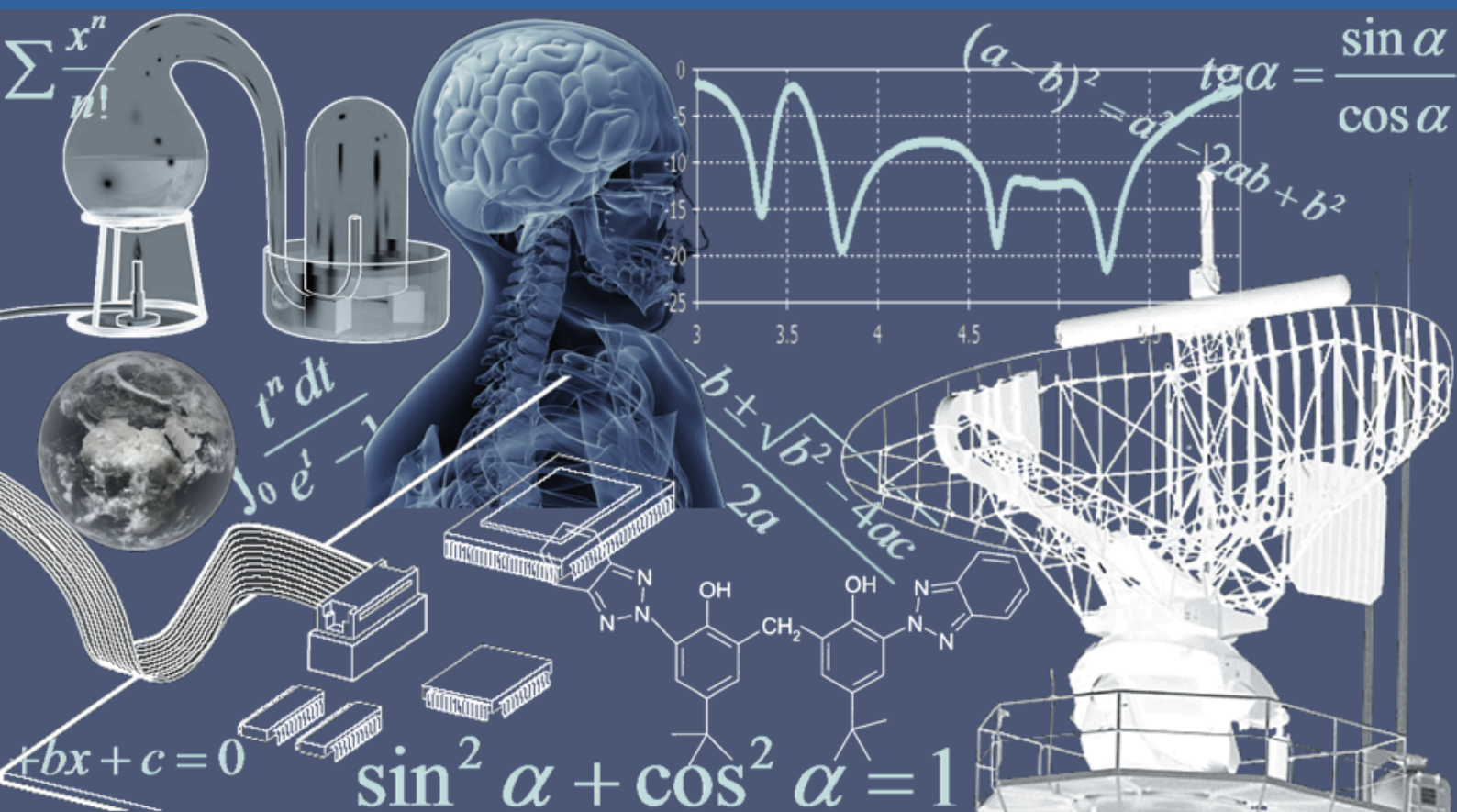


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND APPLIED STUDIES

Vol. 37 N. 3 October 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 Kavroudakakis, 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

Seed sowing time effect on germination and growth of rubber seedlings <i>Ruxue Wang, Xianhong Chen, and Jun Wang</i>	424-429
Développement et évaluation des performances d'un extracteur centrifuge de miel <i>Henri Grisseur Djoukeng, Roger Césaire Ntankouo Njila, Jospin Tedongmo Gouana, Nicolas Tiofah, and Félix Meutchieye</i>	430-442
La RD Congo et la problématique de ses réformes administratives <i>KAYA NYEMBO MICHAEL</i>	443-449
SRIM simulation of the interaction of heavy ions ^{36}Ar , ^{78}Kr , ^{136}Xe and ^{238}U with silicon material <i>Idrissa Gaye, Stéphane Yanhdet, Doudou Gaye, Abdourahmane Diallo, Adam Sayoudi Bouzou, and Mamadou Wade</i>	450-460
Mode of consumption and food waste: Determinants and challenges for Tunisian consumers <i>Hela Bouras and Dorsaf Jammali</i>	461-475
Caractérisation lithogéochimique de l'exploitation artisanale d'or à Toulépleu, Ouest de la Côte d'Ivoire: Implications sur le dynamisme des métaux <i>Zié Ouattara, Gnamba Franck Emmanuel Gouédji, Marc Ephrem Allialy, Péhé Jonathan Claver Monouin, and Yacouba Coulibaly</i>	476-496
Circuit de commercialisation et consommation des bananes en ville de Butembo (Nord-Kivu, RD Congo): Cas des plantains et des bananes en cuire <i>Kambale Kataliko Moïse, Kambale Muhesi Eloge, Panzi Syvyagendera, Musubao Kapiri Moïse, Katembo Kitima, Katembo Mupendawatu, and Kasreka Mukanyaka Réginald</i>	497-518
Analyse de la qualité microbiologique des ignames cuits et bananes mures vendus dans les marchés de la ville de Butembo <i>Mumbere Kirereka Richard</i>	519-527
Impact des activités maraîchères sur la vie socio-économique des populations en commune rurale de Luotu (Nord-Kivu, RD Congo) <i>Kambale Muhesi Eloge, Musubao Kapiri Moïse, Panzi Syvyagendera, Katembo Mupendawatu, Kamate Mughambwa, and Katembo Kitima</i>	528-542
Réhabilitation des routes de desserte agricole pour le développement durable de la république démocratique du Congo: Cas de territoire de Tshela <i>Mavambu Makanzu Hugo, Fuani Ndembe Jean, and Bola Tati Serge</i>	543-548
Evaluation de la qualité microbiologique des produits agroalimentaires vendus sur les marchés de Kinshasa: Cas de viande fraîche et poissons frais vendus au marché de liberté et Rond-point Ngaba (République Démocratique du Congo) <i>Matafwari Luwawa Zephirin, Biey Makaly, Kayembe Sungula, and Gizanga Valu</i>	549-560
Évaluation des risques psychosociaux parmi les sages-femmes et maïeuticiens du Centre Hospitalier Universitaire Yadalgo Ouédraogo (Burkina Faso) <i>Bocar Baïla Diédhiou, Armandine Eusebia Roseline Diatta, Habib Touré, Bibata Aïda Belemvire, and Mor Ndiaye</i>	561-568
Transmission du paludisme dans la commune de à Karimama au Nord-Est du Bénin <i>Anges Yadouleton, Gado Dramane, BADOU Yvette, TCHIBOZO Carine, HOUNKANRIN Gildas, Falilath SANOUSI, and Lamine Baba-Moussa</i>	569-576
Facteurs de mortalité des arbres dans la réserve de biosphère de Yangambi: Site d'ISEKELENDE (Province de la Tshopo, RD Congo) <i>O. Mbala, L. Okungo, D. Yenga, B. Basosila, and O. Lokonga</i>	577-587
Facteurs associés à un taux élevé des césariennes au centre hospitalier de Kavumu (RD Congo) pour la période allant de 2016 à 2020 <i>R.V. Zihindula, Jean Louis BAHIZIRE KAYEYE, M.V. Nyaweza, M.J. Kazerebeba, K.V. Mashokano, N.R. Ciribagula, and N.P. Barhambulira</i>	588-599
Techniques d'accouchement traditionnel: Facteurs favorisant la mortalité maternelle chez les pygmées dans la zone de santé de Miti-Murhesa, RD Congo <i>ZIHINDULA RUKENGWA, Ciribagula Nkulwe, MIREILLE KAFUMBA, Tamani Makofi, and Kayeye Bahizire</i>	600-610
Health care supply about the health needs of deaf people in Abidjan <i>Maimouna Ymba, Kuicédouhé Evodie Kone, and Stéphane Désiré N'Doli</i>	611-621
Dynamique des flèches sableuses des Rivières du Sud, de la basse Casamance (Sénégal) au Rio Gêba (Guinée)	622-634

Bissau): Approche par télédétection

Dome Tine, Mbagnick Faye, Mamadou Thior, and Guilgane Faye

Conception d'un système de détection et localisation automatique des fuites d'huile dans un broyeur 635-649

Orville Nkunga Nsinga, Bope Medard-Arnauld, Dennis Tshikudi, Gad Thimbu, Idelfonse Tshipi Chen, Ivick Tshibamb, Luc Lumanji, and Papy Mukanda Lukengo

Variabilités des caractères morphologiques et biochimiques des fruits de *Adansonia digitata* L., issus des zones agroclimatiques en Côte d'Ivoire 650-658

Kodjo Noelle Françoise, Silué Pagadjovongo Adama, and Zoro Amel Fabrice

The empirical mode decomposition (EMD) application for the monitoring of the cutting tools wear 659-672

Jean Claude Mukaz Ilunga, Dany Katamba Mpoyi, Chritian Katavi, and Moise Ngoyi Kasanji

Effets des fientes de poulets sur la production des cultivars locaux d'aubergines (*Solanum* spp) sur le sable tertiaire de Brazzaville (Congo) 673-692

Joseph MPIKA, Mbon Nguékou Chrichina, Ngondo Blaise Pascal, Mboussy Tsoungould Feldane Gladrich, Mboutol-Mandavo Laurine Valérie, Silou Loukombo Aurore Vochestely, and ATTIBAYÉBA

Gestion des résidus de décorticage de riz en Côte d'Ivoire: Cas de la région du Lôh-Djiboua 693-701

Aman Messou, Bakayoko Mariama Epouse Sekongo, Ouattara Pétémanagnan Jean-Marie, and Lacina Coulibaly

Environnements de dépôts des Formations maastrichtiennes et paléogènes des secteurs de Garadaoua et de Garadoumé du bassin des Iullemmeden (région de Tahoua, Centre-sud Niger) 702-715

Aminou A. Maâzou, Tourba Kamavé, Moussa Konaté, Karimou Laouali Idi, Hassan Ibrahim Maharou, Nana Saratou Mahaman Manzo, Habsatou Ousmane, and Diafarou Alzouma Amadou

Genre, socialisation et grossesses d'adolescentes en milieu scolaire urbain: Entre fatalité et déterminisme 716-724

Kaba Essodinamodom

Seed sowing time effect on germination and growth of rubber seedlings

Ruxue Wang^{1,2}, Xianhong Chen¹, and Jun Wang¹

¹Rubber Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Danzhou, Hainan, China

²Yunnan Agricultural University, Kunming, Yunnan, China

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: Rubber seeds are recalcitrant seeds and cannot withstand intensive desiccation. The time from seed falling off rubber tree to seed sowing is crucial for germination and seedling growth. The present study compared the sowing time effect of GT1 and Reyan73397 seeds after harvest on germination and seedling growth. The results showed that GT1 seeds after harvest should be sown during 3 days and Reyan 73397 seeds should be sown during one day, seed germination was negatively correlated with seed width and seed weight, seedling plant height and leaf SPAD value was negatively correlated with seed length. Taken together, seed sowing time affects seed germination and the growth of rubber seedlings, and understanding seed sowing time effects helps to collect and transport seeds timely so as to sow and obtain high-quality rootstock seedlings.

KEYWORDS: Rubber seeds, seed sowing time, germination, seedling growth.

1 INTRODUCTION

Rubber seeds are recalcitrant seeds and sensitive to desiccation [1,2]. When rubber seeds are ripe and fall off rubber trees, seed vigor loss with seed moisture content decline during seed collection [3], transportation and storage [4]. The loss of rubber seed vigor damage germination and rootstock seedling quality. Several literatures have reported rubber seed vigor and germination loss in superoxide dismutase [5], leachate conductance [6,7], respiration electron transport pathway [8], and temperature [9-11]. However, there is lack of research on seed sowing time affecting germination and seedling growth after seed collection. Hence, the present study aims to evaluate effect of seed sowing time on germination and seedling growth, to identify suitable sowing seed time for rubber propagation.

2 MATERIALS AND METHODS

The experiment was conducted from November 2020 to January 2022 at the nursery base of natural rubber of Rubber Research Institute of Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Danzhou City, Hainan Province, China. Seeds are dropped on the same day, collected on the same day, and then sown in separate days. During the seed drop period, the average maximum temperature was 24.03°C, the average minimum temperature was 17°C, and the average rainfall was 0.72mm. When seeds were mature and fell off rubber trees (19.50N, 109.49E), seeds of clone GT1 and Reyan 73397 (Fig.1) were immediately harvested and sown in drip irrigation seedling tray (36cm width*53cm length, each hole size 6cm upper diameter *2.5cm lower diameter *12cm height) with coconut bran for 5 consecutive days, respectively. Seeds shape (length, width and height) and stem diameter of seedlings were measured with vernier caliper (0.01 mm). Leaf size (length and width) and plant height of seedlings were recorded with plastic/steel ruler (0.1 mm). A Portable Chlorophyll Meter (CY-YL04, China) was used for detecting chlorophyll content (SPAD value) and nitrogen content during 9:30-10:30. Statistical analyses were performed with data processing system (DPS) statistical software package version 16.5 using student's *t*-test to evaluate significant difference between seedlings of GT1 and Reyan 73397 clones at *P*<0.05. All data were shown in the mean ± SE. Correlation heatmap analysis was performed on Tutools platform (<http://www.cloudtutu.com>), a free online data analysis website.



Fig. 1. Seeds and seedlings at mature leaf stage

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 SEED SHAPE CHARACTERISTICS

As shown in Figure 1 and Figure 2A-C, clone Reyan73397 were more 5.96% ($P < 0.0001$) in seed length and 10.62% ($P < 0.0001$) in seed width than clone GT1, respectively. There was no significant difference in seed height between Reyan73397 and GT1. The parents of clone Reyan73397 is RRIM600 and PR107, while GT1 is a primary clone. These results suggest that GT1 and Reyan 73397 clones have significant different seed shape and size.

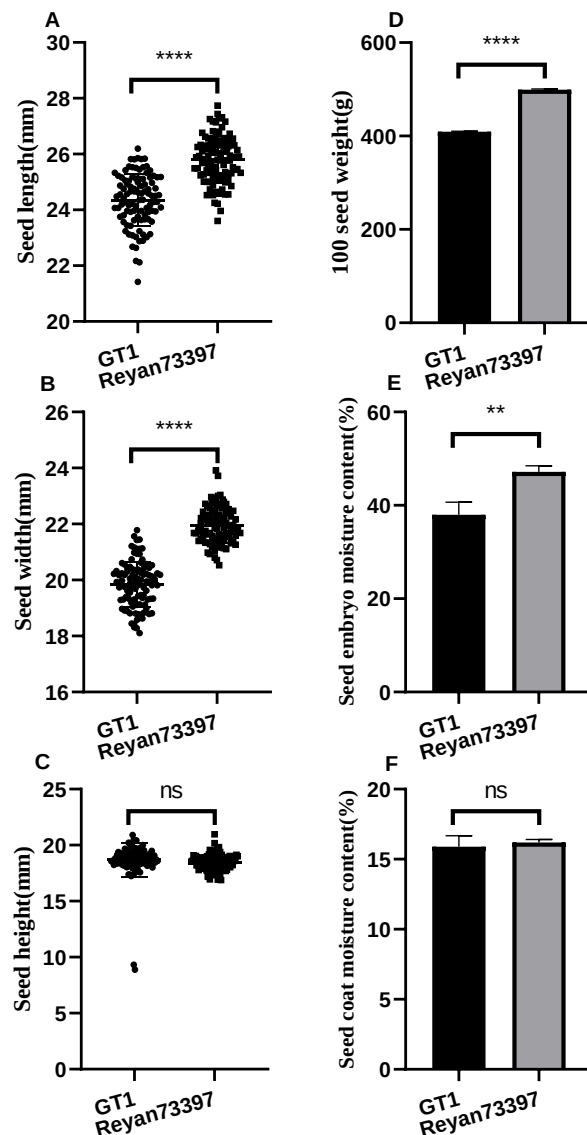


Fig. 2. Seed shape characteristics (A-C), 100 seed weight (D) and moisture content (E-F) when dropped from rubber tree

3.2 SEED WEIGHT PER 100 AND MOISTURE CONTENT

As shown in Figure 2D-F, clone Reyan73397 were more 22.08% ($P < 0.0001$) in 100 seed weight and 24.25% ($P < 0.01$) in seed embryo moisture content than clone GT1, respectively. There was no significant difference in seed coat moisture content between Reyan73397 and GT1. These results suggest that seed coat of GT1 and Reyan 73397 clones have no significant moisture content when falling off rubber trees.

3.3 SEED GERMINATION

As shown in Figure 3A, seed germination decreased gradually with the extension of sowing time. GT1 seeds germination sown on the first day after harvest was 74.19%, germination sown on the second day was 8.40% lower than that sown on the first day, germination sown on the third day was 6.33% lower than that sown on the second day, and the ones sown on the fourth day was 16.22% lower than that of the sowing on the third day, and germination of the sowing on the fifth day was 9.91% lower than that of the sowing on the fourth day. The initial germination rate of GT1 seeds was 36.69% higher than that of Reyan 73397. Reyan 73397 seeds germination sown on the first day after harvest was 37.50%, germination sown on the second day was 4.17% lower than that sown on the first day, the seed germination sown on the third day was 4.38% lower than that sown on the second day, and germination of the seeds sown on the fourth day was 1.92% lower than that of sowing on the third day, and germination of the sowing on the fifth day was 19.13% lower than that of sowing on the fourth day. These results suggest that rubber seeds after harvest should be sown during 3 days. The germination rate of fresh GT1 seeds is not the highest, after the seeds are dehydrated for a short time, seed moisture content decrease to a certain extent, and seed germination increase [1,2], which are inconsistent with ours and may be related to the initial state of the seeds and the different geographical environment. Junaidi and Mochlisin imply that the direct sowing after dehiscent is the best way to attain a high germination rate [3]. The above result support the conclusion that the time from seed dehiscent to sowing influence the germination rate.

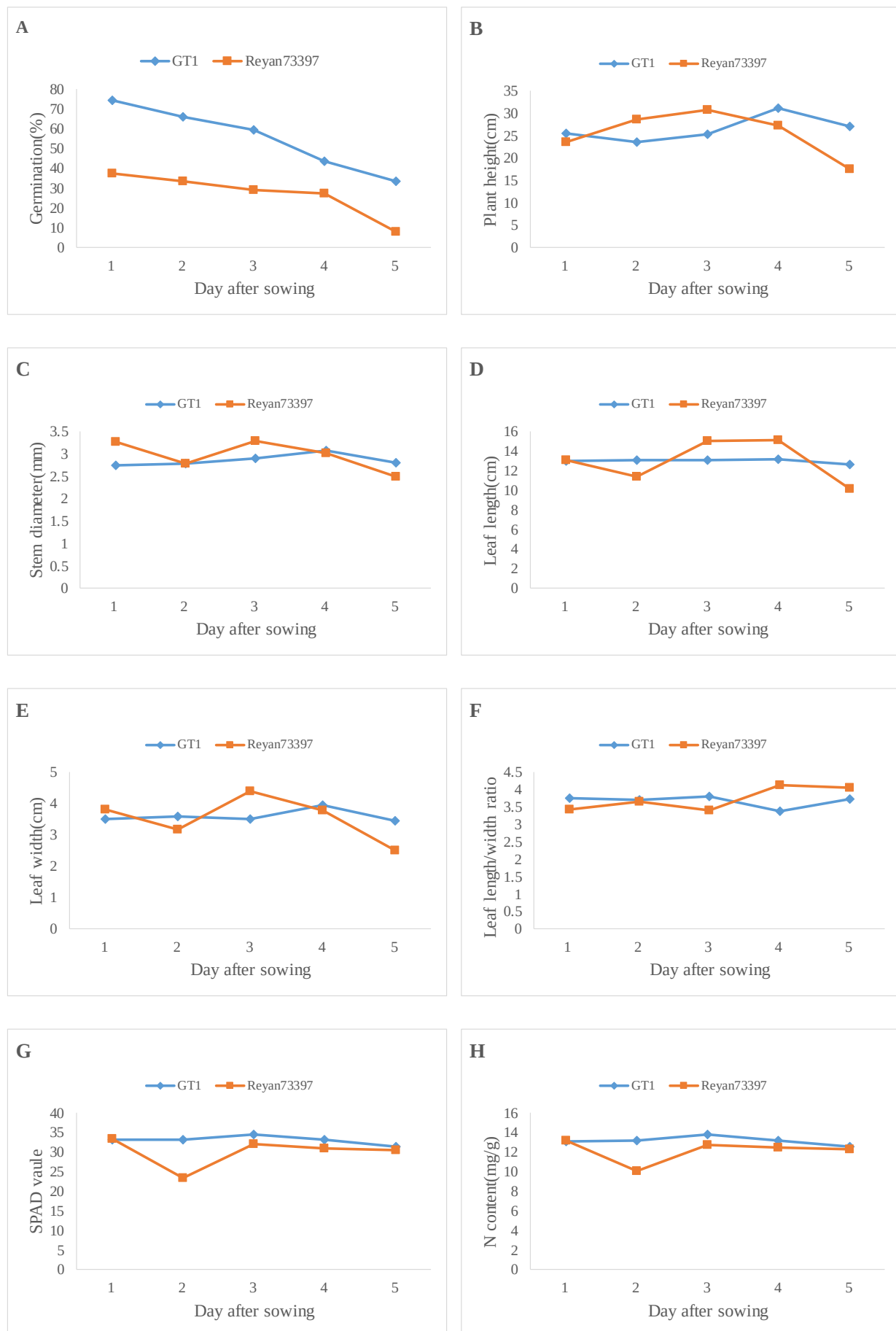


Fig. 3. Seed germination (A) and seedling growth parameters (B-H) at different days after sowing

3.4 SEEDLING GROWTH PARAMETERS

As shown in Figure3B-H, plant heights of GT1 and Reyan 73397 seedlings showed opposite trends in the first 3 days after sowing. GT1 seedlings had the highest plant height (31.09 cm) on the 4th day after harvest, while Reyan 73397 seedlings had the highest plant height (30.75 cm) on the 3rd day after seed harvesting. Stem diameter of GT1 seedlings showed an increasing trend in the first 4 days after seed sowing, and reached the maximum (3.08mm) when sowing on the 4th day after seed harvesting. However, the stem diameter of Reyan 73397 seedlings did not change regularly with the sowing time, and the stem diameter reached the maximum (3.28mm) when sowing the seeds on the 3rd day after the seeds were harvested. The maximum leaf length of GT1 and Reyan 73397 seedlings both reached the maximum sowing on the 4th day after seed harvesting. Leaf length varies irregularly with sowing time. The maximum leaf width of GT1 and Reyan 73397 seedlings reached the maximum when sowing on the 3rd and 4th day after seed harvesting, respectively. The leaf length width ratio of GT1 and Reyan 73397 seedlings reached the maximum on the 3rd and 4th day after seed harvesting, respectively, and the leaf length width ratio of GT1 and Reyan 73397 seedlings did not change regularly with sowing time. The N content and SPAD value of GT1 and Reyan 73397 seedlings consistently reached the maximum on the 3rd and 1st day after seed harvesting, respectively. The N content and SPAD value of GT1 seedlings varied little with sowing time, while that of Reyan 73397 seedlings showed a decreasing trend with the sowing time except the second day of sowing. These results suggest that GT1 seeds after harvest should be sown during 3 days and Reyan 73397 seeds after harvest should be sown during 1 day.

3.5 CORRELATION ANALYSIS

As shown in Figure4, there was a significantly positive correlation between leaf SPAD value and germination ($r=0.86$, $p<0.05$), between leaf width and stem diameter ($r=0.82$, $p<0.05$), between seed embryo moisture content and 100 seed weight ($r=0.88$, $p<0.05$), between seed width and 100 seed weight ($r=0.87$, $p<0.05$), respectively. There was a significantly negative correlation between leaf width and germination ($r=-0.97$, $p<0.01$), between 100 seed weight and germination ($r=-0.96$, $p<0.01$), between plant height and seed length ($r=-0.82$, $p<0.05$), between leaf SPAD value and 100 seed weight ($r=-0.90$, $p<0.05$), between leaf SPAD value and seed length ($r=-0.84$, $p<0.05$), respectively. These results indicate that seed shape and weight influence seedlings growth after seed sowing

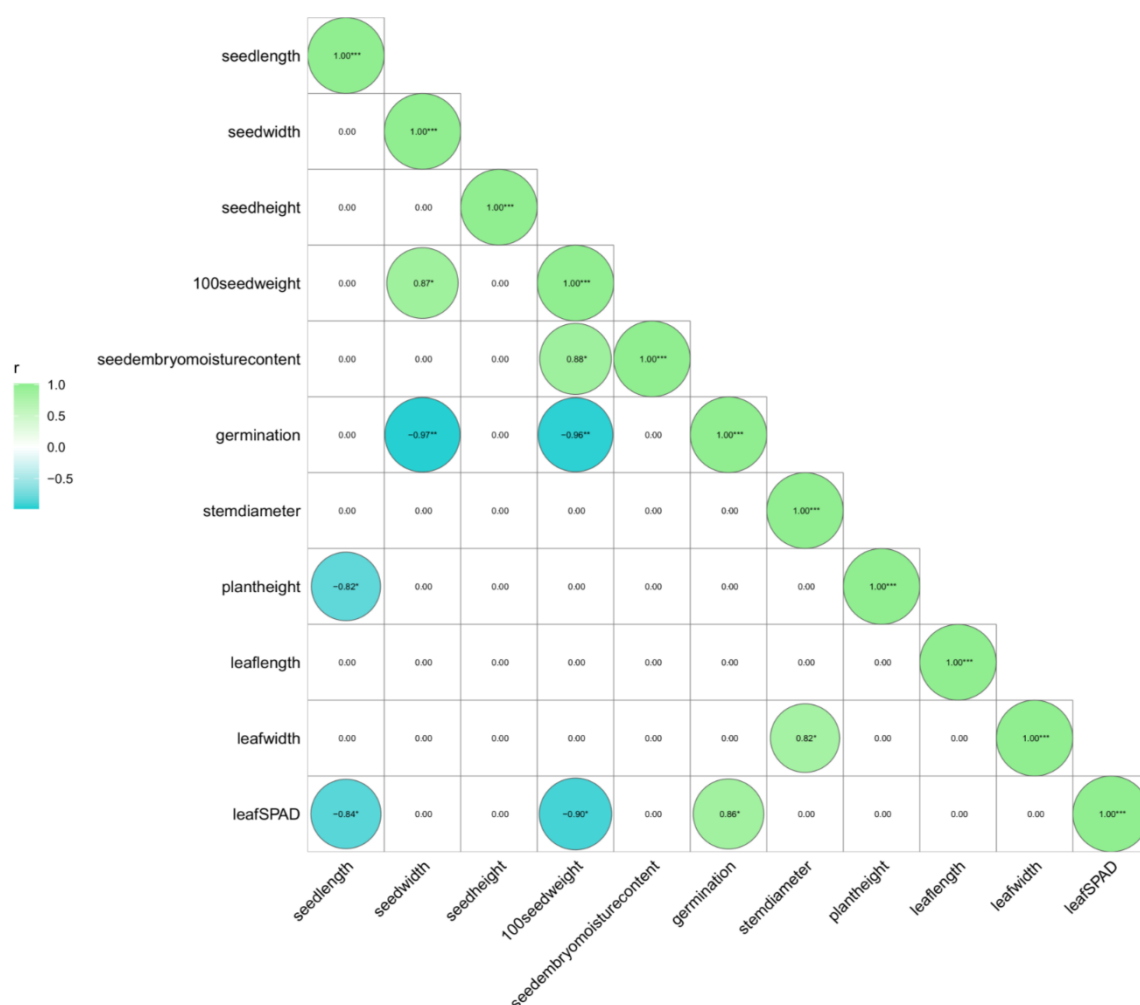


Fig. 4. Correlation analysis among seed shape characteristics, seed germination and seedling growth parameters

4 CONCLUSION

Rubber seed sowing time after harvest significantly affected germination and seedling growth. GT1 seeds after harvest should be sown during 3 days and Reyan 73397 seeds after harvest should be sown during 1 day. Rubber seed shape and weight influence seedlings growth after seed sowing. Rubber seed germination was negatively correlated with seed width and 100 seed weight, respectively. Rubber seed length was negatively correlated with seedling plant height and seedling leaf SPAD value.

ACKNOWLEDGMENT

This work was supported by Hainan Provincial Natural Science Foundation of China (321QN335), and the earmarked fund for China Agriculture Research System (CARS-33-YZ4).

AUTHORS' CONTRIBUTION

X.H. Chen conceived the experiments, R.X. Wang and X.H. Chen conducted the experiments, R.X. Wang and X.H. Chen analyzed the data and drafted the manuscript, R.X. Wang, X.H. Chen, and J. Wang discussed the results and finalized the manuscript.

REFERENCES

- [1] Guoping Liang, Hai Tian, Xiaolong Sun, Hai Yue, and Zhihong Zhang. 2011. Study on drying methods and seed Vigor of rubber tree (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) GT1. Seed, 72-74.
- [2] Xingfu Yan and Min Cao. 2008. Sensitivity of *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. Seed to different desiccation. Plant Physiology Communications, 243-246.
- [3] Junaidi, Atminingsih, and Mochlisin Andriyanto. 2021. Seed collection time effect on the germination rate and growth of rubber tree rootstock. 3rd KOBICongress, International and National Conferences (KOBICINC 2020).
- [4] Toruan M. Nurita- and Meiqing Wei. 1984. Factors affecting the viability of rubber seeds. Translation Journal of Tropical Crops, 6-9.
- [5] Qianping Zhou, Shiyong Cai, Xiaojiang Deng, and Qihong Pan. 1987. A study on superoxide dismutase and isozyme in rubber seed. Chinese Journal of Tropical Crops, 35-44.
- [6] Weifu Lin, Xianhai Zeng, Guishui Xie, Junming Chen, and Lifu Yang. 2002. Characteristics of the leachate conductance of hevea seeds and their relationship with the vigour of the seeds. Chinese Journal of Tropical Crops, 1-6.
- [7] Qianping Zhou, Xiaojiang Deng, Shiyong Cai, and Xiuyuan Li. 1989. A Study on the loss of germinating power in *Hevea* seeds. Chinese Journal of Tropical Crops, 9-16.
- [8] Jianhua Dong, Bingzhong Wang, and Huijuan Chen. 1998. Respiration electron transport pathway of seeds in relation to vigour of seeds in *Hevea Brasiliensis*. Chinese Journal of Tropical Crops (1998), 1-6.
- [9] Jun Wang, Huanqi Wei, and Weifu Lin. 2011. Optimal environmental conditions for short period storage of rubber tree seeds. Chinese Journal of Tropical Crops, 1449-1452.
- [10] Xinfu Yan and Ming Cao. 2009. Effects of Seed Coat and Environmental Temperature on the Germination of *Hevea brasiliensis* Seeds. Journal of Tropical and Subtropical Botany, 584-589.
- [11] Lijun Zhou, Weifu Lin, Feng An, Guishui Xie, Jun Wang, Jun Zhou, Xianhong Chen, and Mingdao Cai. 2014. Effect of different storage condition on seed moisture and germination. China Tropical Agriculture, 50-53.

Développement et évaluation des performances d'un extracteur centrifuge de miel

[Development and performance evaluation of a centrifugal honey extractor]

Henri Grisseur Djoukeng¹, Roger Césaire Ntankouo Njila¹, Jospin Tedongmo Gouana¹, Nicolas Tiofah¹, and Félix Meutchieye²

¹Département de Génie Rural, Université de Dschang, Dschang, Cameroun

²Département de Zootechnie, Université de Dschang, Dschang, Cameroun

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: With a view to contributing to the improvement of the quantitative and qualitative production of honey, a human-powered centrifugal extractor was designed, manufactured and tested at the Agricultural Engineering laboratory of the University of Dschang. The design was based on standard frame sizes for modern hive supers, mechanical design standards and honey quality standards. The tests were carried out with frames of Langstroth hive supers from an apiary in the town of Bafoussam I. Apart from the gear system constructed from cast iron, the other components of the puller were constructed from galvanized and stainless steel. The components of this machine are as follows: (a) a tank with a diameter of 650 mm, a height of 800 mm and a thickness of 1 mm; (b) a rotating basket with a diameter of 600 mm, a height of 550 mm and a thickness of 6 mm; (c) a transmission system consisting of a bevel gear, transmission ratio 1: 4, module 1.5 mm with a driving wheel and a pinion; (d) two 20 mm internal diameter ball bearings; (e) a 20 mm diameter transmission shaft; (f) a centering and clamping plate made of length 650 mm, width 80 mm and thickness 5 mm. The machine stand has a diameter of 651 mm, a height of 1000 mm and a diameter of 21 mm. Three extraction tests were carried out. The results obtained were as follows: average extraction rate: 78.36%; average hourly capacity: 35.35 kg/h, average mass of solid particles: 0.098 g/100 g of honey. The fabricated extractor will allow beekeepers to make several harvests over the year because the bee cells are not destroyed during the extraction. This preservation of aveoles will lead to the sowing of other hives after extraction. This machine is simple to operate and maintain; you just need to clean it and lubricate the gear system and the bearings regularly.

KEYWORDS: Bee cells, centrifugal extractor, Langstroth hive, honey, Dschang.

RESUME: Dans l'optique de contribuer à l'amélioration de la production quantitative et qualitative du miel, un extracteur centrifuge à motricité humaine a été conçu, fabriqué et testé au laboratoire de Génie Agricole de l'université de Dschang. La conception a été basée sur les dimensions standards des cadres des hausses de ruches modernes, des normes de conceptions mécaniques et des normes de qualité du miel. Les tests ont été effectués avec les cadres de hausses des ruches Langstroth provenant d'un rucher de la ville de Bafoussam I^{er}. En dehors du système d'engrenage construit en fonte, les autres composants de l'extracteur ont été construits en acier galvanisé et inoxydable. Les composants de cette machine sont les suivants: (a) un réservoir de diamètre 650 mm, de hauteur 800 mm et d'épaisseur 1 mm; (b) un panier rotatif de diamètre 600 mm, de hauteur 550 mm et d'épaisseur 6 mm; (c) un système de transmission constitué d'un engrenage conique, de rapport de transmission 1: 4, de module 1,5 mm avec une roue menante et un pignon; (d) deux roulements à billes de 20 mm de diamètre interne; (e) un arbre de transmission de diamètre 20 mm; (f) une plaque de centrage et de serrage fait de longueur 650 mm, de largeur 80 mm et d'épaisseur 5 mm. Le support de la machine a un diamètre de 651 mm, une hauteur de 1000 mm et un diamètre 21 mm. Trois tests d'extraction ont été effectués. Les résultats obtenus ont été les suivants: taux moyen d'extraction: 78,36 %; capacité moyenne horaire: 35,35 kg/h, masse moyenne de particules solides: 0,098 g/100 g de miel. L'extracteur fabriqué permettra aux apiculteurs de faire plusieurs récoltes sur l'année car les alvéoles d'abeilles ne sont pas détruites pendant l'extraction. Cette préservation d'avéoles conduira à l'ensemencement d'autres ruches après extraction. Cette machine est simple à utiliser et à entretenir; il suffit juste de la nettoyer et de graisser régulièrement le système d'engrenage et les roulements.

MOTS-CLEFS: Alvéoles d'abeilles, extracteur centrifuge, ruche Langstroth, miel, Dschang.

1 INTRODUCTION

Le miel est considéré comme le produit primaire le plus important de l'apiculture sur les plans quantitatifs et économiques [1]. Il est aussi la seule forme de sucre concentrée disponible pour l'homme dans la plupart des régions du monde [2]. Du fait de l'importance capital qu'il occupe dans presque toutes les cultures sur les plans nutritionnels, religieux, thérapeutiques [3], il est produit sur tous les continents. La production mondiale actuelle de miel se chiffre à environ 1851000 tonnes par an. Le Cameroun produit 3341 tonnes de miel par an. Ce chiffre peut être vu à la hausse vu les méthodes de production et d'extraction du miel des ruches qui restent encore archaïques et n'offrent qu'une seule récolte par an [4], [5]. En effet, la production en miel peut être accru grâce aux méthodes d'extractions non destructive pour le rayon. Car les rayons vidés de leur miel pourraient encore être disposés dans la ruche pour être rechargés directement en miel; ce qui crée un gain de temps lié à la non refabrication des rayons. Produit sur tous les continents, le miel est un produit qui a plusieurs vertus. Il est directement utilisé en nutrition humaine comme aliment, en agro-industries comme ingrédient d'autres aliments, et en médecine comme médicament (contient des antioxydants). Le miel est un produit à valeur marchande; il est aussi utilisé comme aliment culturel. En Afrique, les principaux producteurs sont: l'Ethiopie, le Kenya, la Tanzanie, l'Angola et l'Egypte. L'Ethiopie est le plus grand producteur. De 2005 à 2010, sa production était passée de 36000 à 45300 tonnes de miels, soit une augmentation de 26 %. Par ailleurs, l'Ethiopie exporte une petite quantité vers le marché mondial, la majorité est vendue au pays voisin, le Soudan [6].

L'exploitation du miel occupe une place de choix dans le développement rural des pays du Sud. C'est le cas au Cameroun, notamment avec la pratique de l'apiculture qui occupe jusqu'à 12,7 % de sa population agricole [7]. La quantité de miel produite au Cameroun était estimée à 3,3 Millions de litres par an; environ 10 % sont consommés par les apiculteurs. Environ 235 tonnes de cires d'abeilles sont manufacturées, principalement pour l'exportation sous régionale, avec une valeur de 530 millions de F CFA [8], [9]. D'autres produits dérivés de l'apiculture apportent environ 1,5 millions de F CFA au revenu total du secteur. Cette quantité de miel produite au Cameroun représente les 2 % de la quantité totale produite en Afrique. La population camerounaise croît à un taux de 2,6 %. Ce chiffre doublera dans 27 ans; soit un taux de croissance de 5,2 % en 2037. Cet accroissement de la population devrait être suivi par une augmentation de la demande en produits agricoles. Par ailleurs, le secteur rural est le premier employeur et le premier pourvoyeur de devises avec 40 % du total des exportations [10]. De plus, sur le plan économique, le marché de miel est évalué annuellement à près de 2000 Millions de FCFA et est source d'emplois pour un nombre de plus en plus élevé de citoyens camerounais [8], [11], [12].

Les producteurs de miel au Cameroun rencontrent des difficultés parmi lesquelles on peut citer les mauvaises pratiques apicoles, l'effet des changements climatiques, les attaques parasitaires et les empoisonnements. La majorité des producteurs de miel locaux utilisent des moyens inappropriés pour extraire le miel. Cela conduit à une extraction incomplète et à un miel de faible qualité avec des parties d'insectes, des débris de cire qui peuvent le contaminer. Ces méthodes d'extraction de miel entraînent des pertes qui peuvent se chiffrer à 30 % [8].

Dans les zones rurales, l'extraction du miel se fait majoritairement par égouttage et par pressage allant des particuliers aux producteurs regroupés en association. Bien que cela soit rentable à petite échelle, ces techniques sont inefficaces et lentes, voir inadaptées à une échelle de production plus large de bonne qualité. De plus ces techniques s'avèrent moins efficaces au vue de la faible qualité du miel extrait, l'augmentation de la teneur en humidité dans le miel lorsqu'il n'est pas effectué avec soin, de la lenteur dans le processus d'extraction et la destruction des alvéoles d'abeilles. En effet, le miel issu des presses mécaniques contient un taux élevé de particules solides, généralement 0,5 g/100g de miel et plus, qui est supérieure à la limite recommandée qui est de 0,1 g/100 g pour le miel centrifugé [13]. Cela se traduit donc par un miel de qualité inférieure transformé dans les zones rurales. La présente étude vise à contribuer à l'amélioration des conditions de travail des apiculteurs via la conception la fabrication et l'évaluation d'un extracteur de miel.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 DESCRIPTION DE L'ÉQUIPEMENT ET FONCTIONNEMENT DU PRINCIPE

L'extracteur développé est constitué d'une manivelle reliée à un arbre. Cet arbre solide accueille une roue dentée, qui reçoit à son tour un pignon (roue menée). Le pignon est relié à un autre arbre et reçoit le panier en forme circulaire qui va accueillir les cadres contenant le miel dans les alvéoles prêts pour l'extraction. L'ensemble du mécanisme est logé dans un conteneur cylindrique inoxydable pour la collecte et l'évacuation du miel.

La machine fonctionne par le principe de mouvement radial du panier à l'intérieur du tambour (pour extraire le miel des deux côtés de l'alvéole). Les cadres d'alvéoles sont placés radialement avec la barrette supérieure placée du côté du tambour. Ceci pour faciliter l'extraction du miel car les rayons des alvéoles sont inclinées d'un angle de 8-9° vers la barrette supérieure. Ainsi, l'effet de rotation cause la force centrifuge qui va faire couler le miel de ses rayons. Lorsque la force centrifuge augmente, les rayons sont vidés de leur miel plus rapidement. Le miel extrait coule par gravité sur les parois internes du réservoir et est ensuite collecté par un robinet (Fig. 1).

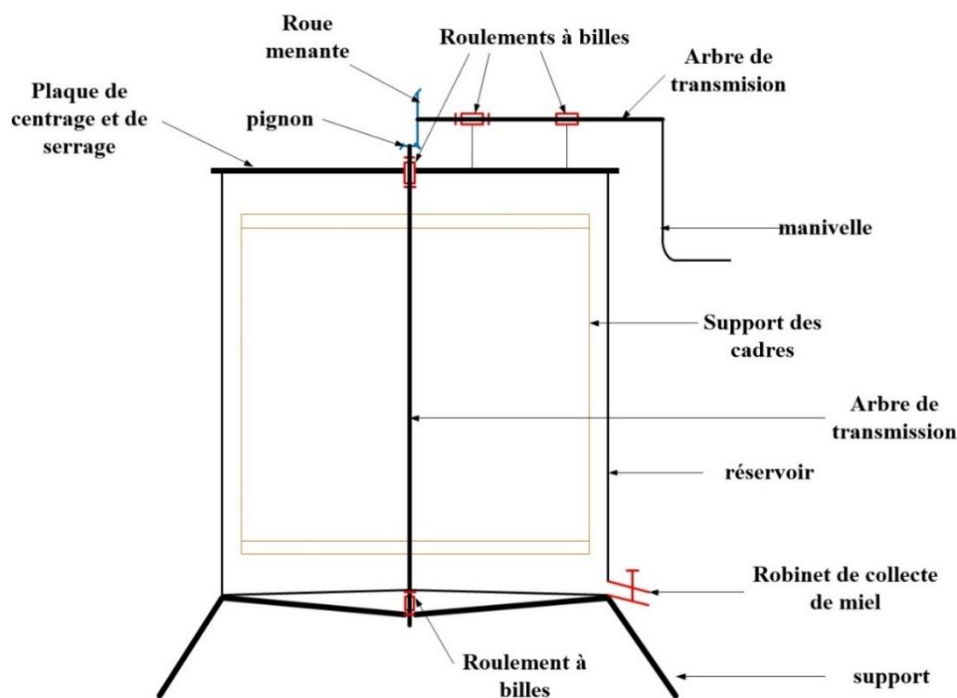


Fig. 1. Représentation cinématique de la machine

2.2 CHOIX DES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION DE L'EXTRACTEUR DE MIEL

Dans le but de rendre viable la centrifugeuse conçue dans le cadre de ce travail, les matériaux utilisés pour la fabrication ont été choisis parmi ceux qui sont disponibles dans la zone d'étude.

BOIS

Le bois blanc a été utilisé pour la fabrication des cadres qui recevront les rayons fabriqués par les abeilles ainsi que le miel. Ce matériau a été retenu dû au fait qu'il est facilement disponible dans la zone d'étude et dans de nombreuses zones du Cameroun, à faible coût. La technologie nécessaire pour le travailler est maîtrisée par une large gamme de la population, ce qui implique que la technologie de fabrication des cadres pourra facilement être vulgarisée. De plus, c'est un matériau biologique qui n'affecterait pas les propriétés organoleptiques du miel, ni ne causerait un quelconque dommage aux abeilles qui vivront dans les cadres.

TÔLE GALVANISÉE

La tôle galvanisée a été utilisée pour la fabrication de la trémie dans laquelle le processus d'extraction a lieu. Ce matériau a été retenu parce qu'il est résistant et léger et pourra donc supporter les vibrations engendrées par le processus d'extraction, et supporté le poids du miel recueilli tout en offrant une certaine légèreté à la machine d'extraction toute entière. Ce qui le rend pratique pour le déplacement et permettrait de l'utiliser aisément dans plusieurs sites d'apicultures situés dans des zones différentes. Par ailleurs, la feuille de tôle galvanisée retenue pour la fabrication de l'extracteur de miel, présente une oxydabilité réduite, ce qui contribuerait à augmenter la durée de vie de la machine entière.

TUYAU GALVANISÉ

Le tuyau galvanisé a été utilisé pour la fabrication de l'ossature de l'extracteur de miel. Tout comme la tôle galvanisée, le tuyau galvanisé a été retenu parce que c'est un matériau assez robuste et léger. Ce qui permettrait de supporter toutes les vibrations, et les efforts qui lui seront soumis lors du processus d'extraction du miel, tout en offrant une certaine légèreté à l'entièreté de la machine.

DIMENSIONNEMENT DU SYSTÈME DE TRANSMISSION DE L'EFFORT

Cet extracteur étant une machine à motricité humaine, le système de transmission de l'effort a été dimensionné en tenant en compte de la cadence de travail d'un Homme moyen. Pour cela, la vitesse de rotation de la roue menante a été prise à $N = 60$ tr/min.

DIMENSIONNEMENT DU PORTE CADRE OU PANIER ROTATIF

Le panier rotatif, étant la structure qui recevra les cadres, ses dimensions ont été choisis en prenant en compte les dimensions standards des cadres des ruches dites modernes. Le panier rotatif est de forme cylindrique, son diamètre a été obtenu en utilisant l'équation suivante:

$$D = 2 \cdot l \quad (1)$$

Avec:

D = diamètre du panier rotatif (mm)

l = largeur d'un cadre majorée (mm)

La hauteur du panier correspond à la longueur des barrettes ou cadres. Le panier rotatif devant contenir à la fois 8 cadres, il a été subdivisé en loges dont la largeur correspond à l'épaisseur d'une barrette. Ces loges ont pour but de réduire les frottements et les éventuels chocs que peuvent subir les barrettes lors du processus d'extraction.

DIMENSIONNEMENT DU CORPS DU RÉSERVOIR OU TAMBOUR

Le tambour est la partie de la machine dans laquelle sont disposés les cadres qui seront extraits. C'est la partie rotative de la machine. Ces dimensions ont été choisies de manière à s'adapter aux dimensions des cadres des ruches couramment utilisées. Ses dimensions; à savoir, diamètre et hauteur ont été prises de manière à le rendre légèrement plus grand que les cadres généralement rencontrés, afin de permettre à la machine de pouvoir traiter les cadres provenant d'une large gamme de ruches. Le tambour a été doté d'un robinet en plastique, permettant de récupérer le miel extrait par la machine. Ce robinet est situé à 10 mm du fond du tambour, ceci afin de permettre à une majorité de particules solides de précipiter et de récupérer un miel débarrassé d'une majorité de ses impuretés solides.

DIMENSIONNEMENT DU SUPPORT

Le support est la partie de la machine sur laquelle repose toutes les autres parties. Il assure l'équilibre de la machine lorsqu'elle fonctionne et augmente également l'ergonomie lorsque la hauteur est bien choisie. Il a conçu de manière à avoir une forme circulaire afin de mieux épouser la forme du tambour qui est lui aussi circulaire. Il est constitué de trois pieds inclinés à la base d'un angle de 30 degrés, ceci pour augmenter l'équilibre de la machine lors du fonctionnement. Son diamètre est légèrement supérieur à celui du tambour afin de faciliter les opérations de maintenance, au cas où on aurait à démonter le tambour du support. Par conséquent, le diamètre du support est de 660 mm, ceci pour faciliter les opérations de maintenance s'il faudrait démonter le tambour du support. La hauteur du support a été choisie de manière à offrir aux utilisateurs une meilleure ergonomie. La hauteur du support sera de 1000 mm. Toutefois, l'assise du tambour sera fixée à une distance de 300 mm de la base des supports. Ceci pour améliorer l'ergonomie entre la machine et l'opérateur.

DÉTERMINATION DE LA PUISSANCE DE FONCTIONNEMENT DE LA MACHINE

La puissance nécessaire pour faire fonctionner la machine est donnée par l'équation suivante:

$$P = \frac{2\pi \cdot V \cdot M}{60} \quad (2)$$

Avec:

P = puissance nécessaire pour faire tourner le panier rotatif (W)

M = moment du panier (N.m)

V = vitesse de rotation du panier = 202 tr/min [14]

Le moment nécessaire pour la rotation du panier est donné par la relation suivante:

$$M = I \cdot a \quad (3)$$

Avec:

M = moment du panier (N.m)

I = moment d'inertie du panier (kg/m²)

a = accélération angulaire du panier (rad/s²)

Le moment d'inertie est défini par l'équation suivante:

$$I = \frac{1}{2} \cdot C_t \cdot r^2 \quad (4)$$

Avec:

I = moment d'inertie du panier (kg/m^2)

r = rayon du panier = 30 cm

C_t = charge totale entraînée par le mouvement de rotation la manivelle (kg)

2.3 FABRICATION DE LA MACHINE

OSSATURE

La réalisation du support a consisté à mesurer et à couper des tuyaux de fers galvanisés aux dimensions prédéfinies. La base de chacun des tuyaux a été pliée suivant un angle de 30° afin d'assurer un bon équilibre du dispositif final (Fig. 2). Ensuite le fer plat a été débité en morceaux de 100 cm puis roulé pour obtenir une forme circulaire. Enfin, tuyaux galvanisé et fer plat ont été assemblés par la soudure à l'arc électrique pour former un ensemble.

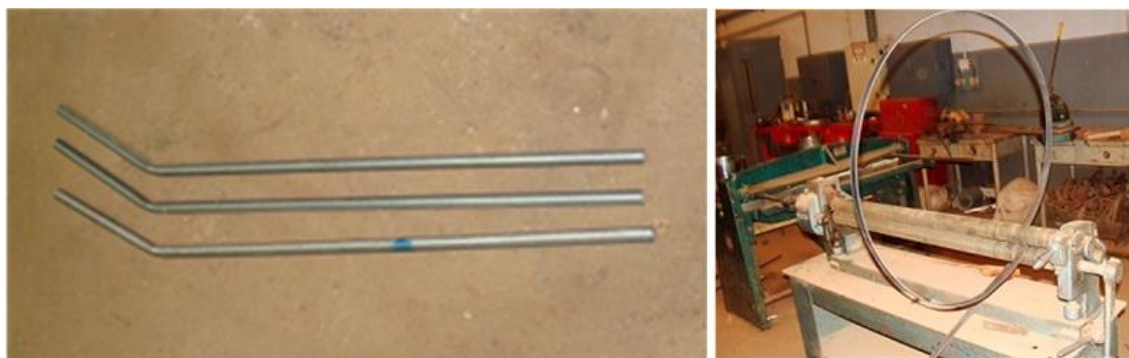


Fig. 2. Fabrication du support

RÉSERVOIR OU TAMBOUR

Le tambour a été obtenu en en débitant une feuille de tôle galvanisée d'épaisseur 1mm selon les dimensions prédéfinies; ensuite, cette dernière a été roulée puis soudée pour obtenir une forme cylindrique (Fig. 3). Un orifice circulaire de diamètre 30 cm a ensuite été fait à quelques millimètres de la base du cylindre afin de fixer la vanne qui permettra d'évacuer le miel extrait par la machine.

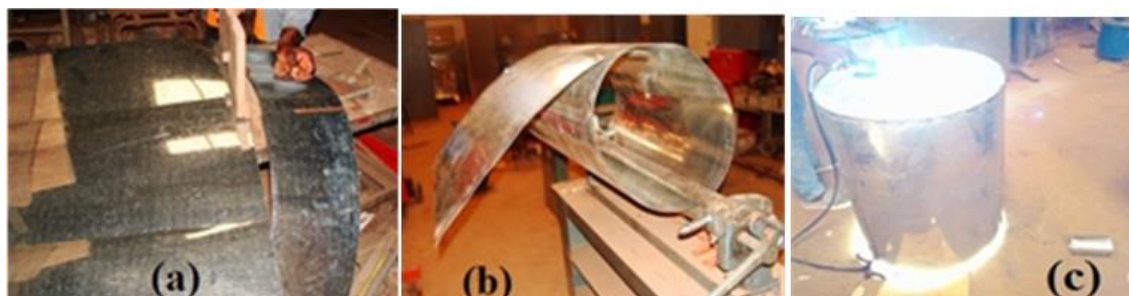


Fig. 3. Étapes de fabrication du réservoir
(a) Coupe; (b) Ceintrage; (c) Soudure

PANIER ROTATIF

Le panier rotatif a été obtenu en débitant les barres d'acier inoxydable de diamètre 6 mm aux dimensions prédéfinies, roulant trois de ces barres d'aciers pour leur donner une forme circulaire (Fig. 4) et en les assemblant par des barres de fer droit grâce à la soudure à l'arc.

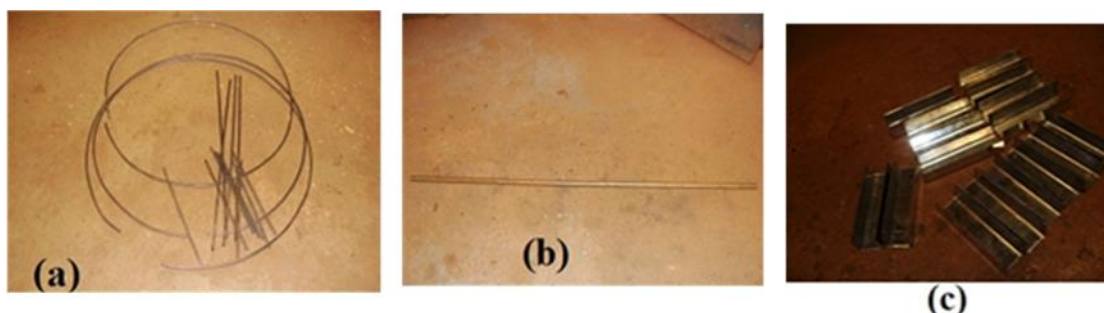


Fig. 4. Pièces de fabrication du panier rotatif
(a) Acier cylindrique lisse inox; (b) Arbre de transmission; (c) Canaux rectangulaires

2.4 EVALUATION DES PERFORMANCES DE L'EXTRACTEUR DE MIEL

DÉTERMINATION DE L'EFFICIENCE OU TAUX D'EXTRACTION

L'efficacité est définie comme étant le rapport des sorties (miel extrait) sur les entrées. La masse des alvéoles chargées de miel a été déterminée à l'aide d'une balance de précision 1/100^e. La machine a ensuite été chargée de huit cadres chargés de miel, elle a été tournée lentement pendant quelques minutes pour extraire une quantité de miel; ceci pour éviter la brisure des rayons sous leurs propres poids. Lorsqu'une quantité de miel a été extraite, la vitesse de rotation de la machine a été augmentée pour extraire le reste de miel présent dans les rayons d'abeilles. Cette expérience a été répétée trois fois et à la fin de chacune, une balance a permis de mesurer la masse de miel extraite, la masse des alvéoles après extraction et celle des opercules. L'efficacité de production est exprimée par l'équation suivante:

$$\varepsilon = \frac{m_e}{m_e + (M - m_a)} \cdot 100 \quad (5)$$

Avec:

ε = efficacité de production (%)

m_e = masse moyenne de miel extrait (kg)

M = masse des alvéoles après extraction (kg)

m_a = masse des alvéoles chargées (kg)

$M - m_a$ = masse moyenne de miel contenu dans les alvéoles après extraction (kg)

DÉTERMINATION DE LA CAPACITÉ HORAIRE DE LA MACHINE

La capacité horaire mesure la quantité de miel extrait pendant l'unité de temps. Pour ce faire, un chronomètre a permis de mesurer le temps de fonctionnement pour chaque lot extrait par la machine et la capacité horaire a été déterminée par l'équation suivante:

$$C_h = \frac{m_e}{t} \cdot 60 \quad (6)$$

Avec:

C_h = capacité horaire (kg/h)

m_e = masse moyenne de miel extraite (kg)

t = temps moyen d'extraction (mn)

QUANTIFICATION DES PARTICULES SOLIDES SE RETROUVANT DANS LE MIEL

C'est un paramètre qui définit la qualité du miel extrait. Il s'agit de mesurer la quantité de particules solides contenues dans 100 g de miel extrait. Pour ce faire, une balance électronique a permis de prélever cette masse de miel qui a été diluée dans un récipient contenant un litre d'eau chaude. Le mélange a été remué, mis au repos pendant 24 h et enfin décanté pour ne retenir que les particules déposées au fond du récipient. Les particules sont ensuite séchées, puis pesées à la même balance électronique. L'expérimentation s'est faite avec trois échantillons et la masse moyenne pondérée de particules solides précipitées a été déterminée.

3 RÉSULTATS

3.1 ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS DE L'EXTACTEUR CONÇU ET RÉALISÉ

SYSTÈME DE TRANSMISSION DE L'EFFORT

Le rapport de transmission choisi est 4: 1. Cette valeur représente la moyenne des rapports de transmissions donnés par les vitesses de la roue menante et celle du pignon. Le tableau 1 présente les caractéristiques du système d'engrenage.

Tableau 1. Caractéristiques du système d'engrenage

	Module	Diamètre primitive (mm)	Nombre de dents	Vitesse de rotation (tr/mn)
Pignon	1,5	30	20	202
Roue menante	1,5	120	80	60

Le système de transmission est posé sur une plaque de centrage et de serrage en acier de 5 mm d'épaisseur. Cette combinaison permet de fixer celui-ci parfaitement au tambour et au panier rotatif de la machine (Fig. 5).

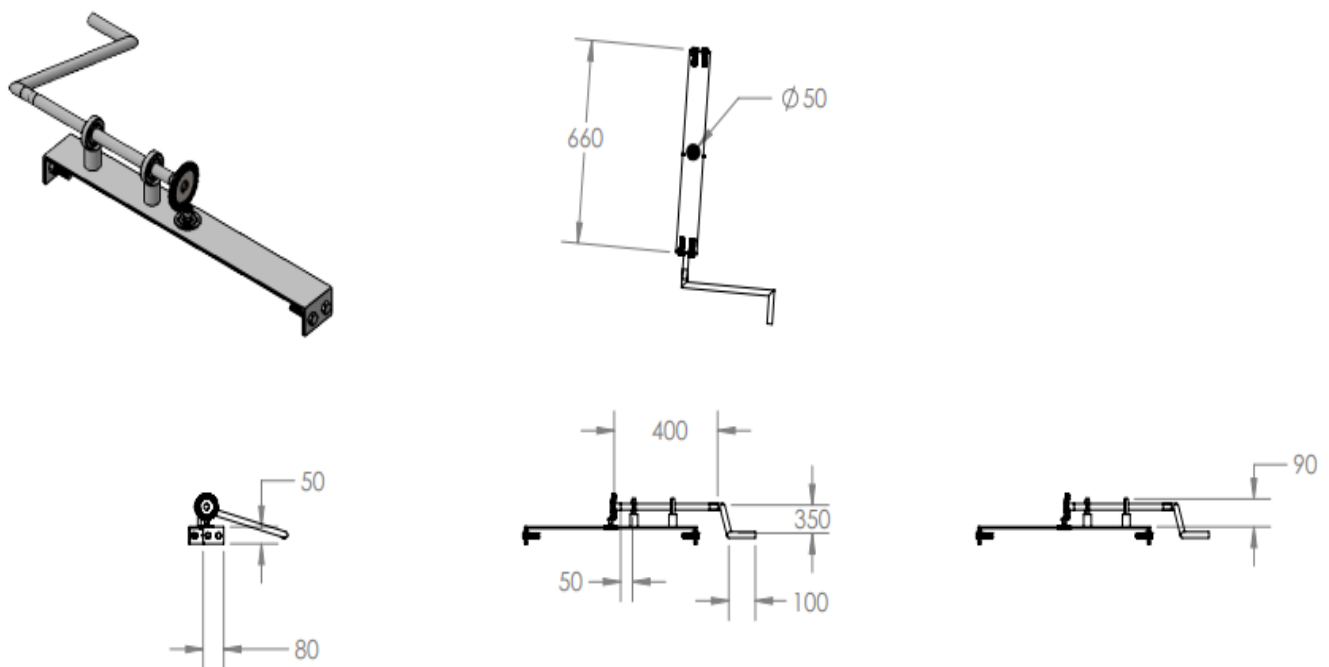


Fig. 5. Schéma détaillé du système de transmission de l'effort conçu

PORTE CADRE OU PANIER ROTATIF

Les matériaux utilisés pour la fabrication du panier sont l'acier cylindrique lisse inoxydable de 6 mm de diamètre et la tôle galvanisée d'épaisseur 1 mm. Le panier rotatif a un diamètre de 600 mm et une hauteur de 550 mm (Fig. 6).

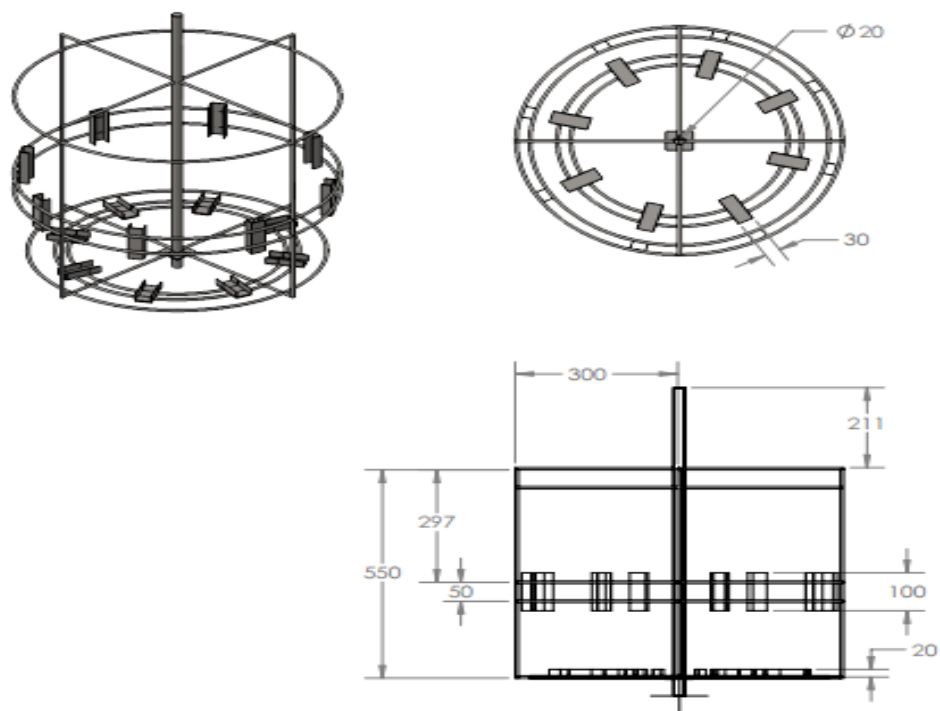


Fig. 6. Schéma du panier rotatif conçu

CORPS DU RÉSERVOIR OU TAMBOUR

Le réservoir a été fait en tôle galvanisée d'épaisseur 1mm. Il a un diamètre de 650 mm et une hauteur de 800 mm (Fig. 7).

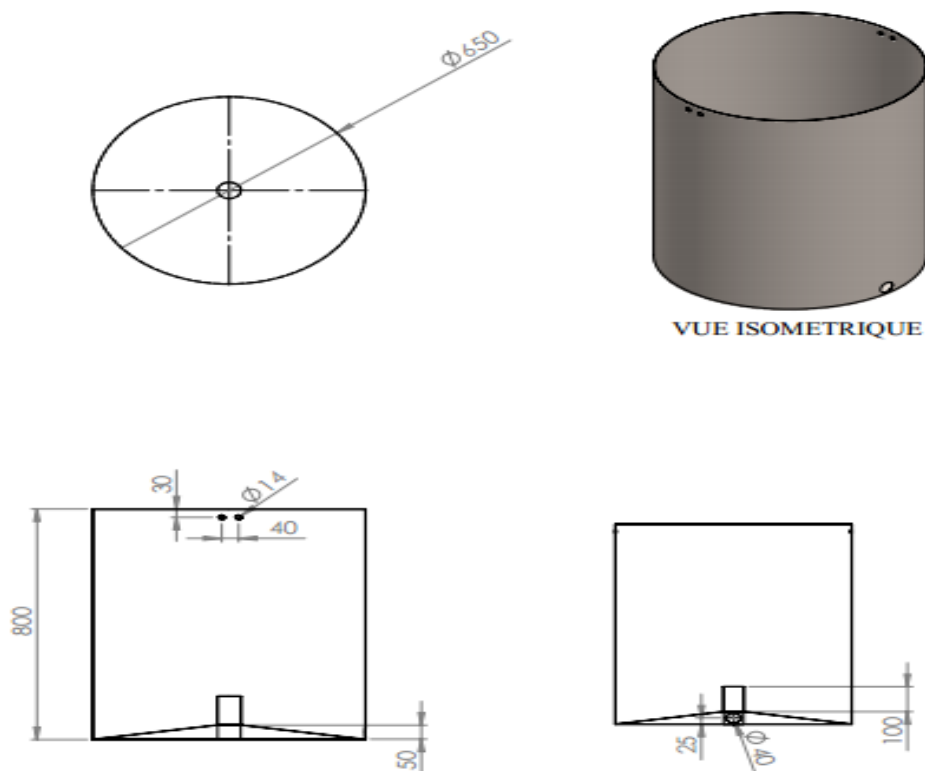


Fig. 7. Schéma du réservoir conçu

SUPPORT

Le support a été fabriqué à l'aide des tuyaux galvanisés de 21 mm de diamètre et des barres de fer plats de largeur 20 mm. Il a un diamètre de 660 cm et une hauteur de 1000 mm (Fig. 8).

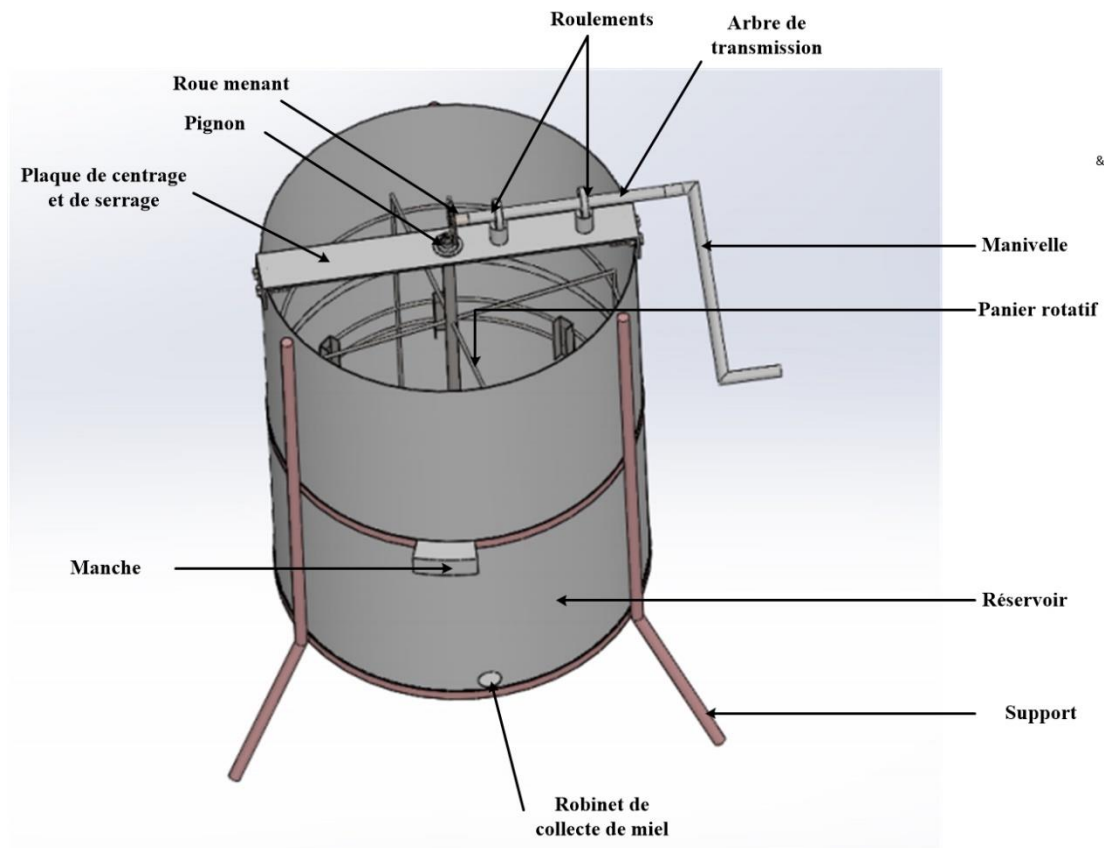


Fig. 8. Représentation en trois dimensions de l'extracteur de miel conçu

EXTRACTEUR DE MIEL RÉALISÉ

Les différentes pièces de la machine sont usinées (Figure 8) et l'assemblage est faite pour obtenir le produit fini (Fig. 9).

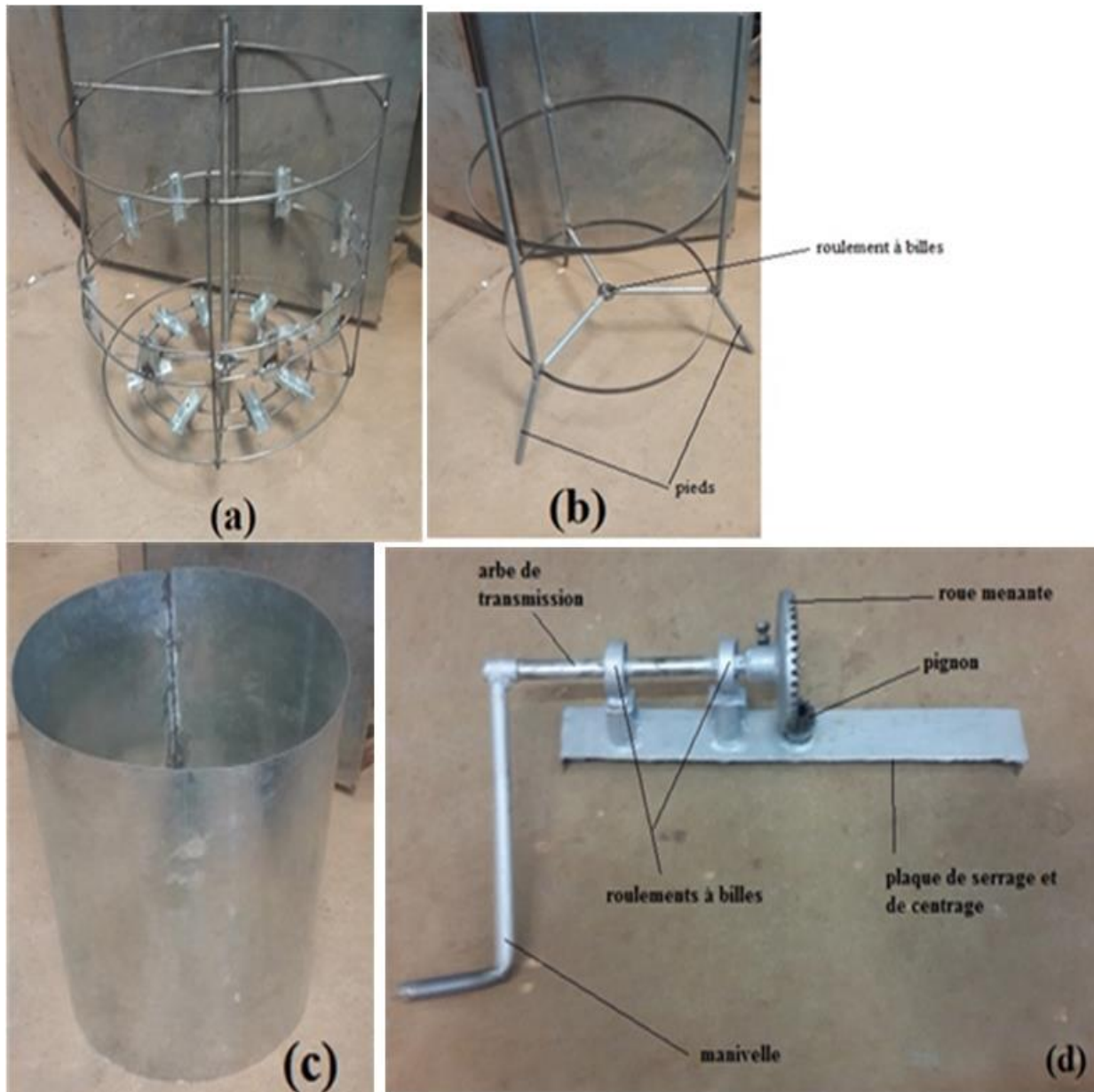


Fig. 9. Différentes parties de la machine fabriquées
 (a) Panier rotatif; (b) support de la machine; (c) réservoir; (d) système de transmission



Fig. 10. Extracteur centrifuge radial de miel fabriqué

3.2 PERFORMANCES DE LA MACHINE

Le tableau 2 présente le relevé de trois tests de performance de l'extracteur.

Tableau 2. Caractéristiques du système d'engrenage

N° test	Masses d'alvéoles non désoperculées (kg)	Temps d'extraction (mn)	Masses d'alvéoles après extraction (kg)	Masses des opercules (kg)	Masses de miel extrait (kg)
1	16,15	17	3,60	2,05	10,85
2	16,40	21	3,80	2,20	11,15
3	16,20	18	3,65	2 25	10,90

On constate que tous les autres paramètres varient avec le temps d'extraction.

TAUX D'EXTRACTION DE LA MACHINE

L'équation 5 a permis d'obtenir un taux d'extraction de 78.36 %. Cette efficacité appartient à l'intervalle 70-80 %, qui est celle d'efficacité d'extraction de miel par centrifugation donnée par Marieke et al [15].

CAPACITÉ HORAIRE

D'après l'équation 6, la capacité horaire de l'extracteur est de 0,5892 kg/min soit 35,35 kg/h. Cette valeur est presque la moitié de celle obtenue par Lyson [16], qui était de 65,80 kg/h.

QUANTITÉ DE PARTICULES SOLIDES DANS LE MIEL

Le tableau 3 présente les différentes masses de particules solides contenues dans trois échantillons de miel extrait.

Tableau 3. *Masses de particules solides contenues dans 100 g de miel prélevés*

N° échantillon	Masse des particules solides (g)
1	0,110
2	0,098
3	0,088

4 DISCUSSION

Le résultat du taux d'extraction montre qu'il y reste dans les alvéoles une quantité de miel non négligeable. La quantité de miel qui reste dans les alvéoles serait bénéfique car elle pourra servir d'aliment aux abeilles une fois les cadres réintroduits dans la hausse de la ruche. Par ailleurs, Akinnuli [14] a obtenu une efficacité d'extraction de 82 % avec un extracteur centrifuge manuel. Ce résultat serait dû au système de transmission utilisé (poulie-courroie) qui a un rapport de transmission de 6,3. Dans cette étude, on a utilisé un système par engrenage conique ayant pour rapport de transmission 4.

La différence observée entre la capacité horaire de cet extracteur et celle des travaux de Lyson [16] pourrait être due au fait que ce dernier avait utilisé une source d'énergie motorisée, contrairement à celle utilisée dans le cadre de ce travail qui est manuelle. De plus le nombre de cadre pouvant être contenu dans la machine de ce dernier était de 16 contre 8 dans cette étude.

La masse moyenne de particules solides contenues dans le miel est de 0,098 g/100 g de miel. Cette valeur quoique proche, est inférieure à 0,1 g/100 g de miel, qui est la limite recommandée. Toutefois elle est de loin inférieure aux valeurs obtenues par les procédés courants, soit plus de 0,5 g/100 g de miel pour le miel obtenu par pressage [13]. Il en découle donc que l'extracteur conçu dans le cadre de ce travail permet une extraction de miel de bonne qualité.

5 CONCLUSION

Ce travail qui avait pour but de concevoir, fabriquer et d'évaluer les performances d'un extracteur mécanique de miel, révèle que la technologie d'extracteur serait une option intéressante pour le développement du secteur apicole, dans ce sens qu'il permet d'obtenir un miel de bien meilleure qualité que celui extrait par les méthodes archaïques. De plus il permet d'augmenter le nombre de récoltes de l'apiculteur sur l'année grâce au fait qu'il conserve le rayon intact après extraction. L'extracteur conçu et réalisé est basé sur les dimensions standards des cadres de hausses de ruches modernes. Cette machine est facile à utiliser et facile à entretenir car il suffit juste de nettoyer et de graisser le système d'engrenage et les roulements de temps à autre. La machine assure la conservation des alvéoles d'abeilles et elle peut être utilisée dans plusieurs contextes grâce à sa source d'énergie manuelle et à sa simplicité d'opération. Après évaluation de la machine avec des cadres de hausses des ruches Langstroth, les caractéristiques suivantes ont été obtenues: une efficacité d'extraction moyenne de 78,36 %; une capacité horaire moyenne de 35,35 kg/h et une quantité moyenne de particules solides est de 0,098 g.

REFERENCES

- [1] Meda, A., Charles E. L., Marco, R., Jeanne, M. and Odile G. N. "Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity," Food Chemistry no. 91, pp. 571 – 577, 2005.
- [2] Jasim, A., Prabhu, S. T., Raghavan, G. S. V. and Ngadi, M. "Physico-chemical, rheological, calorimetric and dielectric behavior of selected Indian honey," Journal of Food Engineering pp. 79, 1207-1213. 2007.
- [3] Crane, E. Honey. A comprehensive survey, E. Crane, Ed. London, 608p, 1975.
- [4] Nanda, V., Sarkar, B., Sharma, H. and Bawa, A., 2003. "Physicochemical properties and estimation of mineral content in honey produced from different plants in Northern India," Journal of Food Composition and Analysis, 16, pp. 613-619, 2003.
- [5] Tchoumboue, J., Tchouamo, I. R., Pinta, J. Y. et Njia, M. N. "Caractéristiques socio-économiques et techniques de l'apiculture dans les hautes terres de l'ouest du Cameroun," Tropicultura 19 (3), pp. 141-146, 2001.
- [6] USAID. Honey value chain assessment report final. Lebanon industry value chain development (LIVCD) project. The World Market for Honey, USA, 2013.
- [7] MINEFI/DSCN. Deuxième enquête camerounaise auprès des ménages: ECAM II, Condition de vie des populations et profil de la pauvreté au Cameroun en 2001, Premiers résultats, 2002.
- [8] Ingram, V. J., Les produits apicoles du Cameroun, 2010.
[En ligne] Disponible sur <https://www.researchgate.net/publication/269166921> (03 mars 2018).
- [9] PRODEL, Miel, 2021. [En ligne] Disponible sur <https://www.prodel.cm/miel> (17 mai 2022).
- [10] INS (Institut National de la Statistique), "Annuaire statistique du Cameroun Recueil des séries d'informations statistiques sur les activités économiques sociales, politiques et culturelles du pays," Yaoundé, Cameroun, 508p, 2015.
- [11] Tsafack, M., Kamajou, S., Muluh, G. and Takam, M., 2006. Analyse économique des coûts de production apicole au Cameroun. Tropicultura 26 (4): pp. 220-223, 2006.
- [12] Meutchieye, F., Ngamadjeu D. D. and Tchoumboue J. "Beekeeping features in the Cameroon Adamawa grasslands," Gen. Biodiv. J. 2 (2): 11-16, 2018.
- [13] Serrano, S., Marta, V., Roberto, E. and Manuela, J. Chemical and physical parameters of Andalusian honey: Classification of Citrus and Eucalyptus honeys by discriminant analysis. Journal of Food Chemistry 10, pp. 1016-1027, 2004.
- [14] Akinnuli, B. O., Abadariki, S. O. and Fasan, J. O. Design, fabrication and performance evaluation of an indigeneous honey extractor. J. of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences, 4 (1): pp. 1-6, 2013.
- [15] Marieke, M., Henk, Van B., Leen Van't, L., Jaap, K et Jan Van de W. "Produits de l'apiculture: propriétés, transformation et commercialisation," Série Agrodok no. 42, pp. 22-31, 2005.
- [16] Lyson, K. Catalogue de miellerie, 2014. [En ligne] Disponible sur <https://www.lyson.com.pl> (12 février 2021).

La RD Congo et la problématique de ses réformes administratives

[The Democratic Republic of Congo and the administrative reforms' issue]

Kaya Nyembo Michael

Département des sciences commerciales et informatique de gestion, ISP Lubumbashi, 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: In this present work, we want to do an autopsy of the various administrative divisions or reforms operated in the DRC since its accession to independence and its results on the ground and take a critical look at what was in its administrative organization before its independence.

KEYWORDS: division, administrative organization, centralization, decentralization, deconcentration.

RESUME: Dans ce présent travail, nous voulons faire l'autopsie des différents découpages ou réformes administratives opérées en RDC depuis son accession à l'indépendance et ses résultats sur terrain et jeter un regard critique sur ce qui était de son organisation administrative avant son indépendance.

MOTS-CLEFS: découpage, organisation administrative, centralisation, décentralisation, déconcentration.

1 INTRODUCTION

Depuis l'accession de la République démocratique du Congo à son indépendance et même bien avant cela, la RDC à connue autant des subdivisions administratives, parfois on a procédé au découpage, parfois à l'unification et eu égard à ce qui précède on se demande pour quel fin car pour plus d'une personne cela dénote d'un certain tâtonnement de la part des autorités politico-administratives du fait que nonobstant ces différentes opérations administratives la RDC n'a jamais abouti au résultats escomptés et cela nous pousse à crié à l'amateurisme.

Certes, le découpage est opéré toujours dans le but de rapprocher les gouvernants de leurs gouvernés afin de booster un certain développement mais hélas, depuis ces différents découpages opérés en RDC aucun développement n'est enregistré et cela appuie la thèse d'un certain tâtonnement.

2 PROBLEMATIQUE

Compte tenu de ce tableau sombre qui vient d'être élucidé, on peut se poser la question de savoir : A quoi servirait-il ces différents découpages opérés en RDC au vu de la situation socio-économique sur terrain ? Pourquoi faire éclater les provinces sachant que les nouvelles provinces n'auront pas les moyens de leurs politiques ? Ne ditons pas que sans moyen pas moyen ?

3 THEORIES FONDAMENTALES EN MATIERE D'ORGANISATION ADMINISTRATIVE

Il est à noter qu'il existe deux conceptions opposées en matière d'organisation administrative, il s'agit de la centralisation et de la décentralisation.

3.1 LA CENTRALISATION

La centralisation est une technique d'organisation administrative dans laquelle toute l'action exécutoire est exercée au nom et pour le compte d'une personne morale de droit public qui est l'Etat par des agents qui ne relèvent que de lui et dans un État centralisé, le gouvernement assure à lui seul la gestion de tous les services publics.

3.1.1 CRITERES DE LA CENTRALISATION

- Dans la centralisation, le pouvoir hiérarchique des autorités centrales s'exerce sur tous les services c'est-à-dire que les autorités centrales peuvent donner des ordres aux agents qui leur sont subordonnés et peuvent même reformuler leurs décisions dans le cas échéant, reformuler leurs décisions et se substituer à eux.
- Les services centralisés n'ont pas une personnalité juridique distincte de celle de l'État.
- Il n'existe pas des collectivités dotées d'une vie juridique propre car on rencontre simplement des circonscriptions administratives créées par l'État en vue d'une implantation rationnelle de ses services.

3.1.2 AVANTAGES DE LA CENTRALISATION

- Avec la centralisation il y a une très forte unité, étant donné que toute l'action exécutive est exercée au nom et pour le compte d'une personne morale de droit public qui est l'Etat
- Une très forte unité et cohésion

3.1.3 INCONVENIENTS DE LA CENTRALISATION

- Les administrations sont encombrées par les examens de nombreuses questions d'intérêts locaux et cela occasionne la lourdeur dans la mesure où l'Etat étant la seule personne de droit public. Il est donc appelé dans le cas échéant de répondre à chaque problème qui concerne les circonscriptions locales et les administrés ont comme impression que le gouvernement exerce une certaine dictature car ne tenant pas compte de leurs avis.

3.2 LA DECONCENTRATION

Il sied de noter que la décentralisation à l'état pure n'existe pas c'est pourquoi cette dernière se fait toujours accompagnée d'une certaine déconcentration.

La déconcentration est donc une opération par laquelle l'Etat tout en continuant à assurer seul la marche de l'administration, confie à des agents locaux placés sous les ordres directs le pouvoir de décision pour certaines affaires d'intérêt local.

3.3 LA DECENTRALISATION

Elle est une technique d'organisation administrative dans laquelle l'administration se trouve entre les mains de plusieurs personnes morales de droit public qui bénéficient par rapport à l'état d'une certaine autonomie pour l'exercice de leur pouvoir.

3.3.1 FORMES DE DÉCENTRALISATION

La décentralisation a deux formes à savoir : la décentralisation territoriale et la décentralisation par service.

- La décentralisation territoriale

Elle est celle qui consiste à confier la gestion de certains services à des collectivités locales dotées de la personnalité morale.

- La décentralisation par service

Elle est celle qui consiste à doter d'un service public la personnalité morale et de manière à lui confier une certaine indépendance par rapport à la collectivité qui l'a créé.

3.3.2 CRITÈRES DE LA DÉCENTRALISATION

- Les autorités locales d'une collectivité décentralisée sont élues par la population
- Il y a autonomie organique car les agents du service public décentralisé se voient reconnaître un propre pouvoir de décision.
- Le pouvoir public qui a créé le service et les autorités centrales ne peuvent leurs données des ordres ni reformulé leur décision ni moins encore se substituer eux.
- Les autorités locales ne sont plus soumises au pouvoir hiérarchique mais plutôt à un contrôle de tutelle qui est juste un droit de regard.

3.3.3 AVANTAGES DE LA DÉCENTRALISATION

- Adaptation des services locaux au besoin et aspirations de la collectivité décentralisée.
- Désencombrement des administrations centrales

3.3.4 INCONVÉNIENTS

- Risques d'anarchie en raison des rivalités locales d'une part et la tendance à faire prévaloir les intérêts locaux sur les intérêts nationales.
- Dépenses de fonctionnement superflues et plus onéreuse.

PERSONNES MORALES

Selon A. BUTTENGEBACH, les personnes morales sont des entités sociales reconnues par le droit et apte à être comme des personnes physiques sujet ou titulaire de droit.

DECOUPAGE

Le découpage est une technique qui consiste à diviser un tout en partie et de délimiter les parties à l'intérieur d'un tout. Ou c'est le fait de découper tout simplement.

4 L'ORGANISATION ADMINISTRATIVE DE L'EIC

Dans le but de bien vouloir faire comprendre l'organisation administrative de la RDC, il sera d'abord question de survoler les différentes organisations administratives opérées à l'époque de l'EIC, du Congo belge, et par Ricochet, chuter avec celle de la troisième république.

Pour la petite histoire, il sied de noter que l'EIC d'abord et en suite le Congo belge avait été un ÉTAT unitaire bcp plus centralisé que décentralisé. Après l'indépendance, le pays va connaître respectivement le fédéralisme par la loi fondamentale et la constitution de Luluaburg. La fédération par le projet de la constitution non finalisée de Tshombe à Tananarive et finalement la décentralisation vunduawe du 25 février 1982.

En 1888, deux ans après que Leopold aie gagné sa part du gâteau à la conférence de Berlin, on a procédé à la première subdivision administrative qui a donné naissance à 11 Districts qui sont:

1. Banana
2. Matadi
3. Cataractes
4. Stanley pool
5. Stanley falls
6. Kasai
7. Ubangui
8. Uele
9. Lualaba

10. Awini
11. Boma

En 1895, l'EIC est passé de 11 à 15 districts qui sont:

Boma, banana, Matadi, cataractes, Stanley pool, kwango, lac léopard II, Équateur, ubangui, bangala, uele, aruwini, Stanley falls, Lualaba, et Kasai.

Comme nous l'avions souligné, ci-haut que l'EIC correspond l'actuel RDC. Il était un territoire sur lequel le roi des Belges exerçait une autorité ou souveraineté des faits

Léopold II a commencé à nourrir les ambitions colonialistes à l'égard du Congo depuis 1877 et a requis d'une reconnaissance internationale à l'issue de la conférence de Berlin.

Sous le contrôle de l'administration l'EIC avait connu un développement inédit : construction des voies ferrées, routes, bateaux...

L'organisation administrative de l'EIC comprenait deux niveaux à savoir : le niveau métropolitain et le niveau Local.

Pour clôturer avec ce point, il sied de rappeler que la première subdivision administrative s'est opérée en 1888 et quelques temps après, on a compris que les territoires étaient vastes voilà pourquoi on est parti de 11 à 15 districts vers les années 1895

5 L'ORGANISATION ADMINISTRATIVE DU CONGO BELGE

A ce niveau nous avons deux grandes périodes, celle de 1908-1957 et celle de 1957-1960 et il y a deux éléments à la base de cette distinction car la première période est marquée par la présence d'un cadre juridique qui définit le fonctionnement et l'organisation administrative de l'Etat qu'on a appelé, charte coloniale donc le Congo belge est configuré comme une personne morale de droit public et non comme pendant l'EIC ou le Congo était considéré comme un bien privé.

La deuxième période est caractérisée par une gestion administrative caractérisée par une ségrégation administrative, il y avait des Institutions administratives européennes et indigènes.

En 1914, il y a eu une réforme administrative, le Congo belge est passé de 11 districts hérités de l'EIC à 22 districts, et pendant ce temps il y avait un gouvernement général qui siégeait à Boma.

Voici la liste de 22 districts:

1. Aruwini
2. Bangala
3. Bascongo
4. Maniema
5. Bas uele
6. Équateur
7. Haut Luapula
8. Haut uele
9. Ituri
10. Kasai
11. Kivu
12. Kwango
13. Lac Léopold II
14. Lomami
15. Lova
16. Lulonga
17. Maniema
18. ... etc.

Comme est toujours, les autorités ayant constaté qu'il y avait des territoires plus vastes, ils ont ainsi procédé à ce 1^{er} découpage...

Le premier découpage du Congo belge a donc eu lieu en 1914

En 1926, le Congo belge, toujours par le souci de rendre l'administration plus près des administrés, les autorités de l'époque ont procédé par la fusion de certains districts pour enfin donner naissance aux provinces que voici:

1. Congo Kasai
2. Équateur
3. Katanga
4. Province orientale

En 1935, ayant constaté qu'il y avait des provinces plus vastes et donc la gestion commencer a posé et ils ont procédé à une autre subdivision administrative qui a enfin donné naissance a six provinces une Voici:

1. Coquilhatville
2. Elisabeth fille
3. Constermansville
4. Léopold ville
5. Lusambo
6. Stanley ville

En dehors de provinces, il ya eu aussi l'existence des villes dans les années 1941.

6 L'ORGANISATION ADMINISTRATIVE DE LA PREMIERE REPUBLIQUE

Après l'accession du Congo à indépendance, le Congo a connu une autre organisation administrative qui a permis au pays de passer de 6 Provinces à 21 provinces et cela consacré par la constitution de luluaburg.

Voici les 21 provinces lors de la première république :

1. Congo Centrale
2. Haut-congo
3. Kasai oriental
4. Kibali ituri
5. Kivu
6. Kwango
7. Léopold ville
8. Lomami
9. Lualaba
10. Luluaburg
11. Mai-ndombe
12. Maniema
13. Moyen-congo
14. Nord-katanga
15. Nord-Kivu
16. Sankuru
17. Sud-kasai
18. Ubangi
19. Unité kasaienne
20. Uele
21. Aruwini

En 1966, une opération administrative est faite en réunifiant d'autres provinces c'est ainsi que le Congo est passé de 21 provinces à huit :

1. Bandundu
2. Congo Central
3. Équateur
4. Province orientale
5. Kasai-oriental
6. Kasai-occidental
7. Kivu
8. Katanga

7 L'ORGANISATION ADMINISTRATIVE DE LA DEUXIEME REPUBLIQUE

La deuxième république est marquée par un vent qu'on a appelé zaïrianisation.

Pendant cette période, le maréchal a procédé au changement de nom de toutes provinces qui existaient à l'époque. Ainsi, en 1971, la province du Katanga devient le SHABA, le Congo Central devient le bas-zaïre et la province orientale devient la province du haut-zaïre.

En 1988, la province du Kivu est éclatée en trois et a donné naissance à la province du Nord-Kivu, Sud-Kivu et Maniema et voilà qui a permis le pays de passer de 8 à 11 provinces que voici :

SHABA, provinces orientale, nord et sud Kivu...

Ainsi, en 1997 lors de l'arrivée du AFDL au pouvoir, le nouveau régime va procéder à la débaptisation des provinces c'est ainsi la province du SHABA redevient le Katanga, le bas Zaïre devient le Bas-Congo, la province du haut-zaïre devient la province orientale...

Voici les 11 provinces :

1. Bandundu
2. Bas-congo
3. Équateur
4. Kasai-occidental
5. Kasai-oriental
6. Province du katanga
7. Maniema
8. Nord-Kivu
9. Sud-kivu
10. Province orientale
11. Kinshasa

8 L'ORGANISATION ADMINISTRATIVE DE LA TROISIEME REPUBLIQUE

Les provinces constituent la première subdivision administrative de la République démocratique du Congo. Le pays est découpé depuis 2015 en 26 provinces avec une capitale provinciale pour chacune.

Il sied de noter que le Congo a changé à plusieurs fois les noms depuis son accession à l'indépendance en 1960.

La République démocratique du Congo 1960-1971, Zaïre 1971-1997, puis république démocratique du Congo avec la chute du maréchal et l'arrivée de LD KABILA.

En 2006, Joseph kabila promulgue la constitution de la 3e république qui a mis en place un État unitaire fortement décentralisé avec à son sein 26 provinces.

Les 11 provinces ont laissé place à 26 autres provinces autonome.

Ce découpage qui a eu lieu en 2015 avait pour but de rapprocher les gouvernants de leurs gouvernés et booster le développement mais hélas, la mise en place et le fonctionnement de cette nouvelle structure étatique est loin d'être simple du fait que les ressources financières de certaines provinces sont très réduites.

Nous devons encore noter que tout au long de son histoire la RDC a opéré autant de subdivisions administratives volontairement par le découpage et cela en fonction des réalités politique, géographique et surtout ethnique.

Régions, sous-région... Autant d'appellations qui témoignent un extraordinaire patchwork identitaire du pays.

Voici la liste de 26 provinces de la 3e république :

1. Équateur
2. Uele
3. Haut-lomami
4. Haut uele
5. Ituri
6. Kasai-central

7. Kasai-oriental
8. Kinshasa
9. Kongo-central
10. Kwango
11. Kwilu
12. Lomami
13. Lualaba
14. Mai-ndombe
15. Maniema
16. Mongala
17. Nord-Kivu
18. Nord-ubangui
19. Sankuru
20. Sud-kivu
21. Ubangi
22. Tanganyika
23. Tshopo
24. Tshiapa
25. Haut-katanga
26. Haut-lomami

Avec ce nouveau découpage le Congo est passé de 11 à 26 provinces.

9 CONCLUSION

Dans ce présent travail, nous sommes parties du constat selon lequel, la RDC a procédé si souvent à des réformes administratives qui n'ont dans la plupart de cas aboutit aux résultats escomptés qui est le développement car, cela s'est fait parfois dans la précipitation et sans mesure d'accompagnement. Le cas des provincettes en est une illustration...

Pour que cela arrive à atteindre les objectifs poursuivis, nous suggérons que ceci soit fait de manière ordonnée afin d'éviter le tâtonnement dont on a toujours fait montre car ce dernier dénote de l'amateurisme et d'un manque de préparation.

Ne ditons pas que sans moyen pas moyen ?

REFERENCES

- [1] D.G. Lavroff. "L'administration publique du Zaïre : l'impact du milieu socio-politique sur sa structure et son fonctionnement," Bibliothèque (Institut d'études politiques de Bordeaux), Série Afrique noire 3, Paris, Pedone, 1973.
- [2] Cahier zaïrois d'études social et politique n°3 UNAZA.
- [3] Constitution du 15 février 2006 RD Congo.
- [4] C. DEBBASCH, grand texte administratif, T1, 3e édition, ed LGD, Paris 1970.

SRIM simulation of the interaction of heavy ions ^{36}Ar , ^{78}Kr , ^{136}Xe and ^{238}U with silicon material

Idrissa Gaye¹, Stéphane Yanhdet², Doudou Gaye³, Abdourahmane Diallo¹, Adam Sayoudi Bouzou², and Mamadou Wade²

¹UFR-Sciences and Technologies, Iba Der Thiam University of Thiès, Senegal

²Electromechanical Engineering Department, Polytechnic School of Thiès, Senegal

³Electromechanical Engineering Department, Polytechnic Institute of Saint-Louis, 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: This paper presents the SRIM simulation investigation of energetic particles (electrons, protons, heavy ions...) irradiation. Heavy Ions used are: ^{36}Ar , ^{78}Kr , ^{136}Xe and ^{238}U . The electronic and nuclear energy losses of the incident ions and their course in the target material of silicon was calculated. We studied the stopping power or LET (Linear Energy Transfer), it makes possible to evaluate the actual path and the penetration profiles of the incident ion in the silicon target.

KEYWORDS: SRIM, electronic energy loss, nuclear energy loss, Linear Energy Transfer (LET).

1 INTRODUCTION

Semiconductor materials used on spatial or ground applications are continuously exposed to a natural and artificial radiative environment, which means that they are constantly submitted to a particles flow which transmit energy to them [1].

This contribution of energy, by charged particles (protons, electrons and heavy ions) affects in part their stability, their performance and their reliability [2].

We will then use the simulation software "SRIM 2013" to study the ionization process and damages caused [3].

SRIM 2013 is a numerical simulation software used to calculate the kinetic phenomena associated with the energy losses of charged particles (electrons, protons and heavy ions). It is a set of programs for calculating the stop and range of ion penetration into the material (up to 2 GeV / amu, amu = atomic mass unity). He uses theories of quantum mechanics to describe the ion-atom collision.

In this program, developed by Ziegler and Biersack [3], the material is supposed to be isotropic. The calculations are carried out according to a Monte-Carlo simulation, consisting of following a large number of ions individually at random from collisions. An incident particle has a rectilinear trajectory with losses of electronic energies, and then changes direction under the nuclear collisions influence. When the energy of the particle is lower than its displacement energy it stops and there is energy dissipation in the phonons form [4].

2 LINEAR ENERGY TRANSFER DETERMINATION

2.1 CALCULATION OF STOPPING POWER AND ION FLOW

The stopping power or LET (Linear Energy Transfer) of an ion in a target represents the energy loss (dE) of the ion in the target per unit length (dx). It is defined by the following relationship: [5] - [6]

$$LET = -\frac{1}{\rho} \cdot \frac{dE}{dx} \quad (1)$$

The LET is divided into two components: the electronic LET and the nuclear LET.

$$LET = LET_{\text{electronique}} + LET_{\text{nucléaire}} \quad (2)$$

We have calculated the electronic and nuclear energy losses of the incident ions and their course in the target material of silicon, taking into account a specific mass density of 2.33 g/cm³. The ions used are: ³⁶Ar, ⁷⁸Kr, ¹³⁶Xe and ²³⁸U with different energy ranges in order to clearly see the irradiation effects on the target material [7].

2.2 ELECTRONIC ENERGY LOSS

The Electronic energy loss corresponds to the loss of energy by ionization or by excitation during the Coulomb interaction of the incident ion with the electronic procession of the atoms of the target medium.

Figure 1 below shows the profiles of electron energy loss in silicon versus irradiation energy for Argon, Krypton, Xenon and Uranium ions.

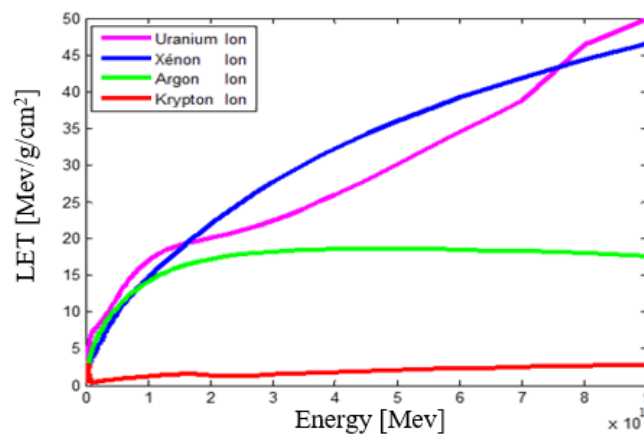


Fig. 1. Electronic energy loss by Ar, Kr, Xe and U ions in silicon depending on irradiation energy

The figure 1 shows that the electronic LET increases with the energy of incident particles. For example, the argon ion has a maximum electronic LET of about 18.65 MeV.cm².g⁻¹ for an energy of about 45 MeV, while the uranium ion has a maximum electronic LET of about 50 MeV.cm².g⁻¹ for an energy of about 90 MeV. This shows that heavy ions will transfer their energy only to silicon electrons. The electronic LET corresponds to the creation of electron-hole pairs by ionization during the Coulomb interaction of the incident ion with the electronic procession of atoms of the target medium. The resulting energy deposition can damage the target material [2] - [3].

2.3 NUCLEAR ENERGY LOSS

The Nuclear energy loss corresponds to the loss of energy by displacement of the atoms in the medium during the interaction of the incident ion with the Coulomb field of the nucleus of the target atoms [7].

Figure 2 below shows the profiles of nuclear energy loss in silicon versus irradiation energy for Argon, Krypton, Xenon and Uranium ions.

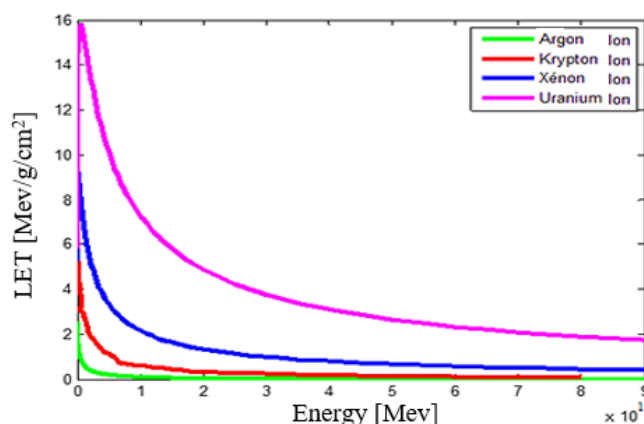


Fig. 2. Loss of nuclear energy of Ar, Kr, Xe and U ions in silicon as a function of energy

The figure 2 shows that the loss of nuclear energy is greater for ions of higher atomic number; the energy loss is very important for heavy particles. The figure 2 also shows that the loss of nuclear energy decreases with the incident ion energy; the loss of nuclear energy is less important for light particles. Thus for the same incident energy of 20 MeV for example, the uranium ion has a loss of 4,892 MeV.cm².g⁻¹ while the argon ion has a loss of 0.072 MeV.cm².g⁻¹. The figure also shows that at low energy, the loss of nuclear energy is important and then it decreases for increasing energies. This shows that light particles will transfer their energy only to the atomic nuclei of silicon. It corresponds to the loss of energy by displacement of the material atoms during the incident ion interaction with the Coulomb field of the target atoms nucleus. These direct transfers energy can also damage the target material. [6] - [9]

The following Tables 1 and 2 give respectively the electronic and nuclear LETs for heavy ions Ar, Kr, Xe and U at E = 50 Mev.

Table 1. Electronic LET values at E = 50 Mev

<u>particules</u>	<u>LET (MeV.cm².g⁻¹)</u>
Krypton	2.5
Argon	19
Uranium	30
Xénon	37

Table 2. Nuclear LET values from the projection curve

<u>particules</u>	<u>LET (MeV.cm².g⁻¹)</u>
Krypton	0.25
Argon	0.3
Uranium	3
Xénon	1

Indeed, the passage of an ion in the sensitive zone of a component, by creating a column of electron / hole pairs by ionization of the atoms of the medium, can induce a transient current which will disturb the system behavior.

3 TOTAL PATH (OR PENETRATION) OF THE ION IN THE SILICON

The total path is the distance traveled by the ion in the material until it is stopped, in other words, until it has given up its kinetic energy to the material. The stopping power makes it possible to evaluate the actual path of the incident ion in the material. Thus, the course of the ion along its trajectory in the target is defined by the following relation:

$$Range = \int_0^{E_i} \frac{1}{\left(\frac{\Delta E}{\Delta x} \right)} dE \quad (3)$$

E_i represents the initial kinetic energy of the particle when it enters the medium [10].

3.1 PENETRATION PROFILES OF AR, KR, XE AND U IONS IN SILICON

The figure 3 below represents the penetration profiles as a function of the energy of the Ar, Kr, Xe and U ions in the silicon.

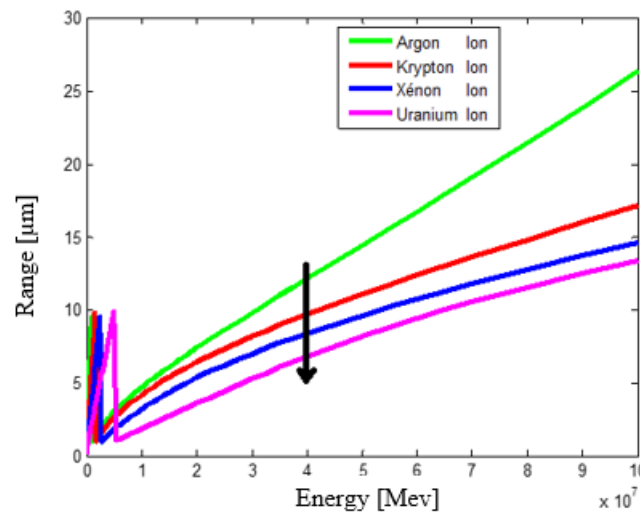


Fig. 3. Penetration profiles as a function of the energy of the Ar, Kr, Xe and U ions in the silicon

As shown in the figure, the distance traveled by a particle ion increases with its initial energy. At identical initial energies, the path decreases with the atomic number of the particle. Thus, for a given energy of 40 MeV for example, the lighter argon ion has a path of 12.13 μm and the heavier uranium ion has a path of 6.83 μm in the silicon. Silicon depends on particle velocity. Most of the energy is deposited at the end of the course.

3.2 ELECTRONIC ENERGY LOSS PROFILES AS A FUNCTION OF THE PENETRATION OF AR, KR, XE AND U IONS INTO SILICON

Figure 4 below materializes the plot of the electronic energy loss as a function of the penetration of the Ar, Kr, Xe and U ions into the silicon.

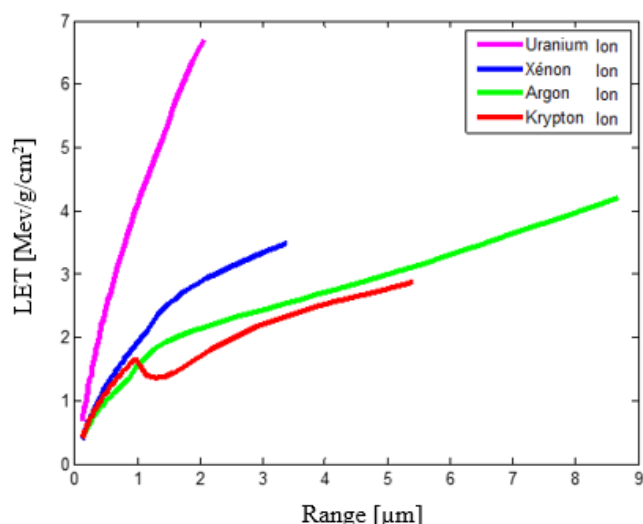


Fig. 4. TEL electronic energy loss as a function of the penetration of the Ar, Kr, Xe and U ions into the silicon

As the curve illustrates, the heavy ion of uranium has a large loss and a small path (about 6.699 KeV/ (g/cm²) and 2.061 μm). On the other hand, the light ion of argon has a small loss and a long path (about 4.215 KeV/ (g/cm²) and 8.688 μm). We also notice that the loss of electronic energy does not necessarily decrease with the path. Thus, we retain from these results that a heavy ion will deposit its energy on a small thickness of material and a light ion will deposit its energy on a greater material thickness. Variations in the LET of these particles along the path allow us to understand the effects of charge distribution and deposition. This deposition of charges through the silicon can induce a logical hazard (random, non-recurring and a malfunction at the end of the ion journey).

3.3 NUCLEAR ENERGY LOSS PROFILES AS A FUNCTION OF THE PENETRATION OF AR, KR, XE AND U IONS INTO SILICON

The plot of the curves in figure 5 below represents the loss of nuclear energy as a function of the penetration of the Ar, Kr, Xe and U ions into the silicon.

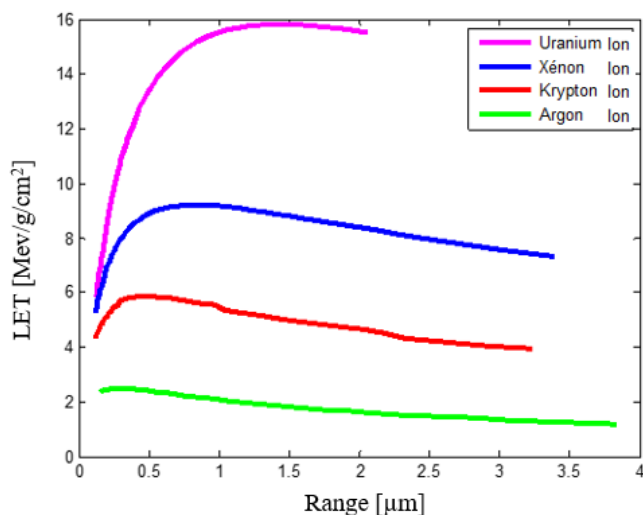


Fig. 5. Nuclear LET energy loss as a function of the penetration of the Ar, Kr, Xe and U ions into the silicon

It should be noted here that the figure materializing the variations of the energy loss with respect to the distance traveled represents the Bragg curve. We observe on these profiles a decrease in the energy loss from a maximum of deposition when the energy of the ions decreases. This maximum is called the Bragg peak.

3.4 STUDY OF ENERGY LOSS VARIATION AS A FUNCTION OF PARTICLES VELOCITY

The following equation defines the relationship of energy loss as a function of velocity. [14]

$$TEL = -\frac{1}{\rho} \cdot k \cdot q^2 \cdot n \cdot \frac{Z}{v^2} \quad (4)$$

The profiles of the curves in figure 6 below materialize the variations in the energy loss of the Ar, Kr, Xe and U ions as a function of the velocity.

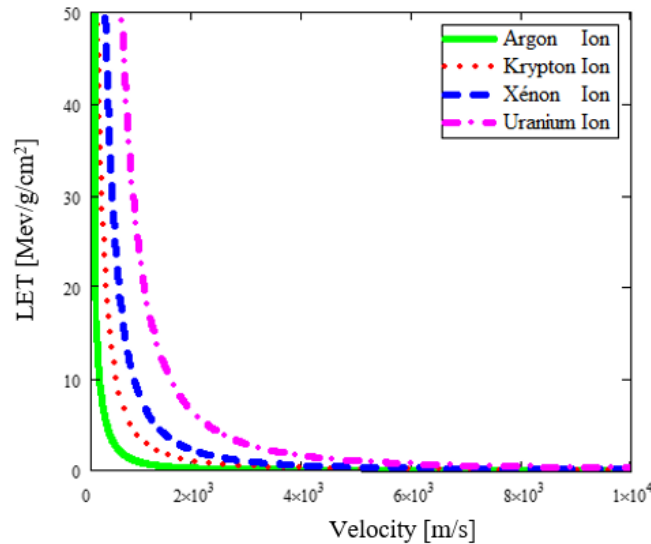


Fig. 6. Energy loss of Ar, Kr, Xe and U ions as a function of velocity

In this figure we observe a decrease in the loss of energy when the speed increases. We note here that at very high speed the Ar, Kr, Xe and U ions will in no way transfer their energy to the silicon target. Thus, the energy loss is in the low (low) speed range corresponding to collisions of the ions with the electrons of the target. The decrease in energy loss is much deeper for particles with low charges than those with high charges.

3.5 STUDY OF THE CROSS SECTION AS A FUNCTION OF ENERGY LOSS

The cross section is used to measure the sensitivity of an electronic circuit to singular effects. It is determined for several values of LET defined as the energy loss of the incident particle in silicon devices. The cross section as a function of the energy loss is defined by the following relation: [11]

$$\sigma(TEL) = \sigma_0 \cdot \left[1 - \exp\left(-\left(\frac{TEL - L_0}{\omega}\right)^s\right) \right] \quad (5)$$

3.5.1 CROSS-SECTION PROFILES AS A FUNCTION OF THE ENERGY LOSS OF AR, KR, XE AND U IONS FOR DIFFERENT SILICON THICKNESS VALUES

The plot of the curve profiles in figure 7 below represents the variations of the cross section as a function of the energy loss.

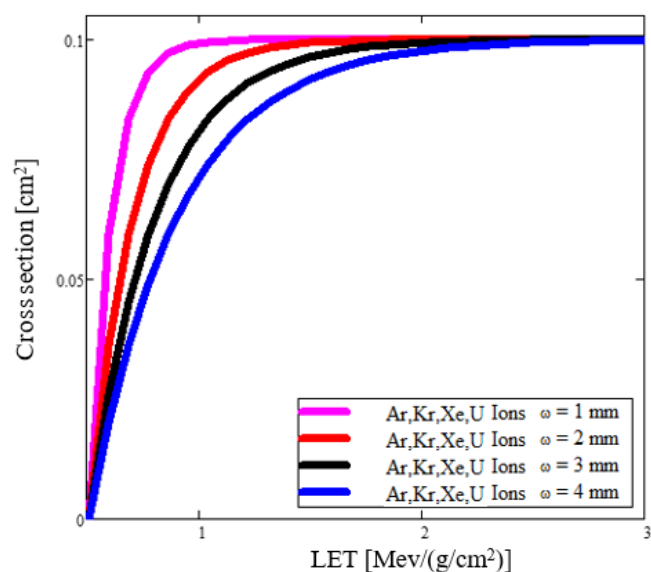


Fig. 7. Cross section of ions Ar, Kr, Xe et U in silicon as a function of LET for différents thickness values

The figure shows cross section profiles versus energy loss for different thicknesses of silicon. The graphs clearly show that the dimensions of the thickness have a significant influence on the charge deposition in the material. The lower it is, the greater the section impacted during the interaction, therefore a maximum sensitive surface. This has an impact today on microelectronic components due to the drastic reduction (increasingly advanced integration and miniaturization integrated circuits) of the size (dimension) of their circuits because it affects the reliability of integrated circuits by increasing their sensitivity to ionizing particles. TEL is used to characterize the sensitivity of a component.

3.5.2 LOSS OF ENERGY BY RADIATION: BREMSTALUNG PHENOMENON.

When a charged particle enters the field of a nucleus with kinetic energy, it experiences acceleration or deceleration. This is called braking radiation or Bremstahlung radiation [12].

3.5.3 EVALUATION OF THE ENERGY LOSS ACCORDING TO THE INCIDENT ENERGY

In the figure 8, we represent the profiles of the energy loss by Bremstahlung radiation as a function of the energy for different heavy ions: Ar, Kr, Xe and U

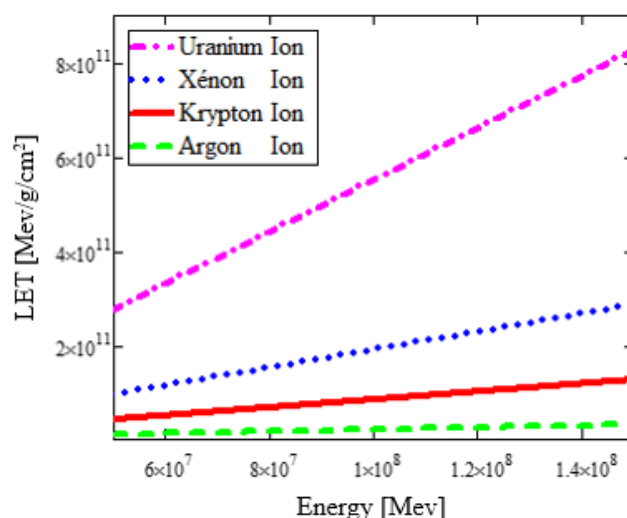


Fig. 8. Radiation LET of Ar, Kr, Xe and U ions in silicon as a function of energy

In this figure we note that the loss of energy by radiation is proportional to the energy of the incident particle. It increases with the atomic number of the incident ion.

3.5.4 EVALUATION OF ELECTRONIC ENERGY LOSS AS A FUNCTION OF THICKNESS

The figure 9 below represents the variations of the electronic loss according to the thickness.

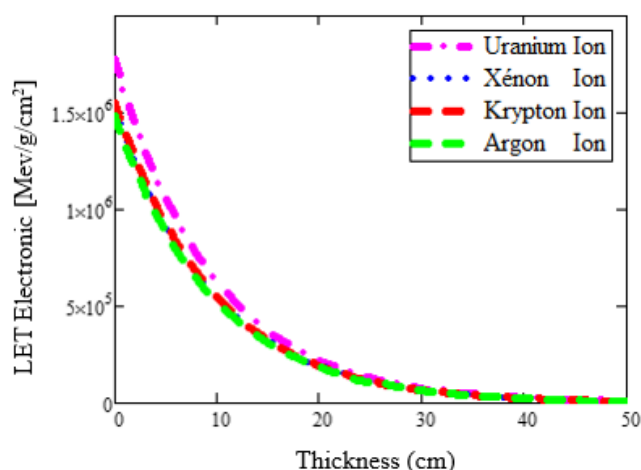


Fig. 9. *Electronic LET of Ar, Kr, Xe and U ions in silicon as a function of the thickness traversed*

In this figure, we observe a decrease in the energy loss following an exponential decay during the interactions of the ions ^{36}Ar , ^{78}Kr , ^{136}Xe and ^{238}U with the atomic nuclei of silicon. This is explained by a deviation in the trajectory of the charged particles causing a change in the speed of the ions which then results in an electromagnetic emission called braking radiation or Bremstahlung. The figure also shows that for the same target material (silicon) the curves representing the energy loss of the different ions studied have the same profile and that the radiation loss decreases as the material is thicker.

3.5.5 EVALUATION OF ELECTRONIC ENERGY LOSS AS A FUNCTION OF RADIATION LENGTH

The profiles of the figure 10 below represent the variations of the electronic energy loss according to the radiation length.

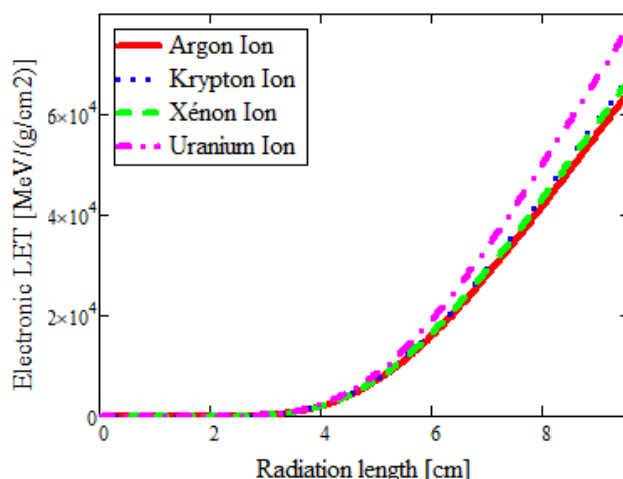


Fig. 10. *Electronic LET of Ar, Kr, Xe and U ions in silicon as a function of radiation length*

This figure shows that the radiation length has an effect on the loss of radiative energy. This limits the deposition of charges at the end of the path of the ion in the material.

3.5.6 EVALUATION OF THE ENERGY DEPOSITED BY THE PARTICLE AS A FUNCTION OF THE THICKNESS

The plot of the profiles in figure 11 below represents the energy deposition of the Ar, Kr, Xe and U particles as a function of the thickness

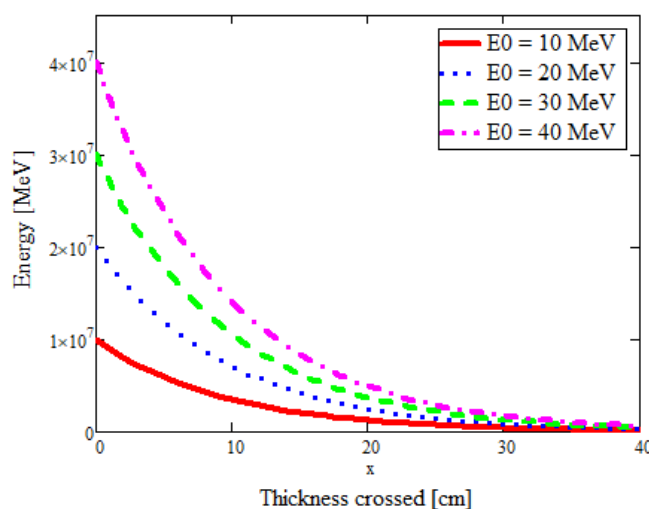


Fig. 11. Profile of the energy deposited as a function of the thickness crossed for $X_0 = 9.569 \text{ cm}$

The figure shows that the deposition of energy during the interactions of Ar, Kr, Xe and U ions with silicon depends on the thickness of the latter. Whatever the incident particle, its initial energy decreases as it penetrates the material. Thus, the thickness of the material contributed to the reduction of the stopping power by radiation.

3.5.7 EVALUATION OF THE ENERGY DEPOSITED BY THE PARTICLE AS A FUNCTION OF THE LENGTH OF RADIATION

The plot of the profiles in figure 12 below represents the energy deposition of the Ar, Kr, Xe and U particles as a function of the radiation length.

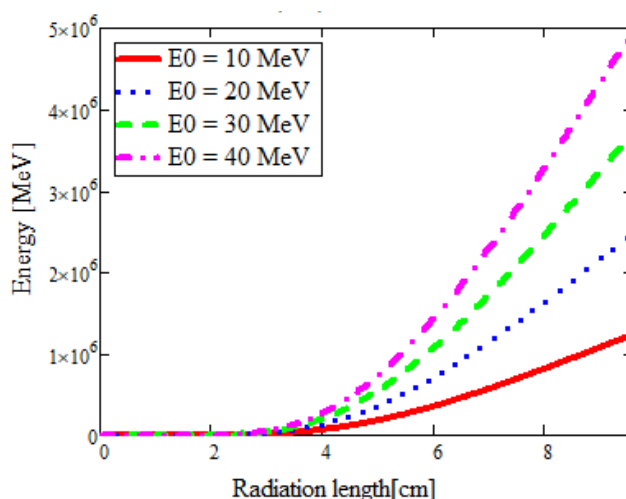


Fig. 12. Profile of energy deposited as a function of radiation length

The figure shows that the energy deposited during the interactions of Ar, Kr, Xe and U ions with silicon increases with the radiation length X_0 of the material from $X_0 \text{ mini}$ to $X_0 \text{ maxi}$.

3.5.8 ASSESSMENT OF NUCLEAR ENERGY LOSS AS A FUNCTION OF RADIATION LENGTH

The figure 13 below represents the loss of nuclear energy as a function of the radiation length.

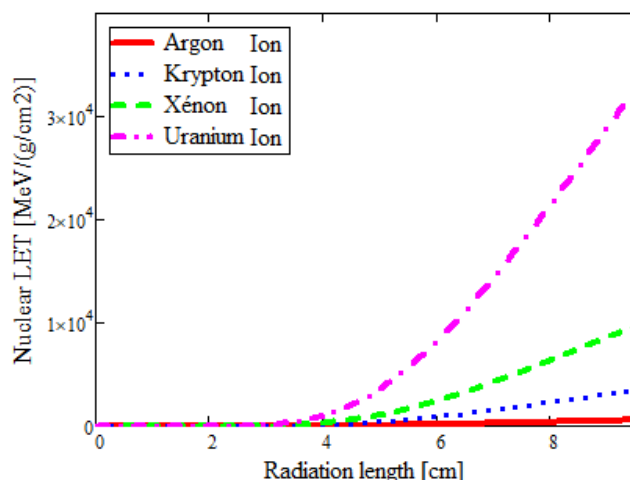


Fig. 13. Nuclear LET of Ar, Kr, Xe and U ions in silicon as a function of radiation length

In this figure we observe that the TEL appears from a certain value of the minimum X0 radiation length (about 4 cm) of the silicon material and evolves along the trajectory of the particle until the maximum X0 radiation length (9.569 cm) where it will stop.

4 CONCLUSION

The study we have just carried out has shown that the interaction of charged particles with matter leads to a loss of energy in a target material (silicon in our case) by collision and by radiation (Bremsstrahlung phenomenon). This study shows that decrease in energy loss is much deeper for particles with low charges than those with high charges, and also showed the influence of the microscopic parameters of silicon on the stopping power. The deposition of charges through the silicon can induce a transient current which will disturb the system behaviour and damage de target material.

REFERENCES

- [1] Ronald L. PEASE, Allan H. JOHNSTON, Joseph L. AZAREWICZ, « Radiation testing of semiconductor devices for space electronics », *Proceeding of the IEEE*, vol 76, N°11, November 1988.
- [2] I. GAYE, R. SAM, A.D. SERE, I.F. BARRO, M.A. OULD EL MOUJTABA, R. MANE, G. SISSOKO, « Effect of irradiation on the transient response of a silicon solar cell » *International Journal of Emerging Trends and technology in Computer Science*, Volume 1, Issue 3, September – October 2012, Page (s): 210 – 214.
- [3] James F. Ziegler, M.D. Ziegler, J.P. Biersack « SRIM - The Stopping and Range of Ions in Matter », *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 268 (2010) 1818–1823.
- [4] Michio YOSHIKAWA, Takeshi SUGITA, Jun SAEGUSAI, Yoshihiko TANIMURA and Makoto YOSHIDA, « A Monte Carlo Program for Estimating Characteristics of Neutron Calibration Fields Using a Pelletron Accelerator », *Journal of NUCLEAR SCIENCE and TECHNOLOGY*, Supplement 2, p. 1240-1243 (August 2002).
- [5] M.O. El- Ghossain*. Calculations of Stopping Power, and Range of Ions Radiation (Alpha Particles) Interaction with Different Materials and Human Body Parts, *International Journal of Physics*, 2017, Vol. 5, No. 3, 92-98.
- [6] A. Javanainen, T. Malkiewicz, J. Perkowski, W. H. Trzaska, A. Virtanen, G. Berger, W. Hajdas, R. Harboe-Sørensen, H. Kettunen, V. Lyapin, M. Mutterer, A. Pirojenko, I. Riihimäki, T. Sajavaara, G. Tyurin, and H. J. Whitlow, « Linear Energy Transfer of Heavy Ions in Silicon ». *IEEE TRANSACTIONS ON NUCLEAR SCIENCE*, VOL. 54, NO. 4, AUGUST 2007.
- [7] Juraj Hanžek, Pavo Dubček*, Stjepko Fazinić, Kristina Tomić Luketić and Marko Karlušić *. High-Energy Heavy Ion Irradiation of Al_2O_3 , MgO and CaF_2 , *Materials* 2022, 15, 2110. <https://doi.org/10.3390/ma15062110>.
- [8] J. J. GROB, A. GROB, A. PAPE, P. SIFFERT. Energy loss of heavy ions in nuclear collisions in silicon. Centre de Recherches Nucléaires et Université Louis Pasteur, 67037 STRASBOURG CEDEX - FRANCE.
- [9] S. MARTINIE, T. SAAD-SAOUD, S. MOINDJIE, D. MUNTEANU, J.L. AUTRAN. « Behavioral modeling of SRIM tables for numerical simulation », *Elsevier journal*, Volume 322, 1er mars 2014, pages 2-6.
- [10] Haider F. Abdul Amir and Fuei Pien Chee, Member IACSIT, « Characterization of Proton Irradiation Effect in Semiconductor Material », *International Journal of Applied Physics and Mathematics*, Vol. 3, No. 5, September 2013, Pages: 341-344.
- [11] Nestor R. Arista, « Energy loss of ions in solids: Non- linear calculations for slow and swift ions », *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 195 (2002) 91–105.
- [12] O Embréus¹, A Stahl and T Fülöp, « Effect of bremsstrahlung radiation emission on fast electrons in plasmas », *New J. Phys.* 18 (2016) 093023, doi: 10.1088/1367-2630/18/9/093023.

Mode of consumption and food waste: Determinants and challenges for Tunisian consumers

Bouras Hela¹ and Dorsaf Jammali²

¹ISIG, University of Kairouan, Tunisia

²ESSECT, University of Tunis, Tunisia

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: Food losses play a very important role in efforts to fight hunger, increase incomes and improve food security in the poorest countries. They have an impact on food security for the poorest populations, on food quality and food safety, on economic development and on the environment.

The purpose of the survey is to analyze food consumption habits. The variables used are regional disparity and socio-economic category (age group, monthly food consumption expenditure, consumer preferences for supermarkets, density of meal preparation, preparation for purchases in view of compliance with the needs (rationality)).

Our sample consists of 2004 households over 20 years old; our sample was broken down into 4 age groups, by sex, by 7 regions, by number of families, by number of working families, and by education.

thanks to our sample, we detected the following factors or determinants of food waste; a highest percentage claim that they buy too much in quantities greater than needed, a lower percentage believe that they cook large quantities of meals, a smaller number of consumers claim that they buy food products in a random manner. 74.8% argue that it is the default of poor food preservation. 58% of consumers explain this waste by the fact that food products become non-edible before the expiration date. Tunisian consumers are aware that there is a lot of waste (70% of Tunisian families consider that there is a lot of waste). Unfortunately, only 3.9% of the remaining food is recycled, which represents a very low percentage compared to that spilled in the trash (24%). Nevertheless, 45% of the remaining food is supplied to domestic animals, which explains a lower level of wastage in the north and south than in Greater Tunis (the presence of the activity of raising sheep, chickens and rabbits...). This component is a factor promoting the circular economy.

KEYWORDS: Food waste, food security, consumption mode.

1 INTRODUCTION

Food losses play a very important role in efforts to fight hunger, increase incomes and improve food security in the poorest countries. They have an impact on food security for the poorest populations, on food quality and food safety, on economic development and on the environment. The precise causes behind these losses vary in different regions of the world and are closely related to the geographical location and specific conditions of each country. Food losses relate to food crop choices and patterns, existing infrastructure and capacities, marketing channels and distribution channels, consumer behavior and food habits. The factors that interest us in this paper are those relating to consumer behavior and eating habits.

The consumption of food products constitutes the first concern of the consumer as well as the most important part of the consumption of individuals since it obeys a need, physiological, psychological and social, its non-satisfaction poses a problem for food security and puts in game the human capital variable. Indeed, the maintenance of physical capital (health, food, etc.) is also taken into account in the theory of human capital (G. becker 1964). The individual optimizes his abilities by preventing them from depreciating too much due to the devaluation of his general and specific knowledge or the degradation of his physical and moral health. He invests in such a way as to increase his future productivity and income. Food is a political,

economic and social issue that helps to strengthen sustainable development. Understanding the food and nutritional situation of populations as well as the disparities between different consumer groups is a crucial tool for preventing food insecurity.

The circular economy is a principle forged in the 1960s by the work of Kenneth E. Boulding "The Economics of the Coming Spaceship Earth". It is an economic system of exchange and production which, at all stages of the life cycle of products (goods and services), aims to increase the efficiency of the use of resources and to decrease the impact on the environment, while developing the well-being of individuals.

The health crisis, political instability and war in Ukraine have made food insecurity visible worldwide and in Tunisia specifically. These facts have shown the limits of the institutional response, namely:

- The lack of economic income of the populations concerned, which leads, in conjunction with degraded living conditions, to nutritional imbalances and health risks;
- The charitable foundations of the public policies carried out since the mid-1980s which have led to the fight against food insecurity being misdirected.

The report by the institute specializing in geo-economic issues in the MENA region noted that growing food insecurity in Tunisia has become a determining factor in the country's precarious political situation since 2014.

According to the three-year average of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 25.1% of Tunisians were in a state of moderate to severe food insecurity in 2018-20, against 18.2% in 2014-16. Although Tunisia has achieved self-sufficiency in dairy products, vegetables and fruits, the country remains extremely dependent on foreign cereal purchases, importing 50% of the cereals used for human consumption and 60% of those used for livestock feed. Nevertheless, Tunisian consumers are somewhat protected from the high cost of these foreign imports thanks to government food subsidies¹.

How much food is lost and wasted today in Tunisia ? and is it possible to avoid food losses? These are questions to which it is impossible to provide precise answers and few studies are currently carried out in this field.

The purpose of our paper is to analyze the habits of food consumption as well as the determining factors. The variables retained are regional disparity and socioeconomic category (age group, gender, monthly food consumption expenditure, consumer preferences for large surfaces, meal preparation density, preparation for purchases for compliance with the needs (rationality)). Firstly, We will discuss the theoretical progress in terms of consumption patterns and food waste. Secondly, we will analyze the international and national scene for these two concepts. Finally, we will discuss our research methodology and the discussion of the results found.

2 MODE OF CONSUMPTION AND FOOD WASTE: THEORETICAL PROGRESS

A concept that appeared in the 1970s, the circular economy is an economic system of exchange and production which, at all stages of the life cycle of products (goods and services), aims to increase the efficiency of the use of resources and reduce the impact on the environment, while developing the well-being of individuals. The very term circular economy appeared in 1990, in the book "Economics of Natural Resources and the Environment" by David W. Pearce and R. Kerry Turner. In recent years, various legislative provisions accompanied by objectives and action plans have sought to promote this type of economy. The circular economy is a principle forged in the 1960s by the work of Kenneth E. Boulding "The Economics of the Coming Spaceship Earth". In 1976, the notion of a loop economy appeared in a report by Walter Stahel and Geneviève Reday for the European Commission and published in a book "Jobs for Tomorrow". The roadmap for the circular economy sets out in operational terms the transition to be made in order to move from a linear economic model "manufacture, consume, throw away" to a circular model which will integrate the entire life cycle of products, from their eco-design to waste management, obviously including their consumption by limiting waste. This includes measures to produce better, consume better, produce less waste and mobilize stakeholders.

The law relating to the fight against waste and the circular economy has been well established in developed countries with a view to accelerating the change in the production and consumption model, limiting waste and preserving natural resources,

¹ « Situation fragile de la sécurité alimentaire au Maghreb : impact de la crise des céréales de 2021 en Tunisie, en Algérie et au Maroc » édité dernièrement par Le Middle East Institute (MEI)

biodiversity and climate. It is divided into five main areas: getting out of disposable plastic, better informing consumers, fighting against waste and for solidarity reuse, acting against planned obsolescence and producing better. It is customary to describe the circular economy in three areas of action and seven pillars. The indicators selected are intended to illustrate each of these areas and pillars.

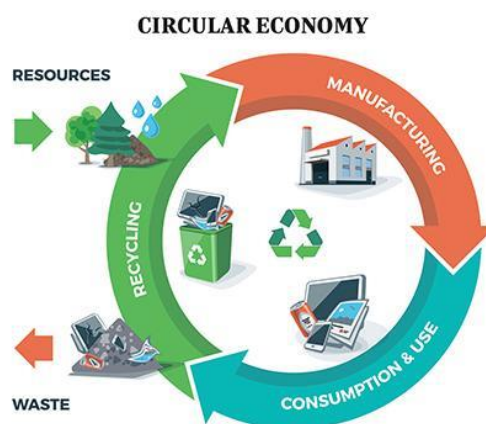


Fig. 1. Figure 1: Action areas and pillars of the circular economy (Appendix 1)

Indicateurs clés pour le suivi de l'économie circulaire - Édition 2021

The circular model advances the fact that "nothing is created, everything is transformed", proposed by the circular economy aims to develop new ways of producing and consuming in order, on the one hand, to limit the consumption of natural resources and, on the other hand, reintroducing the material contained in the waste into the production cycles. This model is compatible with the project of sustainable development. The circular economy has the advantage of being compatible with the 3 pillars of the sustainable development model, namely the economic, social and environmental pillar. With regard to the first pillar, research work has been able to demonstrate that the potential of CE is a minimum net saving of 380 billion dollars per year in raw materials in Europe, plus the creation of positive value. This concept is based on relocated consumption, support for industrial and agricultural activity in the territories and the development of new sectors dedicated to repair, reuse and recycling. Each reduction of one percentage point in the use of primary resources in Europe is equivalent to around €23 billion in savings for companies, with the potential for job creation of between 100 and 200,000 jobs².

Given the three areas of action of the circular economy, in our work we will focus on the second area "Consumer demand and behavior". Faced with the succession of crises of all kinds, individuals in search of meaning and concerned about environmental, social and political damage are acting and organizing themselves in the direction of regaining control over events. Many practices of reasoned consumption, organic consumption, frugality, sorting, recycling, vigilance and denunciation of unfair practices (green washing, fairwashing), sharing, collaboration, etc. are developing. Indeed, the sharing and/or collaborative economy is a new consumer behavior. As pillars of the circular economy model, they result in greater efficiency of the resources mobilized in the processes. The notions of "sharing" and "collaboration" bring together very different economic methods. If these notions have in common to be based on pooling or collective action, their purposes and operating rules differ. From an economic point of view, pooling can indeed be a gift, loan, barter, hire-purchase, or even joint purchase. All these formulas coexist.

The sharing economy is therefore ambivalent. The idea implicitly refers to the idea of solidarity, mutual aid and conviviality, but the reality actually cuts across very diverse economic forms. Because of this ambivalence, Damien DEMAILLY (2014) considers that the sharing economy oscillates between "utopia and big business with, on the one hand, a libertarian vision born of the social Internet which brings together people wishing to exchange goods and peer-to-peer services to reconnect. On the other, there is the commercial, even ultra-liberal vision, which sees entrepreneurs positioning themselves to develop this new economy for the purpose of profit. It is therefore appropriate to provide clarification on the terms used in the context

² La consommation des ménages | economie.gouv.fr

of the collaborative economy and the sharing economy. The collaborative economy (Perret, 2019) represents all behaviors centered on access, pooling and sharing of goods, services and information in which use prevails over individual ownership.

It therefore contributes to increasing the intensity of use of a good. In terms of organization, this type of economy is facilitated by Internet platforms and the massive adoption of mobile.

The sharing economy refers to co-production communities in which individuals organize themselves to produce a common good. The objective of these communities is not the maximization of profit but the sharing (of knowledge, travel costs, etc.)³. When it comes to waste, consumers are sometimes presented as unconcerned and ignorant: "More in a hurry and less attentive, consumers often misinterpret consumption dates, do not worry about the organization of their refrigerator constantly solicited by the promotional campaigns of supermarkets, often ill-suited to personal consumption", which would seem to exclude the fact that "the" consumer is concerned about waste and acts to reduce it⁴. Food losses correspond to the decrease in the mass of edible foodstuffs observed in the segment of the food chain where edible foodstuffs intended for human consumption are produced. Food losses occur at the production, post-harvest and processing stages (Parfitt et al., 2010). Losses at the end of the food chain (distribution and final consumption) are generally referred to as "food waste", referring to the behavior of distributors and consumers (Parfitt et al., 2010). "Food" losses and waste only concern products that are directly intended for human consumption, excluding animal feed or other products that are not edible. Developing countries are more affected by losses during production; middle- and high-income regions by waste at the retail and consumer level. The food we waste is also money we waste. A lot of money is invested in the production, processing and transport of food products, as well as subsidies offered to companies in the agri-food sector and support for those affected by the negative consequences of food waste.

The international pact against food waste defines food waste as "any food intended for human consumption which, at any stage in the food chain, is lost, discarded or degraded". This practice, a sign of a linear economy, constitutes a loss of direct and indirect resources (raw materials, water, energy). This indicator is part of the targets relating to the 2030 Sustainable Development Goals defined by the UN. Several studies have focused on the economic and social impact of food waste, but few have focused on the determinants and causes of this waste in order to be able to act correctly. Studies (FAO 2012, FAO 2013) have been able to demonstrate that food waste is caused in particular by poor management of purchases, a lack of knowledge of conservation techniques and the distinction between use-by dates and optimal use-by dates. The most wasted foods are: bread, opened products, leftover meals and fruits and vegetables. In addition, food production requires resources: water resources, fertilizers and pesticides and mobilizes land. Considering the entire food chain, energy is also needed for transport, packaging, storage and conservation. When foodstuffs are wasted, it is equivalent to wasting all the resources it took to produce them!

This preservation of resources is part of the foundations of sustainable development. The fight against hunger and extreme poverty is the first Millennium Development Goal, among the 8 goals adopted by the United Nations (UN) in 2000. The scourge between food waste and food insecurity⁵ is growing. Moreover, the later the waste occurs in the food chain, during meals for example, the greater the impact, because before reaching our plates the products have been transformed, packaged and transported, all processes that require Energy. The impact also differs from one food to another: the food that consumes the most water and emits the most greenhouse gases is beef (15,500 liters of water for 1 kg, i.e. almost 4 times more than for 1 kg of chicken).

3 MODE OF CONSUMPTION AND FOOD WASTE: STATE OF PLAY

The FAO has estimated that 1.3 billion tons of food is wasted each year: almost a third of the food produced. Food waste aggravates the negative externalities of agricultural expansion and monoculture by causing unjustified losses of biodiversity (including the disappearance of mammals, birds, fish and amphibians). A study carried out by the FAO (2013), showed that reducing food waste will reduce by 60% the need to increase food production to meet the needs of the population. Quantifying the economic impact of food waste around the world is hard to learn, but some figures put it between \$780 billion and \$1

³ « Activer l'économie circulaire » – Nicolas BUTTIN et Brieuc SAFFRE – Edition Eyrolles 2015

⁴ Extraits du site <http://alimentation.gouv.fr/stop-au-gaspi>, Ministère de l'Agriculture

⁵ When people "do not have access to food in sufficient quantity and nutritional quality for normal growth and development in order to lead a healthy and active life" we speak of "food insecurity".

trillion per year⁶. The FAO finds that some of it is unavoidable (crops lost to drought or disease, for example), but much of it is completely avoidable. Indeed, she estimates that saving all the money lost in food waste could feed 2 billion people, far more than the number of hungry people in the world.

This study was able to demonstrate that for developed countries, families waste on average nearly \$1,500 of food each year, some even estimate it at more than \$1,700. Nevertheless, food waste would result in health-related costs of approximately \$150 billion from the use of pesticides⁷. In fact, the total social cost of food waste – including health care, food insecurity due to rising food costs, and lost productivity due to nutritional deficiencies – would cost around \$900 billion per year. Per capita food losses in Europe and North America reach 280-300 kg/year. In sub-Saharan Africa, South Asia and South-East Asia, they are 120-170 kg/year. The total production of edible food per capita for human consumption is, in Europe and North America, about 900 kg/year and in sub-Saharan Africa, South Asia and South-East Asia 460 kg /year. Food waste observed among consumers in Europe and North America is, per capita, 95-115 kg/year, while this figure is only 6-11 kg/year in sub-Saharan Africa, South Asia and in Southeast Asia (Figure 2).

Food losses in industrialized countries are as great as in developing countries; in the latter, more than 40% of losses are observed during the post-harvest and product processing phase, while in industrialized countries more than 40% of these losses are observed at the distribution and consumption stage. Consumer food waste recorded in industrialized countries (222 million tonnes) is almost as high as the total net food production recorded in sub-Saharan Africa (230 million tonnes)⁸.

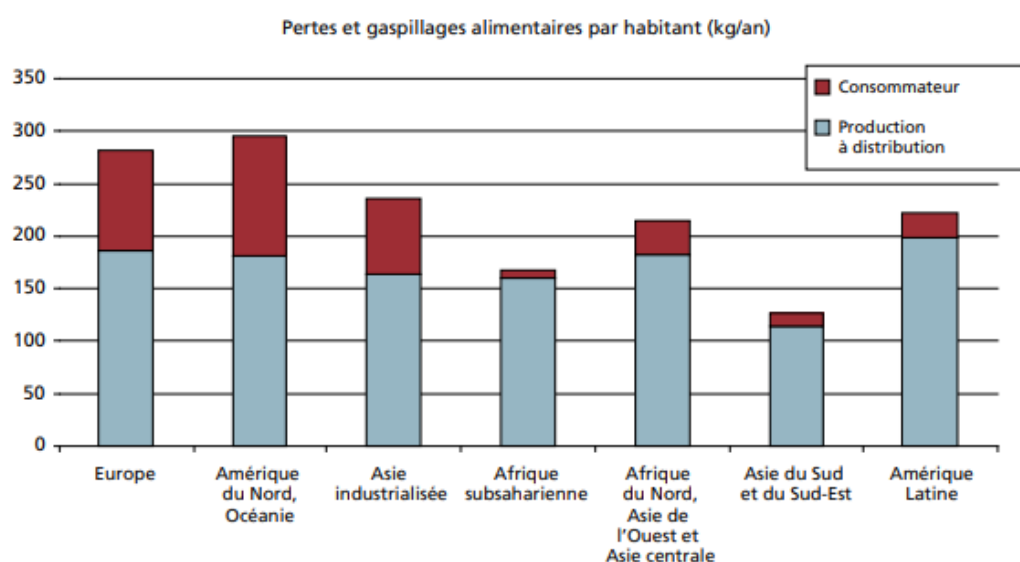


Fig. 2. Food losses and waste per capita and by region, at the consumption and pre-consumption stages

For cereals (Figure 3), wheat is the main crop in high-income countries; the consumption stage registers the highest losses, between 40-50% of the total wastage. In low-income regions, rice is the main crop, especially in the densely populated regions of South Asia and Southeast Asia. In these regions, rather high food losses are observed in the food chain during production, post-harvest and storage operations; lesser losses are seen at the distribution and consumption stage.

⁶ Pertes et gaspillages alimentaires dans le monde - Ampleur, causes et prévention, FAO, 2012, 41 p

⁷ Pertes et gaspillages alimentaires, l'état des lieux et leur gestion par étapes de la chaîne alimentaire, Ademe, mai 2016, 165 p

⁸ FAO. 2012. Pertes et gaspillages alimentaires dans le monde – Ampleur, causes et prévention. Rome

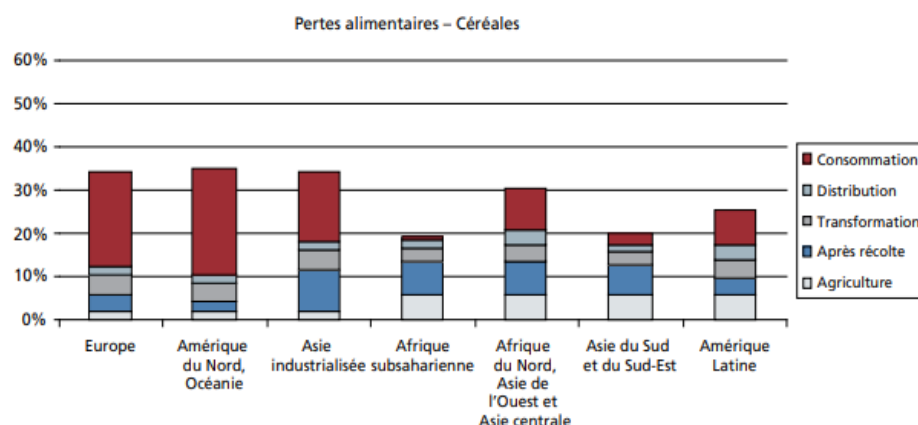


Fig. 3. Cereals - Initial production lost or wasted by region, at different stages of the food chain

FAO. 2012. Pertes et gaspillages alimentaires dans le monde – Ampleur, causes et prévention. Rome

According to the latest survey by the National Institute of Statistics in 2019, Tunisians devote a significant part of their budget to food, i.e. 3871 DT annually per person. Expenditure disparities between regions are very striking, with a higher annual average in large cities such as Tunis 5,810 TND per inhabitant or governorates such as Ariana 5,461 TND, Monastir 5,115 TND. The expenses of the inhabitants of the governorates of Nabeul are 3,919 TND; and for Sousse around 3,774 TND very close to the national average. Consumption is more modest in the central and southern regions of the country, such as the governorate of Kairouan; the average annual expenditure per capita is 2,269 TND. Tunisian household spending is dominated by spending on food (28.9%) and spending on housing (26.6%). The following graph illustrates the structure of household spending in Tunisia in 2019 according to the results of the survey cited above.

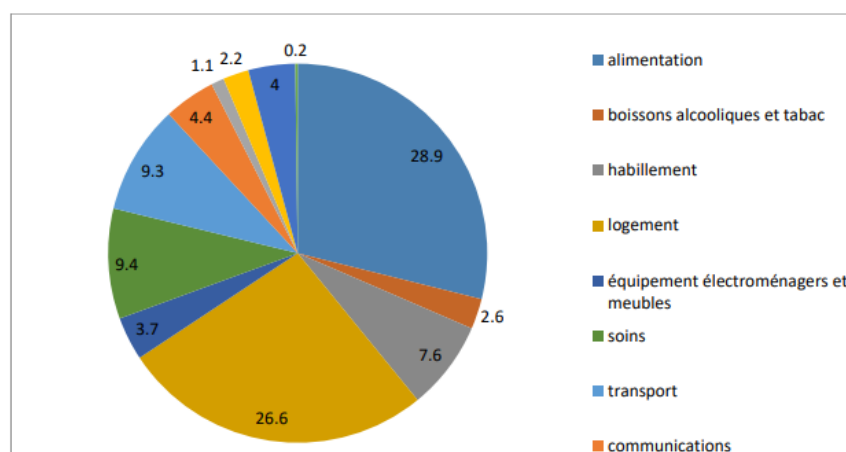


Fig. 4. Structure of Tunisian household expenditure in percentage for the year 2019

Enquête nationale quinquennale sur le budget, la consommation et le niveau de vie des ménages, 2019.

With regard to the structure of consumption, the Tunisians grant an important place to the groups of cereals and derivatives in their diet, headed by durum wheat, which constitutes a basic product in dietary habits. However, this diet tends to change over time. We particularly note that the quantities of cereals consumed/head of inhabitant decreased slightly between 1985 and 2019. The following graph illustrates the evolution of the quantities of cereals consumed/head of inhabitant:

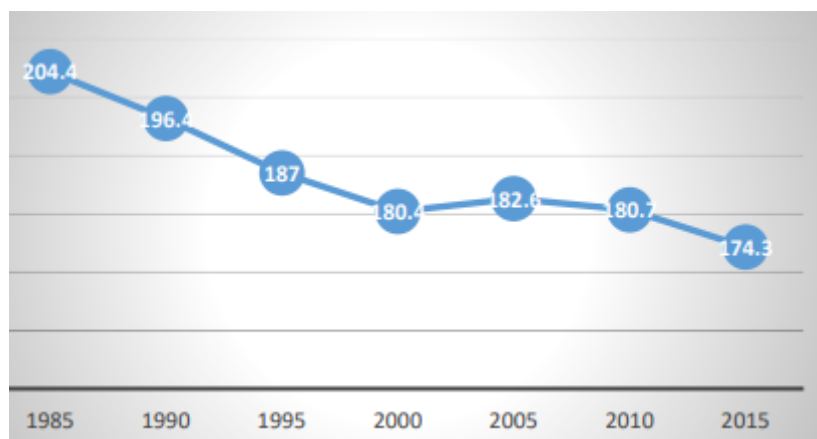


Fig. 5. Evolution of the quantities of cereals consumed per capita

Personal compilation

This evolution is largely explained by the change in the consumption behavior of Tunisians. While the quantities of frozen vegetables consumed continue to evolve (64 kg/inhabitant in 2019 against 46.8 kg in 1985), the quantities of meat consumed practically doubled between 1985 and 2019, going from 17.8 kg / year / inhabitant to 32.5 kg / year / inhabitant and Milk occupies an increasingly important place in food (37.5 kg/year / inhabitant in 1985 to 109.7 kg/year/inhabitant in 2019). The Tunisian citizen's diet is still based on cereals (174.4 kg/year/inhabitant including 63.8 kg of durum wheat and 84.9 kg of soft wheat). However, a diversification of the foods consumed was observed. The Tunisian of today consumes large quantities of meat, milk & derivatives, eggs and vegetables & fruits⁹.

In this perspective we seek to know the food and nutritional situation of the Tunisian population based on the socioeconomic category and regional disparity. The existence of a nutritional imbalance between socioeconomic and regional categories. Without forgetting to bet on the fact that the subsidy of cereal-based food products can encourage waste.

4 MODE OF CONSUMPTION AND FOOD WASTE: METHODOLOGY AND RESULTS

4.1 METHODOLOGY

The purpose of the survey is to analyze food consumption habits. The variables used are regional disparity and socio-economic category (age group, monthly food consumption expenditure, consumer preferences for supermarkets, density of meal preparation, preparation for purchases in view of compliance with the needs (rationality).

Our sample consists of 2004 households over 20 years old; our sample was broken down into 4 age groups, by sex, by 7 regions, by number of families, by number of working families, and by education.

⁹ Principaux résultats des enquêtes et sondages sur le gaspillage alimentaire ; Institut National de la consommation, Tarak Ben Jazia, 2019

Table 1. Distribution of the sample by Region

Region	Sample	Maximum margin of error
Grand tunis	502	4.4%
Nord Est	283	5.9%
Nord Ouest	217	6.7%
Centre Est	464	4.6%
Centre Ouest	249	6.3%
Sud Est	181	7.4%
Sud Ouest	108	9.5%
Sur le plan national	2004	2.2%

Table 2. Distribution of the sample by gender

Sex	Sample	Maximum margin of error
Male	981	3.1%
Women	1023	3.1%
Nationally	2004	2.2%

Table 3. Distribution of the sample according to age

Age range	Sample	Maximum margin of error
Between 20 and 29	493	4.4%
Between 30 and 44	672	3.8%
Between 45 and 59	498	4.4%
Over 60	341	5.3%
Nationally	2004	2.2%

Table 4. Distribution of the sample according to family members

Member of the family	Sample	Maximum margin of error
Between 1 and 2	261	6.1%
Between 3 and 4	842	3.4%
Between 5 and 6	716	3.7%
Between 7 and 8	139	8.4%
More or equal to 9	46	14.6%
Nationally	2004	2.2%

Table 5. Distribution of the sample according to the employability of family members

Family composition according to employability	Sample	Maximum margin of error
No employees	389	5%
Between 1 and 2	1441	2.6%
Between 3 and 4	155	8%
5 and more	19	22.7%
Nationally	2004	2.2%

Table 6. Distribution of the sample according to education of family members

Composition of the family according to the number of schooling	Sample	Maximum margin of error
No	842	3.4%
Between 1 and 2	826	3.4%
Between 3 and 4	314	5.6%
5 and more	22	21.1%
Nationally	2004	2.2%

From these tables, it was noted that the sample taken was larger in Greater Tunis and the Center West. The distribution of the sample according to the age group, noted that the sample is more striking for the age group between 30 and 44 years and between 45 and 59 years, for a number of family members of 3 people. With regard to the distribution according to employability as well as education, we note a very striking sample, respectively of 1441 and 826. Nevertheless, the sample taken records a very large number, the highest, of households with no schooling (no family member goes to school).

4.2 RESULTS

From the results found, it was possible to deduce that food purchases from large and medium-sized stores represent 46% of the target population, while 41% are aimed at small traders. 52% of Tunisian families buy their fresh food in vegetables, fruits and meats. This large number of households that get their supplies from supermarkets once a week explains the importance of waste, despite the fact that fresh food products are quickly perishable.

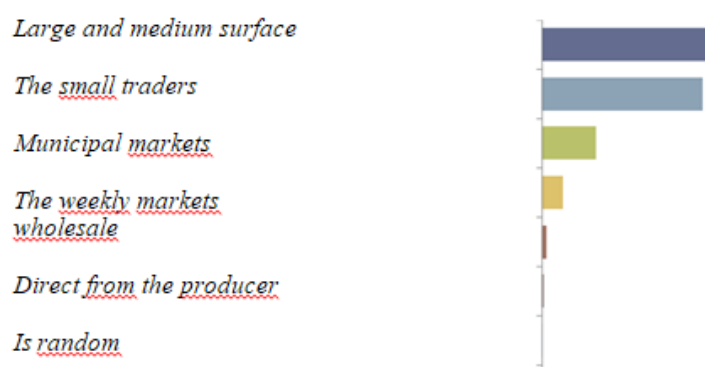


Fig. 6. Frequent place of purchases

The results observed with the crossing of the variables of the region, gender and age group, showed that purchases from large and medium-sized stores are the most important in the region of greater Tunis and the North East, as well as only for the age groups between 45 and 59 in the first place and 30 and 44 in the second place. While for small traders, greater Tunis has the lowest percentage, which largely explains the food waste for this area. Purchases from small traders record a significant percentage for the North-West and South-West. These consumers are in the age group category between 30 and 44 and those over 60 (see appendix 2). A third of Tunisian consumers spend more than 400 dinars per month for food expenses, and 22% spend less than 200 dinars, moreover, the amount allocated is on average 364 DT annually.

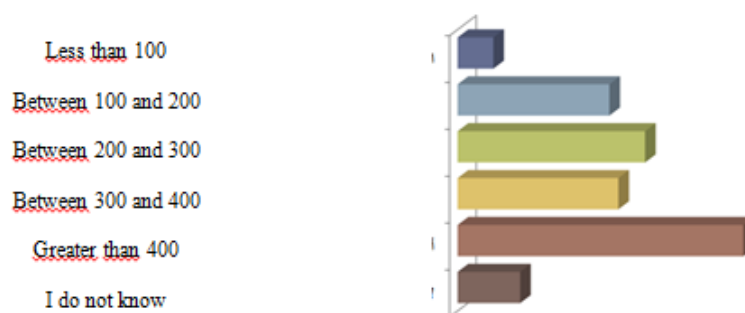


Fig. 7. The amount spent on food expenses each month

Most Tunisian families (79% of the population) prepare meals on a daily basis, while 7.1% claim that they cook four times a week; which once again explains the significant waste of food products. Indeed, this survey was able to note that 25% of the target population claim that they no longer consume the remaining meals, they consume only once; while 24.8 claim that they consume the remaining meals twice a week.

50% of the target population do not prepare for purchases in view of conformity with the needs, which causes random purchases and in large quantities. Indeed, for greater Tunis, only 37.8% of consumers prepare the list of purchases beforehand, while for the south-east region 49% prepare for it. For the category of consumers, with an age group between 20 and 29, for whom it considers that the level of waste is very high, do not prepare a list before shopping (Appendix 2).

70% of Tunisian families consider that there is a lot of waste. 3.9% of the remaining food is recycled, which represents a very low percentage compared to that spilled in the garbage cans (24%). However, 45% of the remaining food is provided to pets.

22% of Tunisian consumers say the number of times they get rid of food and meals per week is once, while 26% say it is once. Nevertheless, 33% believe that they never clean up.

This wastage of food and meals is explained primarily by the waste of bread, indeed through this questionnaire it has been shown that the average quantity of wasted bread or consumption is 15.7%. As a result, 21.0% of consumers say that between 6 and 15% of bread is wasted and spilled in the trash

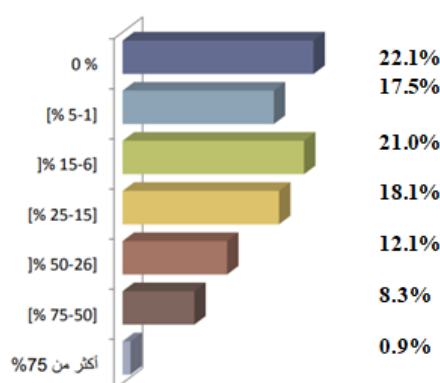


Fig. 8. Quantity of bread (in %) wasted by consumers

Secondly, there is the quantity of wheat and pasta, which represents an average of 10.2% of the quantities of food and wasted meals. It was also noted that 21.0% of consumers claim that a percentage between 6 and 15% of wheat and pasta is wasted and spilled in the garbage cans.

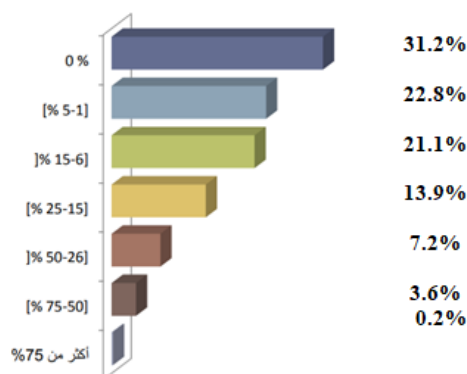


Fig. 9. The amount of wheat and pasta (in %) wasted by consumers

Nevertheless, the quantity of wasted vegetables represents a timid percentage compared to breads, pasta and wheat. Indeed, this quantity represents an average of 6.2% of the quantities of wasted food and meals. It was also noted that 16.4% of consumers claim that a percentage between 6 and 15% of vegetables are wasted and are spilled in the garbage cans.

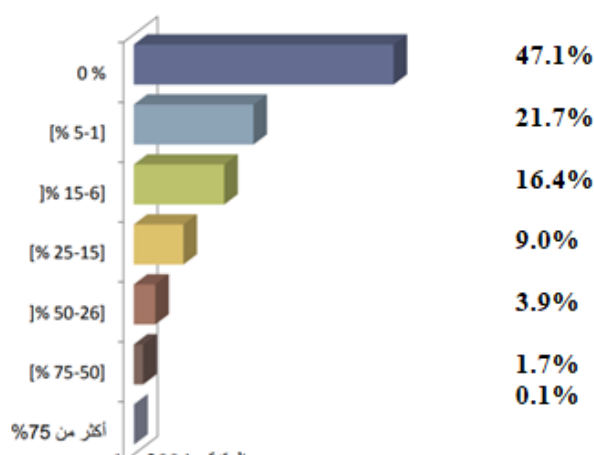


Fig. 10. The quantity of vegetables (in %) wasted by consumers

The quantity of wasted fruits represents a low percentage with an average of 4.2% of the quantities of wasted food and meals. It was also noted that 10.3% of consumers claim that a percentage between 6 and 15% of fruit is wasted and spilled in the garbage cans. While that of milk and its derivatives records an average of only 2.3%.

The quantity of wasted meat represents the lowest percentage with an average of 1.9% of the quantities of wasted food and meals. This being explained by the increase in the price of animal proteins, which affects the purchasing power of the consumer as well as his caution for his mode of consumption of meat. The approximate amount of food waste spilled by Tunisian households each month is 17 TND/month. 23.8% of consumers surveyed state that this approximate amount of waste is between 10 and 20 DT, while 47% estimate that this amount is less than 10 DT.

Thanks to our survey of 2,400 consumers, we were able to detect that 87.9% of consumers claim that they buy too much in excess of what is needed, 87.3% believe that they cook large quantities of meals, 84% claim that they buy random foodstuffs. 74.8% argue that it is the default of poor food preservation. 58% of consumers explain this waste by the fact that food products become non-edible before the expiration date.

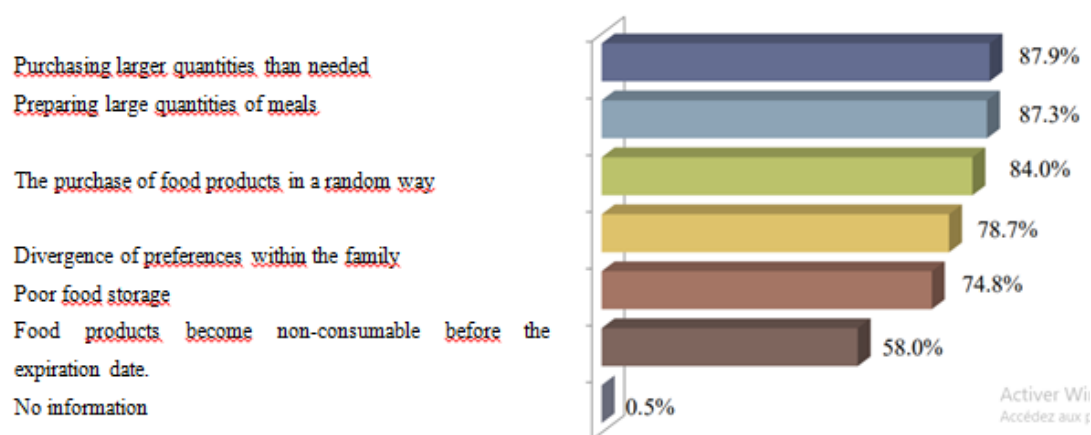


Fig. 11. The main explanatory factors of food waste

The problem that arises is how to encourage a change in consumer behavior with regard to food waste. This behavioral resistance has unfortunately not yet been the subject of specific and in-depth scientific research.

According to our study, we were able to detect that the level of waste of food products is considered high for all regions of Tunisia and especially for greater Tunis and the center west (72.7%) (Appendix 3), as well as for all age groups, and especially those between 20 and 29, who constitute the youngest population and the least aware of the problem of food waste. Awareness campaigns for these young people in universities and cultural centers in favor of the circular economy are essential in order to limit waste and avoid food insecurity.

Tunisian consumers are aware of the importance of the problem and that food waste represents a major economic and social concern. We were able to detect that 98% of the surveyed population are aware of finding solutions to this problem. As a result, public action should focus on this collective awareness and carry out awareness campaigns on these issues in schools and encourage political initiatives to encourage changes in the behaviors that are the source of particularly significant food waste and this by abolishing subsidies. An anti-waste law is essential in the national economy, for a circular economy which includes a series of measures in favor of the fight against food waste. The law should extend the obligations on unsold food to the wholesale trade and reinforce the penalties in the event of the destruction of unsold food that is still edible. It should encourage food donations, while strengthening the requirements in terms of the quality of food donations to associations. Not all consumers know this, yet food remains edible, even if the date of minimum durability has passed ("best consumed before..."). The objective is to establish a list of commitments to be made in order to better inform the consumer about the consumption dates.

5 CONCLUSION

From the results found, it was concluded that food purchases from large and medium-sized supermarkets present the variable or the most explanatory factor of food waste. The large number of households that get their supplies from supermarkets once a week explains the importance of waste, despite the fact that fresh food products are quickly perishable.

In addition, purchases from large and medium-sized stores are the most revealing purchases in the greater Tunis region and the North East, as well as for the age groups between 45 and 59, in the first place, and 30 and 44 in second place.

While for small traders, greater Tunis has the lowest percentage, which largely explains the food waste for this area. Purchases from small traders register a significant percentage for the North-West and South-West. These consumers are in the age group category between 30 and 44 and those over 60 years old.

This leaves us to interpret this regional disparity for the mode of consumption of Tunisians.

With regard to prepared meals, it was found that most Tunisian families prepare meals on a daily basis, while a minority claim that they cook four times a week; which once again explains the significant waste of food products. Indeed, this survey was able to note that 25% of the target population claim that they no longer consume the remaining meals, they consume only once; while 24.8 claim that they consume the remaining meals twice a week.

It has been noted that half of the target population do not prepare for purchases in view of conformity with the needs, which causes random purchases and in large quantities. Once again the regional disparity was noted, but this time in favor of the South East region, of which almost 50% of the target population is preparing for purchases, while a lower percentage for Greater Tunis.

For the category of consumers, having an age group between 20 and 29, of which it judges that the level of waste is very high, do not prepare a list before shopping.

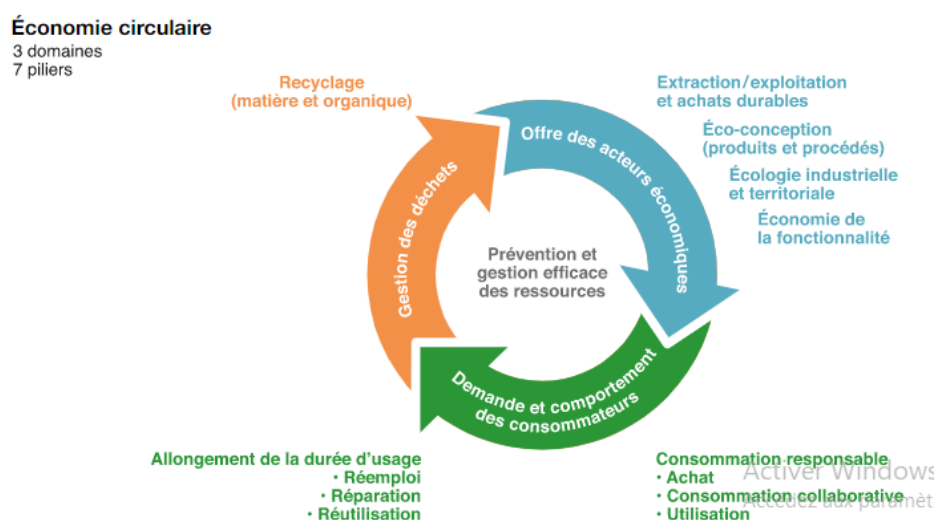
Tunisian consumers are aware that there is a lot of waste (70% of Tunisian families consider that there is a lot of waste). Unfortunately, only 3.9% of the remaining food is recycled, which represents a very low percentage compared to that spilled in the trash (24%). Nevertheless, 45% of the remaining food is supplied to domestic animals, which explains a lower level of wastage in the north and south than in Greater Tunis (the presence of the activity of raising sheep, chickens and rabbits...). This component is a factor promoting the circular economy. This wastage of food and meals is explained first by the waste of bread and secondly, by the quantity of wheat and pasta which represent an average of 10.2% of the quantities of food and wasted meals.

Thanks to our survey of 2400 consumers, we were able to detect the following factors or determinants of food waste; a highest percentage claim that they buy too much in quantities greater than needed, a lower percentage believe that they cook large quantities of meals (87.3%), a smaller number of consumers (84%) claim that they buy food products in a random manner. 74.8% argue that it is the default of poor food preservation. 58% of consumers explain this waste by the fact that food products become non-edible before the expiration date.

According to our study, we were able to detect that the level of waste of food products is considered high for all regions of Tunisia and especially for greater Tunis and the center west (72.7%), as well as for all slices of Tunisia. age, and especially those between 20 and 29, who constitute the youngest population and the least aware of the problem of food waste. Hence awareness campaigns for these young people in universities and cultural centers in favor of the circular economy are essential in order to limit waste and avoid food insecurity.

Tunisian consumers are aware of the importance of the problem and that food waste represents a major economic and social concern. We were able to detect that 98% of the surveyed population are aware of finding solutions to this problem. As a result, public action should focus on this collective awareness and carry out awareness campaigns on these issues in schools and encourage political initiatives to encourage changes in the behaviors that are the source of particularly significant food waste and this by abolishing subsidies.

APPENDIX 1: ACTION AREAS AND PILLARS OF THE CIRCULAR ECONOMY



APPENDIX 2: CROSS-REFERENCED RESULTS OF PLACES OF PURCHASE WITH REGION AND AGE GROUP (IN %)

	Grand tunis	Nord est	Nord ouest	Centre est	Centre ouest	Sud est	Sud ouest	homme	femme	20 à 29	30 à 44	45 à 59	Sup à 60
Large and medium surfaces	57.6	48.1	29.5	50.2	36.1	40.9	34.3	40.7	51.2	46.2	46.6	47.8	42.2
Small surface and retail trade	31.1	41.7	54.8	36.6	46.2	48.6	53.7	46.1	36.4	38.7	42.9	40.2	42.5
Municipal market	8	2.5	6.5	5.2	4	5	1.9	5.3	5.3	6.5	4.5	4.8	5.9
Weekly market	2.4	5.7	6.9	5.8	8	5	6.5	6.3	4.3	6.1	4.2	4.6	7.3
Wholesale	0.2	1.1	0.9	1.3	4.4	0.6	3.7	1.2	1.6	1.6	1.5	1.6	0.6
Direct from the producer	0.2	0.7	0.9	0.4	0.4	0	0	0.3	0.5	0.6	0.3	0.2	0.6
Random	0.4	0	0	0.2	0	0	0	0	0.3	0.2	0	0.2	0.3
I do not know	0.2	0.4	0.5	0.2	0.8	0	0	0.1	0.5	0	0.1	0.6	0.6

APPENDIX 3: LEVEL OF FOOD WASTE ACCORDING TO TUNISIAN CONSUMERS (IN %)

	Grand tunis	Nord est	Nord ouest	Centre est	Centre ouest	Sud est	Sud ouest	homme	femme	De 20 à 29	De 30 à 44	De 45 à 59	60 et plus
Raised	72.7	69.6	68.7	71.3	72.7	70.7	71.3	70.2	72.2	76.3	72.5	70.3	63
Normal	18.7	21.2	19.4	20.5	19.7	18.8	18.5	20.2	19.2	20.7	17.9	18.9	22.9
Weak	6.6	6.7	8.3	4.7	5.6	4.4	9.3	6.8	5.6	2.0	7.0	6.6	10
I do not know	2	2.5	3.7	3.4	2.0	6.1	0.9	2.8	3.0	1.0	2.7	4.2	4.1

APPENDIX 4: USE OF A LIST OF PURCHASES (IN %)

	Grand tunis	Nord est	Nord ouest	Centre est	Centre ouest	Sud est	Sud ouest	homme	femme	De 20 à 29	De 30 à 44	De 45 à 59	60 et plus
Nope	51	46.3	52.1	51.1	51.4	53	45.4	52.7	48.2	46.5	47.9	50.8	60.4
Yes	37.8	47	39.2	40.1	39.8	38.1	49.1	38.2	43	44	42.7	40	32.8
Occasionally	8.6	5.7	6	6.9	6.4	6.6	4.6	6.6	7	7.7	7.3	6.4	5.3
Often	2	1.1	208	1.7	1.6	2.2	0.9	1.9	1.7	1.4	1.8	2.8	0.9
I do not know	0.6	0	0	0.2	0.8	0	0	0.5	0.1	0.4	0.3	0	0.6

REFERENCES

- [1] Rapport (2021) « Situation fragile de la sécurité alimentaire au Maghreb: impact de la crise des céréales de 2021 en Tunisie, en Algérie et au Maroc » édité dernièrement par Le Middle East Institute (MEI)
- [2] Bernard Perret (2019): « Les enjeux de l'économie collaborative », Dans Études 2019/1 (Janvier), pages 29 à 38
- [3] Ben Jazia. T (2019): « Principaux résultats des enquêtes et sondages sur le gaspillage alimentaire »; Instit National de la consommation,
- [4] FAO (2016): « Pertes et gaspillages alimentaires, l'état des lieux et leur gestion par étapes de la chaîne alimentaire », mai 2016, 165 p
- [5] Nicolas BUTTIN et Briec SAFFRE (2015): « Activer l'économie circulaire » — Edition Eyrolles
- [6] Simon Borel, David Massé, Damien Demailly (2015): « L'économie collaborative, entre utopie et big business », Dans Esprit 2015/7 (Juillet)
- [7] FAO (2013): « Food wastage footprint: impacts on natural resources », 63 p
- [8] Extraits du site <http://alimentation.gouv.fr/stop-au-gaspillage-alimentaire>, Ministère de l'Agriculture
- [9] FAO (2012): « Pertes et gaspillages alimentaires dans le monde - Ampleur, causes et prévention », 41 p
- [10] La consommation des ménages | economie.gouv.fr
- [11] Julian Parfitt, Mark Barthel, and Sarah Macnaughton (2010): « Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050 », Published: 27 September 2010 <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0126>
- [12] David W. Pearce, R. Kerry Turner (1989): « Economics of Natural Resources and the Environment », décembre 1989, Édition en Anglais.
- [13] G. S. Becker (1964), Human Capital, A Theoretical and Empirical Analysis, Columbia University Press for the National Bureau of Economic Research, New York, 1964.

Caractérisation lithogéochimique de l'exploitation artisanale d'or à Toulépleu, Ouest de la Côte d'Ivoire: Implications sur le dynamisme des métaux

[Lithogeochemical characterization of artisanal gold mining in Toulépleu, Western Côte d'Ivoire: Implications for the dynamism of metals]

Zié Ouattara¹, Gnamba Franck Emmanuel Gouédji¹, Marc Ephrem Allialy², Péhé Jonathan Claver Monouin¹, and Yacouba Coulibaly²

¹Université de Man, UFR des Sciences Géologiques et Minières, BP 20 Man, Côte d'Ivoire

²Université Félix HOUPOUËT-BOIGNY, UFR STRM, Laboratoire de Géologie de Ressources Minérales et Energétiques, 22 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 expansion of artisanal gold mining is observed throughout the territory of Côte d'Ivoire. This is the case of the city of Toulépleu, in the west of the country. These artisanal activities, by opening quarries and wells, help at the way to describe lithologies and to understand the distribution of metals. It is the main objective of this study in Toulépleu which proceeds first by the description of the sites of artisanal mining activities, then by the study of the excavated material and horizons exposed finally the analysis of the samples on the X-ray Spectrometer. It appears that the associated gold mineralization is alluvial. The mineralized horizon is gravelly associated with quartz pebbles and rock fragments. These derived from the schists and granitoids of the Toulépleu-Ity furrow constituting the hills whose weathering products pile up successively in the valleys, concentrating gold by the same process. The breccic forms with subrounded of the pebbles and fragments of rocks indicate the result of a low hydrodynamics. The lithostratigraphic correlation shows, from the bottom to the surface, a succession of three horizons: clay, amalgam (gravelly) and clay-sandy. The mineralized horizon is thus preserved by the two clay horizons that frame it. Silicification decreases with depth especially in the mineralized zone which is also associated with zinc, silver, zirconium, sulfur and arsenic. Iron, calcium and manganese oxides evolve in contrast to silicification. Other metals like lead, vanadium, nickel, copper are distributed according to the sites and the depth of the wells.

KEYWORDS: Toulépleu-Ity furrow, gold, lithogeochemistry, artisanal mining, Ivory Coast.

RESUME: L'expansion de l'exploitation artisanale d'or s'observe partout en Côte d'Ivoire, c'est le cas à Toulépleu, ville dans l'ouest du pays. Ces activités artisanales, en ouvrant des carrières et puits, aident par la même occasion à décrire les lithologies et à comprendre la répartition des métaux. C'est l'objectif principal de cette étude à Toulépleu qui procède d'abord par la description des sites d'activités minières artisanales, ensuite par l'étude des déblais et horizons mis à nu enfin de l'analyse des échantillons prélevés au spectromètre à fluorescence X. Il ressort que la minéralisation aurifère décrite est principalement alluvionnaire. L'horizon minéralisé est graveleux associé à des cailloutis de quartz et des fragments de roches. Ceux-ci proviennent des schistes et granitoïdes du sillon Toulépleu-Ity constituant les collines dont les produits d'altération s'entassent successivement dans les vallées, concentrant par le même processus l'or. Les formes bréchiques à subarrondies des galets et fragments de roches indiquent le résultat d'un faible hydrodynamisme. La corrélation lithostratigraphique montre, du bas vers la surface, une succession de trois horizons: argileux, amalgame (graveleux) et argilo-sableux. L'horizon minéralisé est ainsi conservé par les deux horizons argileux qui l'encadrent. La silicification diminue avec la profondeur surtout dans la zone minéralisée qui est également associée à des teneurs importantes en zinc, argent, zirconium, soufre et arsenic. Les oxydes de

fer, de calcium et manganèse évoluent contrairement à la silicification. D'autres métaux tels que le plomb, le vanadium, le nickel, le cuivre se répartissent en fonction des sites et de la profondeur des puits.

MOTS-CLEFS: Sillon de Toulépleu-Ity, or, lithogéochimie, exploitation artisanale, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

L'exploitation artisanale de l'or, aussi appelée orpaillage est une activité informelle, pratiquée de manière non planifiée, par des méthodes manuelles et faisant recours à des outils primitifs [1]. La Côte d'Ivoire recense une floraison des activités artisanales d'exploitation d'or sur l'ensemble des régions [2]. Ainsi, elle touche aussi bien dans les formations du domaine protérozoïque (Hiré, Tongon, Angovia, Aféma) que dans les alluvions des formations birimiennes d'âge protérozoïque incluses dans l'archéen (Foleu [3], Duékoué [4] et Toulépleu). Par conséquent, l'intérêt pour la récupération de ce métal jaune à partir des sédiments meubles s'est développée à vive allure. De ce fait, au cours de ces cinq dernières années l'orpaillage à Toulépleu a connu un essor fulgurant. L'or y est actuellement exploité de manière artisanale dans les rivières, les fleuves, les latérites et les bas-fonds. A partir des formations mises à nues par les orpailleurs de Toulépleu, peuvent être extraites des informations d'ordre géologique. De ce fait, notre étude s'inscrit dans le cadre de la compréhension de la minéralisation aurifère des sites d'orpaillage de Toulépleu et de comprendre les implications de ces activités sur la distribution éventuelle des métaux lourds qui y sont associées. Dans le but d'atteindre nos objectifs, l'objectif principal sera décliné en objectifs spécifiques que sont:

- décrire les différentes unités lithologiques des profils des sites d'exploitation artisanale;
- connaître la lithogéochimie des horizons d'exploitation artisanale
- comprendre la distribution des métaux

2 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

Le département de Toulépleu est à environ 650 Km d'Abidjan. Il est érigé dans un couloir formé par les fleuves Nuon et Cavally entre la longitude Ouest 8°25'30" et la latitude Nord 6°34'40. Toulépleu est limité au Nord par le département de Zouan-Houien, à l'Est par celui de Bloléquin, à l'Ouest et au Sud par le Liberia (Fig. 1). Le relief de la zone est dominé par les collines d'altitudes variantes entre 200 et 470m. Le mont Seité haut de plus de 490m et le mont Sahon culminant à 300m sont les collines les plus importantes.

3 CONTEXTE GEOLOGIQUE

L'histoire géologique de la zone d'étude est liée à celle de la formation des roches du Paléoprotérozoïque que l'on observe en charriage dans l'achéen de la Côte d'Ivoire (Fig. 2). Cela se situe dans la partie méridionale du craton Ouest africain, précisément dans la dorsale de Man [5], [6]. Le domaine archéen est jalonné par deux principaux cycles orogéniques: le Léonien et le Libérien. Les travaux de [7] en Sierra Leone et de [8] en Côte d'Ivoire, ont permis d'identifier l'existence du Léonien daté à environ 3 Ga. [9] met en exergue la présence d'un second cycle, le libérien d'âge compris entre 2 650 et 2 850 Ma. Ce domaine est constitué de charnockites, de migmatites, de leptynites, de gneiss et de granitoïdes [8], [10], [9], [6].

Les formations du domaine Protérozoïque ont été structurées au cours de l'orogénèse Eburnéenne entre 2 600 Ma et 1 600 Ma ([9], [11]). Ces terrains sont constitués d'une alternance de ceintures de roches vertes et de bassins volcano-sédimentaires, intrudés par différentes générations de granitoïdes [12], [13].

La zone d'étude se situe au Sud de l'unité Ity-Toulépleu orientée NE-SW et limitée à l'Ouest par la faille de Cesto entre les parallèles N6°30 et N7°20. Les travaux de [14] ont distingué les roches issues de l'orogénèse éburnéenne que sont les granodiorites, les dolérites, les micaschistes feldspathiques et les méta-grauwackes, de celles issues de l'orogénèse libérienne que sont: les amphibolites, les quartzites, les granodiorites gneissifiées. [9] définit ces granodiorites gneissifiées comme étant les faciès type de la zone, cette affirmation est similaire à celle faite à l'issue des travaux de [15].

4 MATERIEL ET METHODES

Les travaux de terrain ont été réalisés dans les puits d'orpaillage dans la ville de Toulépleu et de ceux au niveau du mont Seité. Ces travaux ont consisté en des observations et descriptions des différentes lithologies des profils de trois puits d'orpaillages suivies de la collecte de 09 échantillons par les méthodes de rainures. A l'œil nu, des informations ont été relevées notamment sur les horizons des profils des puits et par l'utilisation d'une fiche de description comportant: les coordonnées géographiques des puits, les épaisseurs des différents horizons, les facies lithologiques et la couleur des horizons. La modélisation des sols en rubans à la main, a été réalisé afin d'avoir un aperçu de la proportion en argiles dans les échantillons sur le terrain.

Les travaux au laboratoire de l'UFR des Sciences Géologiques et Minières de l'Université de Man ont permis d'analyser six échantillons de matériaux meubles. Les analyses chimiques se sont réalisées sur une fluorescence à rayon X HORIBA Mesa-50 (Figure 4B) équipée du logiciel HORIBA. Pour les oxydes et les silicates, le potentiel d'accélération a été fixé à 50 Kv et le courant de faisceau à 55 μ A. Le traitement des données s'est fait par l'usage du logiciel Rstudio pour la réalisation des diagrammes et celui CorelDraw pour la schématisation des profils.

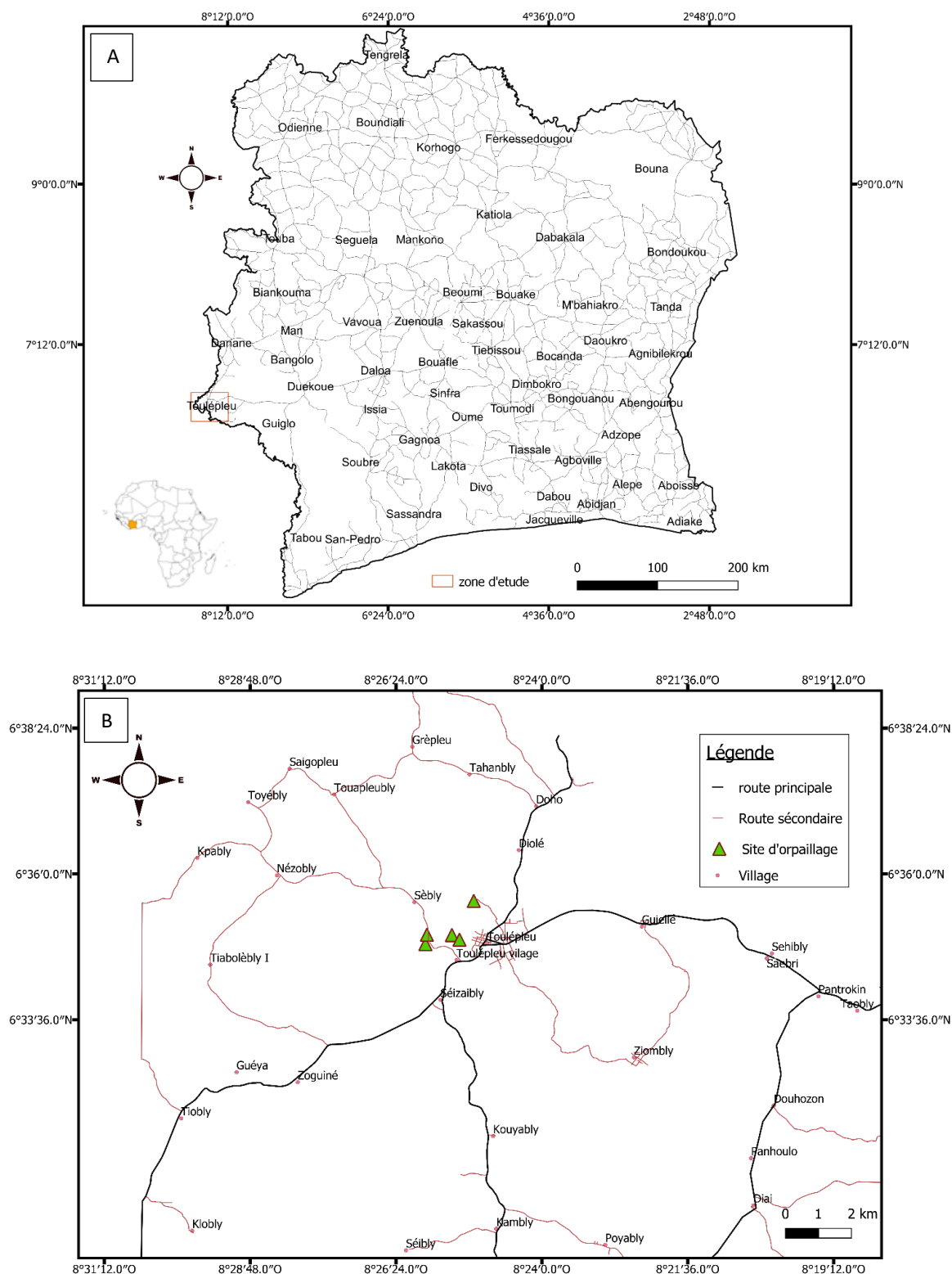


Fig. 1. Cartes géographiques montrant la localisation de sites miniers artisanaux de Toulépleu.
A) Localisation du département de Toulépleu dans la Côte d'Ivoire.
B) vue détaillée du département de Toulépleu avec les sites miniers artisanaux étudiés.

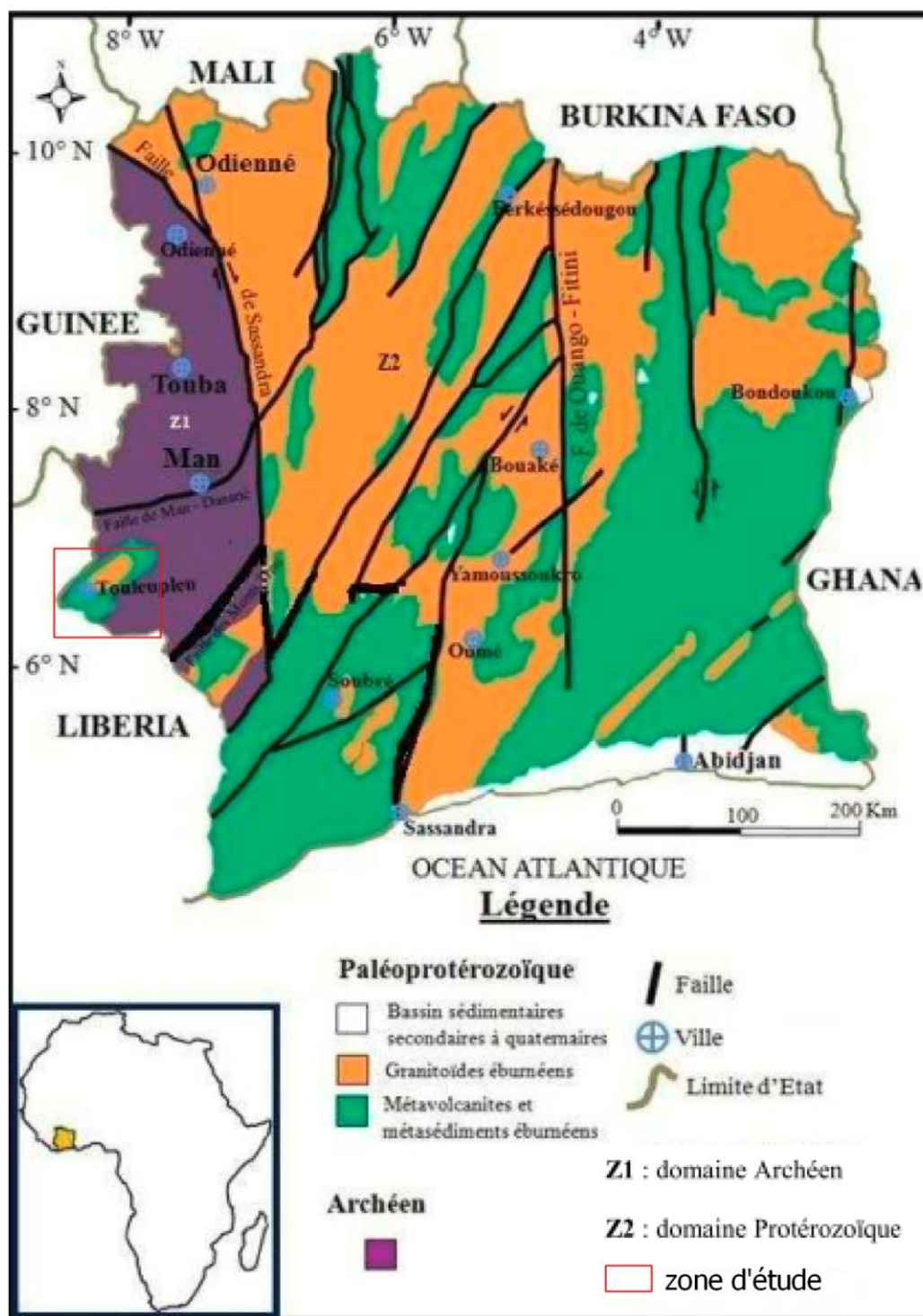


Fig. 2. Carte géologique montrant la zone d'étude en cadran rouge (modifié d'après [16])

5 RESULTATS

5.1 IDENTIFICATION DES SITES D'ACTIVITE MINIERE ARTISANALE A TOULEPLEU

Les activités d'exploitation artisanale d'or se déroulent dans la ville de Toulépleu, au niveau des bas-fonds et au pied des collines comme le mont Séité (Fig. 3). Les dénominations des sites sont celles employées par les exploitants artisanaux. Ainsi,

la première zone d'étude désignée Brésil, regroupe les puits Brésil 1 (B₁) et Brésil 2 (B₂), tandis que la seconde zone est Séité, représentée par les puits St.

Les sites Brésil 1 et 2 sont dans la ville tandis que le site Séité se situe au mont du même nom à quelques kilomètres de la ville. Ces deux zones présentent des dizaines de puits foncés jusqu'au bed- rock qui est argileux.



Fig. 3. Illustration du site sites d'activités minières artisanales Brésil à Toulépleu.

A) Carcasse de brouette perforée utilisée dans le débouillage ; **B)** Sluice garni de tapis et bassines de débouillage ;
C) Puits gorgé d'eau sur un site abandonné ; **D)** Débouillage d'un minerai à or sur le site Brésil.

5.2 CARACTERISATION LITHOGEOCHIMIQUE DES SITES MINIER ARTISANAUX DE TOULEPLEU

La caractérisation lithogéochimique met ensemble la description des lithologies, l'établissement des colonnes lithostratigraphiques enfin le traitement des analyses réalisées au XRF sur les échantillons issus des différents horizons.

5.2.1 DESCRIPTION DES LITHOLOGIES

La description macroscopique des sites de Séité et de Brésil, a permis d'identifier divers galets de quartz et des fragments de roches sur les piles de déblais (Fig. 4). Les galets de taille variant de 5 à 20 cm ont des formes majoritairement anguleuses à subarrondies (Fig. 4B). Cela nous conforte que ces galets auraient subi un transport de courte à moyenne distance. En conséquence, ils feraient partie des roches constituant les collines et constitueraient leurs produits d'érosion. L'examen des rares fragments de roches a principalement révélé des schistes. Également, la partie fine des sites d'orpaillage a indiqué la présence de minéraux argileux et sériciteux.



Fig. 4. Illustrations des déblais ayant servi à la description macroscopique à Toulépleu.
A) Déblais issu du lavage au sluice à B1 ; B) Détail d'un galet sur les entassements de déblais.

5.2.2 LITHOSTRATIGRAPHIE DES SITES DE TOULEPLEU

La lithostratigraphie a été décrite avec plus de détails dans les puits B₁ et B₂. Cela s'explique par le fait que ces puits sont plus anciens et plus profonds que ceux de Séité.

5.2.2.1 Puits BRESIL 1 (B1)

Le puits B₁ est situé en amont par rapport au puits B₂. Il montre une structuration verticale faite de quatre ensembles distincts du bas vers le haut (Fig. 5).

5.2.2.1.1 ARGILE BARIOLEE (H1)

L'horizon mis à nu par la base du puits B₁, est caractérisé par la présence d'argile d'une diversité de couleur (Fig. 5). Cette argile bariolée, montre une matrice verte avec des flammèches jaune et rouge des zones d'oxydations. Dans les premiers niveaux de cet horizon, on observe de rare débris de roches de couleur verte, ainsi que des cailloutis de quartz à forme subarrondie. Ces quartz sont de couleur brune, blanche, blanc laiteux, présentant parfois des craquelures internes. La limite avec l'horizon qui le surmonte est peu marqué.

5.2.2.1.2 AMALGAME (H2)

Les corps les plus significatifs de cet horizon sont essentiellement les graviers, le sable, l'argile et de rare fragments de schiste (Fig. 5). Cet amalgame est pris dans une épaisseur de 50 cm, dont le quartz est l'élément le plus abondant. Ces quartz sont de couleurs noire, blanche, brune et présente des cassures horizontales et verticales. Ils présentent également un aspect émoussé avec des dimensions comprises entre 4 et 6cm. Le fragment de schiste observé, est de couleur verte, il avait une forme presque arrondie. La granulométrie grossière des éléments de l'horizon d'amalgame, la distingue de celui qui la succède.

5.2.2.1.3 HORIZON SABLEUX (H3)

Cet horizon est caractérisé par une épaisseur de 20 cm (Fig. 5). Il est essentiellement rempli de sable bariolée avec une alternance de couleur jaune et brune. La granulométrie est grossière dans l'ensemble, mais les particules de sable qui sont plus proche du toit, sont moins grossières que celles qui se rapprochent du mur de l'horizon.

5.2.2.1.4 ARGILE SABLEUSE (H4)

Cette portion du puits, montre un horizon argilo-sableux. Au sein de cet horizon, on observe des nodules de la latérite présentant des formes arrondies à subarrondies, qui sont prises dans une matrice verte (Fig. 5). Le sable est peu appréciable dans cet horizon, qui présente une épaisseur de 70cm.

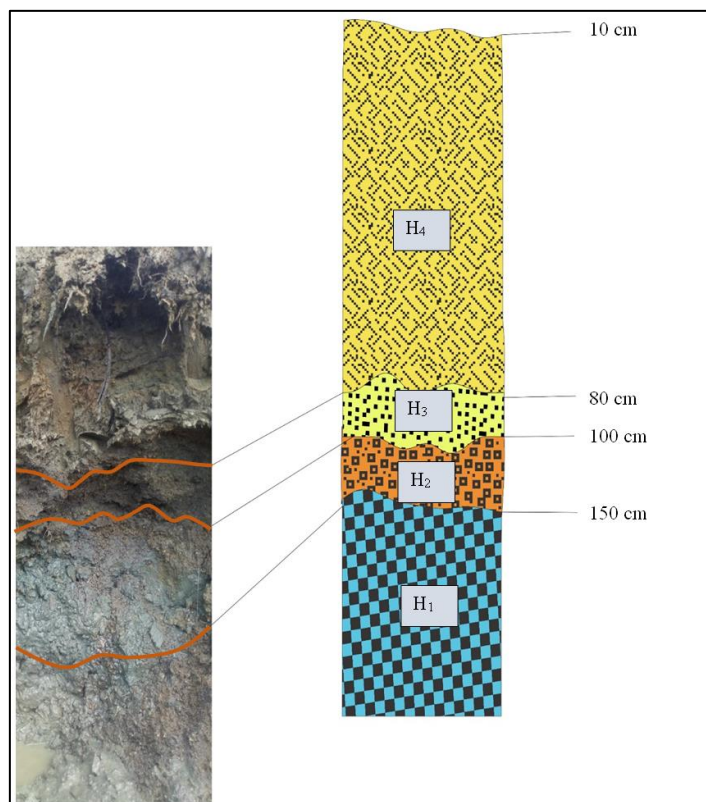


Fig. 5. Colonne lithostratigraphique du puits artisanal B₁ à Toulépleu.
H1 : argile bariolée ; H2 : amalgame de gravier, sable et argile ; H3 : Sable grossier et H4 : argile sableuse

5.2.2.2 Puits BRESIL 2 (B2)

Le puits est implanté en aval, à environ 600m du B1. Le profil atteint une profondeur totale de 2,20 m (Fig. 6). La section verticale de ce puits montre quatre horizons successifs du bas vers le haut.

5.2.2.2.1 HORIZON D'ARGILE ROUGE

Il s'agit d'un horizon de couleur rougeâtre comblé par une matrice argileuse. Plus on se dirige en profondeur, la matrice devient de moins en moins friable. Cet horizon, présente également des quartz de taille centimétrique à la périphérie de l'horizon supérieur. La taille de ces quartz, devient millimétrique au fur et à mesure que l'on descend dans l'horizon.

5.2.2.2.2 HORIZON D'AMALGAME

La limite avec l'horizon sous-jacent est progressive. L'amalgame est constitué de quartz, de nodules de latérite presque arrondie de couleur rouge pris dans une matrice d'argile rouge. Dans cet horizon de 30 cm d'épaisseur, les grains de quartz émoussés, de dimension millimétrique à centimétrique (0,4 à 3cm) sont présents et leur proportion semble augmenter vers la base.

5.2.2.2.3 HORIZON ARGILLO-SABLEUX

Cet horizon se compose d'une matrice argileuse de couleur rouge. Il marque une limite assez nette avec l'horizon sous-jacent (Fig. 6). La matrice est de plus en plus friable à mesure que l'on monte dans l'horizon. Elle englobe des nodules de latérite de couleur rouge, et parfois jaune. L'épaisseur maximum de cet horizon est de 60cm, marqué par la présence des quartz de dimension millimétrique présentant toutes un aspect plus émoussé.

5.2.2.2.4 HORIZON DE COUVERTURE

Il s'agit de l'horizon de couverture, il n'est pas appréciable dans ce puits du fait du remblaiement et des rejets des puits.

5.2.2.3 Puits Du MONT SEITE (St)

Le puits St est distant de 2,7 Km des puits de la zone 1. Il est réalisé à la base de la colline Séité, et également dans un bas-fond. Le profil cumule 70 cm de profondeur (Fig. 7). Il étale une organisation du bas vers le haut constitué de deux horizons.

5.2.2.3.1 HORIZON 1

L'argile est l'élément le plus représentatif de cet horizon. Elle est de couleur noire à bleu noirâtre, avec très peu de cailloutis de quartz. Les quartz ont des tailles allant de 1 à 2cm avec des aspects très émoussés.

5.2.2.3.2 HORIZON 2

Il constitue l'horizon de couverture. Ce profil est signé par la présence de racines prises dans un sol limoneux de couleur brune à noire.

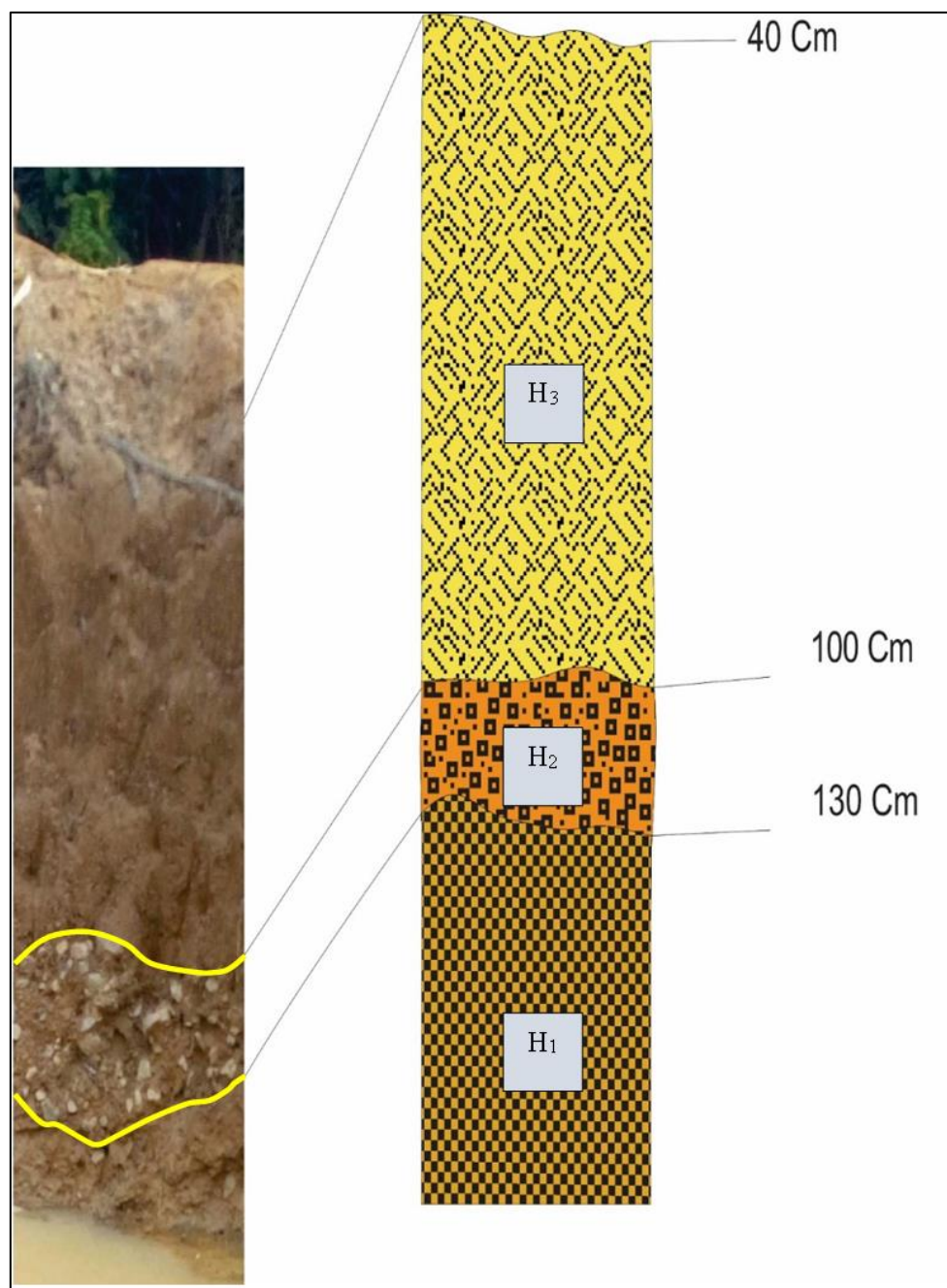


Fig. 6. Colonne lithostratigraphique du puits artisanal B₂ à Toulépleu.
H₁ : argile rouge ; H₂ : mélange de cailloutis de quartz et d'argile ; H₃ : argile rouge

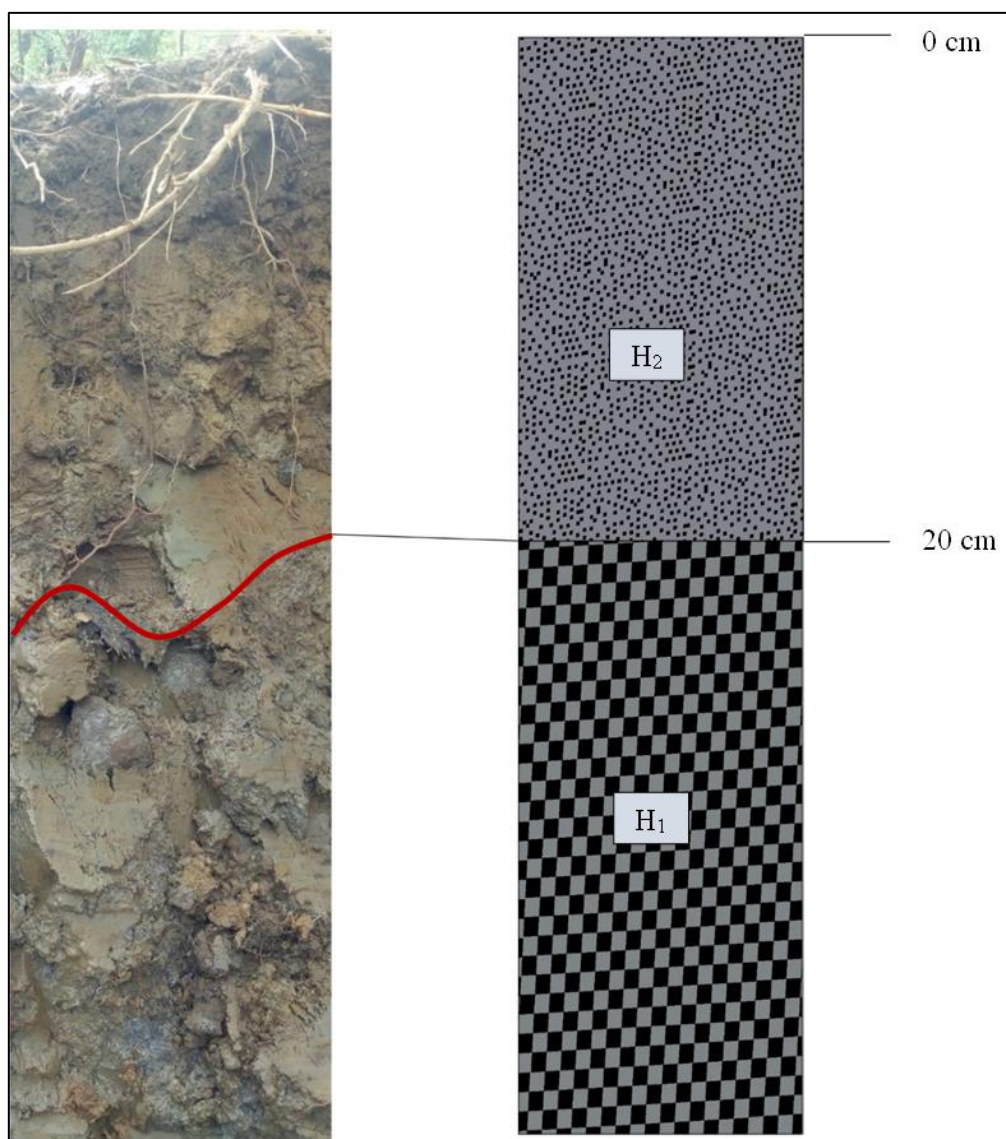


Fig. 7. Colonne lithostratigraphique du puits artisanal St à Toulépleu.
H₁ : argile ; H₂ : sol de recouvrement limoneux

5.2.3 DISTRIBUTION DES ELEMENTS CHIMIQUES DANS LES PROFILS

5.2.3.1 Puits B1

La section du Puits B₁ montre une succession de quatre horizons différenciés que sont: l'argile bariolée; l'amalgame (gravier, sable, et argile); le sable et l'horizon argilo-sableux. Le tableau 1 présente les résultats d'analyses des quatre horizons aux XRF.

- **Les éléments majeurs**

Les diagrammes de variation des oxydes sont représentés dans la figure 8. L'ensemble du profil est riche en silice (Tableau I). Cette abondance serait due à la présence des cailloutis de quartz, provenant de l'accumulation des débris de quartz, occasionné par la morphologie méandrique de l'ancienne rivière ainsi que du fait de leur faible hydrodynamisme. Cette teneur en silice diminue progressivement vers les horizons H₁. La proportion en silice diminue brusquement de l'horizon H₄ (51,64%), puis tend à se stabiliser dans les horizons H₃ et H₂ (37,7 et 36,75%) pour atteindre son minimum dans l'horizon H₁ (27,7%). La silice est l'élément majeur qui marque le mieux la différence dans ce profil.

L'oxyde de fer a une évolution contraire de celle de la silice. Son pourcentage augmente dans l'ensemble du profil tandis que celui de la silice diminue. Sa distribution est telle que la teneur augmente dans l'argile bariolée ainsi que dans l'argile par rapport à la zone d'amalgame et de l'horizon sableux.

L'alumine a dans l'ensemble une teneur faible, comprise entre 3 et 5%. La teneur en alumine est plus significative dans les horizons 4 et 1. Elle diminue de l'horizon 4 vers l'horizon 3, où elle est son minimum (3,06%), puis augmente légèrement dans la zone graveleuse (amalgame) pour atteindre son maximum dans l'argile bariolée (5,20%).

Le phosphore et le manganèse ont des teneurs faibles dans tous les horizons. L'évolution de la quantité du manganèse est contrastée dans tous le profil, tandis que, celle du phosphore est à son minimum dans l'amalgame avec une teneur de 0,77%.

Le titane est faiblement représenté dans toute la section du profil, il présente des teneurs comprises entre 1,03% et 3,15%. La teneur du titane diminue depuis l'argile sableuse (3,15%) aux argiles bariolées de plus faible teneur (1,03%).

Le calcium présente une variation contrastée des argiles sableuses aux argiles bariolées où il est plus quantitatif (1,74%). La magnésite n'apparaît quasiment que dans l'horizon sableux sous une faible teneur (0,83%).

Le potassium est faiblement représenté dans les argiles bariolées, et dans l'amalgame avec des teneurs respectives de 0,12% et 0,13%. Ses proportions augmentent légèrement à partir des argiles sableuses (0,21%) vers les sables qui montrent la plus grande teneur (0,43%) puis diminuent brusquement pour se stabiliser entre l'horizon d'amalgame et celui des argiles bariolées.

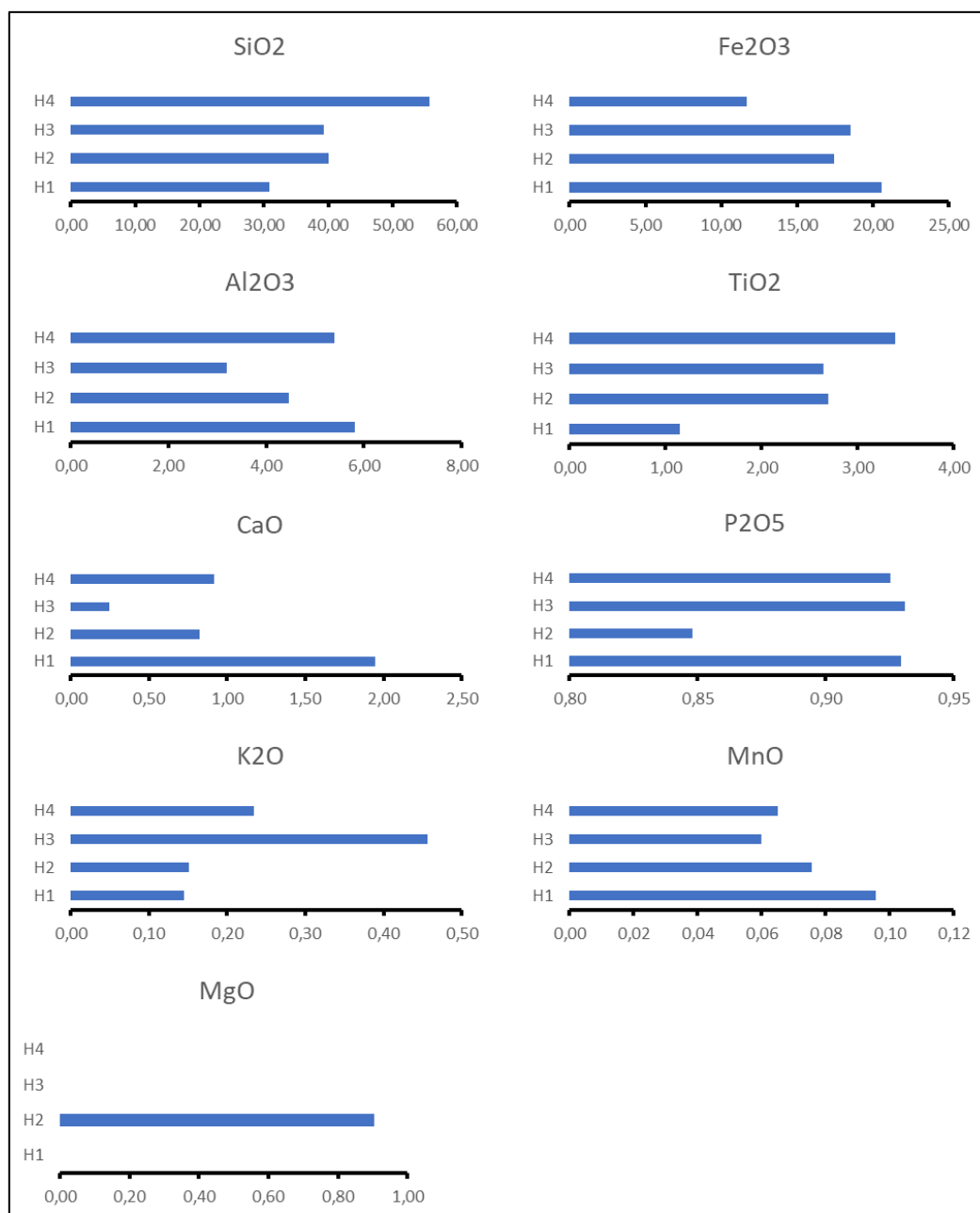


Fig. 8. Diagrammes présentant la répartition des éléments majeurs dans les horizons du puits artisanal B₁.

Tableau 1. Analyse chimique des éléments majeurs (en %) et éléments en traces (en ppm) de la section verticale du puits B₁

Eléments analysés	H4	H3	H2	H1
SiO ₂	51,64	37,78	36,76	27,72
Fe ₂ O ₃	10,89	17,80	16,04	18,47
Fe ₃ O ₄	10,46	17,21	15,51	17,85
FeO	9,74	16,02	14,44	16,62
Al ₂ O ₃	5,01	3,06	4,10	5,21
TiO ₂	3,15	2,54	2,48	1,03
P ₂ O ₅	0,86	0,89	0,78	0,83
K ₂ O	0,22	0,44	0,14	0,13
CaO	0,85	0,23	0,76	1,75
MnO	0,06	0,06	0,07	0,08
MgO	0	0	0,83	0
Total	92,8	96,04	91,9	89,7
en ppm				
Zr	151,61	45,82	83,17	90,72
ba	127,96	361,7	374,83	297,34
Sr	46,45	9,94	48,06	88,37
Rb	4,04	5,19	0	4,28
Pb	9,75	11,49	0	0
Au	0	8,52	0	0
As	7,05	45,5	11,17	8,25
Zn	36,02	100	90	57,68
Cu	46,79	55,73	56,23	81,87
Ni	35,41	85,47	60,62	82,35
Co	226,25	0	285,79	0
Cr	251,45	1288,32	896,41	626,97
V	309,03	679,43	486,2	569,4
Cs	10,97	47,87	48,38	31,01
Sn	30	51,45	45,8	33,86
Ag	0	151,25	155,75	0

• Les éléments traces

Les résultats d'analyse des éléments traces sont consignés dans le tableau I. Les diagrammes issus de ces variations sont dans la figure 9.

L'argent est pratiquement absent dans les argiles et n'apparaît que dans le sable et la zone graveleuse avec des teneurs de 155 ppm. C'est également le cas du rubidium et du plomb qui ne sont présents que dans le sable et l'argile sableuse sous de faibles teneurs (5,19% et 4,04% pour le rubidium et 11,4% et 9,75% pour celui du plomb).

La teneur en zirconium admet son pic dans l'argile sableuse (151ppm) alors qu'elle diminue dans le sable et augmente à nouveau dans l'amalgame et dans l'argile bariolée.

Le plomb et l'or ne sont pas représentés dans l'argile bariolée. Quelques quartz aurifères s'observent dans l'amalgame, les teneurs d'or sont par contre plus marquées dans l'horizon sableux (8ppm). Les teneurs du plomb, présentent une tendance d'accumulation progressive. Le plomb, est un élément très peu mobile, par conséquent, il est fortement fixé par les oxy-hydroxydes de fer ou par la matière organique. Ce qui explique son accumulation dans les horizons superficiels.

L'or dans ce profil se trouve en abondance dans l'horizon sableux. Cette présence est associée à des teneurs élevées en zinc, arsenic, et plomb. Ces éléments sont caractéristiques de certains minéraux sulfurés, considérés comme accompagnateurs de l'or. Leur présence ainsi que celle du soufre impliqueraient la déstabilisation de minéraux comme la blende, de la pyrite, de

la galène, et du chalcopryrite (BPGC). La présence du nickel de teneur importante dans ce profil, proviendrait de l'altération des minéraux ferromagnésiens.

5.2.3.2 Puits St

La section verticale du puits St est constituée de deux horizons dont les résultats d'analyse au XRF sont dans le tableau 2.

- **Eléments majeurs**

Les diagrammes de variation des oxydes sont représentés dans la figure 10. La teneur de la silice dans le sol limoneux (20%) augmente progressivement dans l'argile noire où il est de 29%. Tandis que, la proportion du fer diminue considérablement dans les argiles (9%).

L'alumine marque un appauvrissement dans l'argile (4,27%), Alors qu'il était de 9,36% dans les limons.

Les quantités du titane est faible dans l'ensemble. Elles sont sensiblement identiques dans les horizons argileux (2,61%) et limoneux (1,94%).

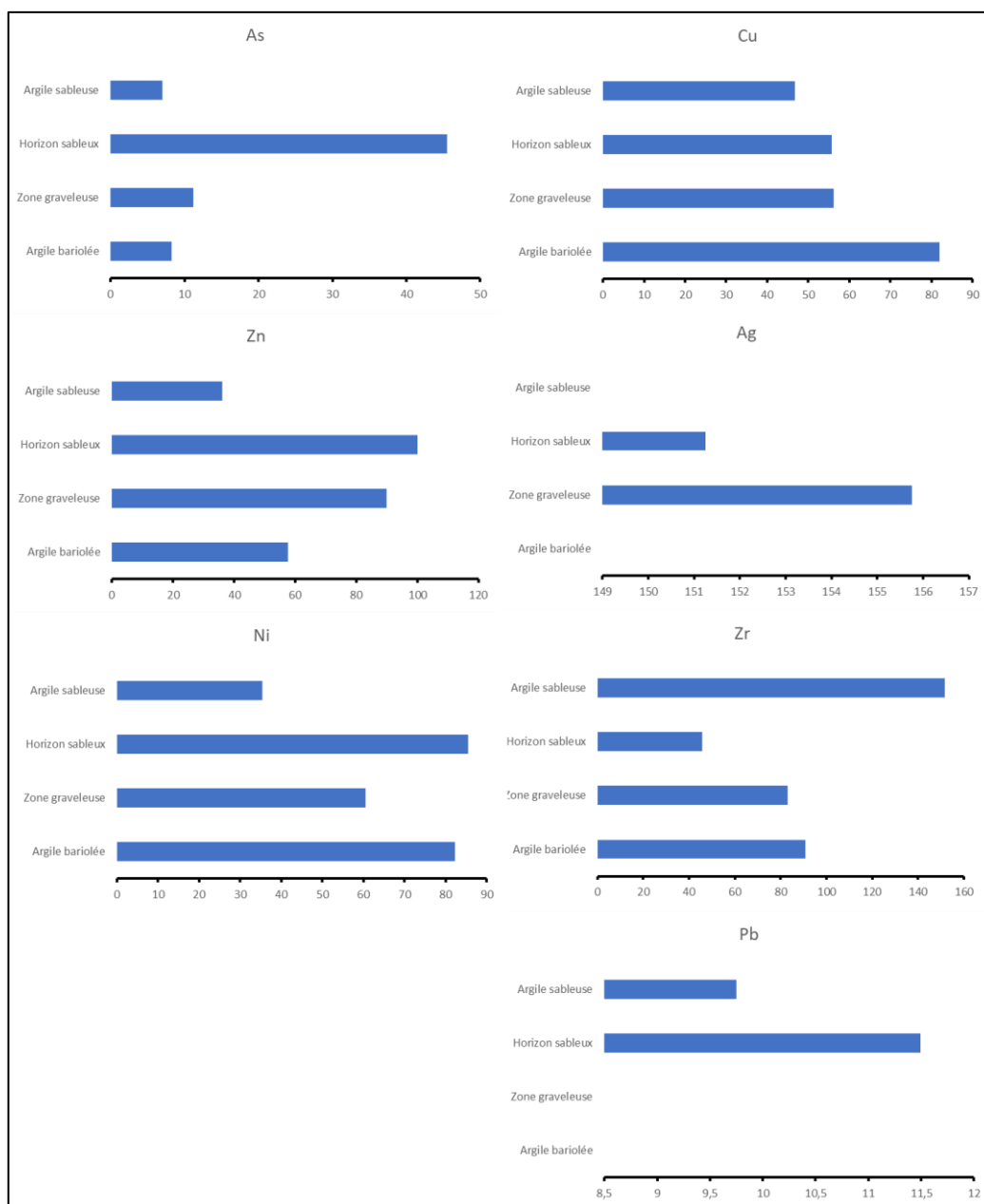


Fig. 9. Diagrammes présentant la répartition des éléments traces dans les horizons du puits B₁

• Éléments traces

Les diagrammes de variation des éléments traces constituent la figure 11. Les éléments tels que Zr, Sr, Pb, As, Zn, Cu et Te ont des teneurs pratiquement faibles dans tous les horizons de ce puits. Le plomb, l'arsenic et l'argent n'ont par contre aucune signature dans l'argile, alors qu'ils sont présents dans le sol limoneux avec des teneurs respectives de 26,94 ppm, 83,91 ppm et 222,68 ppm.

La teneur du baryum dans le sol de recouvrement (364,37 ppm) diminue dans l'argile où il est de 242,69 ppm. Quant au strontium, sa proportion augmente des limons aux argiles (43,54 ppm).

La teneur du nickel est faible dans ce puits (71,54 ppm), sa présence n'est exhaustive que dans les argiles (figure 13). L'absence du nickel dans le premier horizon s'expliquerait par sa lixiviation dans l'argile.

Le vanadium est marqué dans les deux horizons, avec des teneurs importantes (309,74ppm et 688,69ppm). Cet élément est plus concentré dans le sol (688,69 ppm) que dans les argiles où il diminue d'environ 370 ppm (Figure 13). Cette quantité de vanadium serait issue des matières organiques ou des sulfures de vanadium tel que la patronite (VS_4) et la sulvanite ($CuVS_4$).

Le cobalt est significatif dans l'horizon de couverture (1088,78 ppm), tandis qu'il n'est pas marqué dans l'argile noire. Cette teneur résulterait des nodules de latérites pris dans cet horizon. Cet élément illustre la présence des roches ultrabasiques et basiques dans lesquelles il est généralement présent.

6 DISCUSSION

Cette étude sur les sites miniers artisanaux pour or dans la ville de Toulépleu a permis d'en savoir plus que sur la lithostratigraphie et la géochimie des horizons des puits artisanaux.

La rentabilité des sites d'orpaillage de Toulépleu est liée aux matériels utilisés dans l'extraction. Ceux observés à Toulépleu sont plutôt archaïques, c'est pourquoi les exploitants artisanaux s'en tiennent au bas-fond. Ces contraintes sont celle de la plupart des activités minières artisanales comme le confirment les travaux de [17] dans le Sud du Québec.

La minéralisation aurifère exploitée par les exploitants artisanaux à Toulépleu est essentiellement alluvionnaire. Au niveau de la lithostratigraphie, le site de Brésil a abouti à une corrélation entre ses deux puits. Ainsi de bas en haut, trois horizons sont à noter: l'horizon argileux, puis celui de l'amalgame enfin l'horizon argilo-sableux. Les fragments de roches liés aux schistes ainsi que les galets de quartz faisant allusion aux roches felsiques indiquent que les roches de Toulépleu décrites par [15] sont presque toutes impliqués dans ces horizons. Ainsi, en généralisant, on retient que les puits d'orpaillage de la ville de Toulépleu présentent du bas vers le haut une succession de couche argileuse, un amalgame, une surface sableuse, de l'argile sableuse et un recouvrement limoneux.

Tableau 2. Analyse chimique des éléments majeurs (en %) et des éléments en traces (en ppm) de la section verticale du puits St

Oxydes en %	H1: Argile noire	H2: Sol limoneux
SiO ₂	29,32	20,02
Fe ₂ O ₃	9,47	40,54
Al ₂ O ₃	4,28	9,36
TiO ₂	2,61	1,94
CaO	0,66	0,12
P ₂ O ₅	0,63	0,79
MnO	0,07	0,07
K ₂ O	0,04	0,13
Eléments traces (ppm)		
Zr	169,8	161,25
Ba	242,69	364,37
Sr	43,54	7,22
Pb	0	26,94
As	0	83,91
Zn	30,74	80
Cu	39,3	88,05
Ni	71,54	0
Co	0	1088,78
Cr	197,97	1786,24
V	309,74	688,69
Te	38,05	78,78
Ag	0	222,68
Nb	20	0

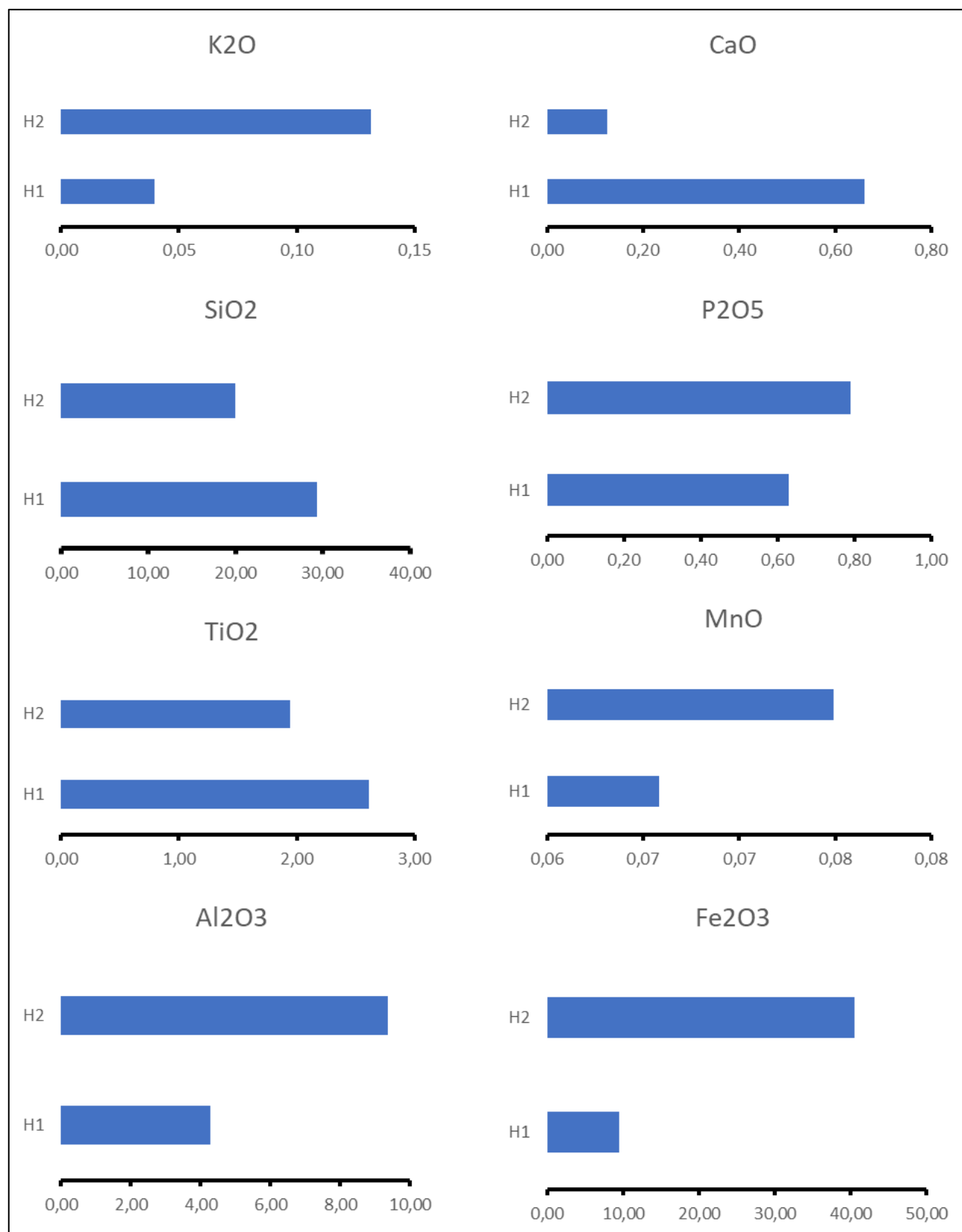


Fig. 10. Diagrammes présentant la variation des éléments majeurs dans le puits artisanal St.

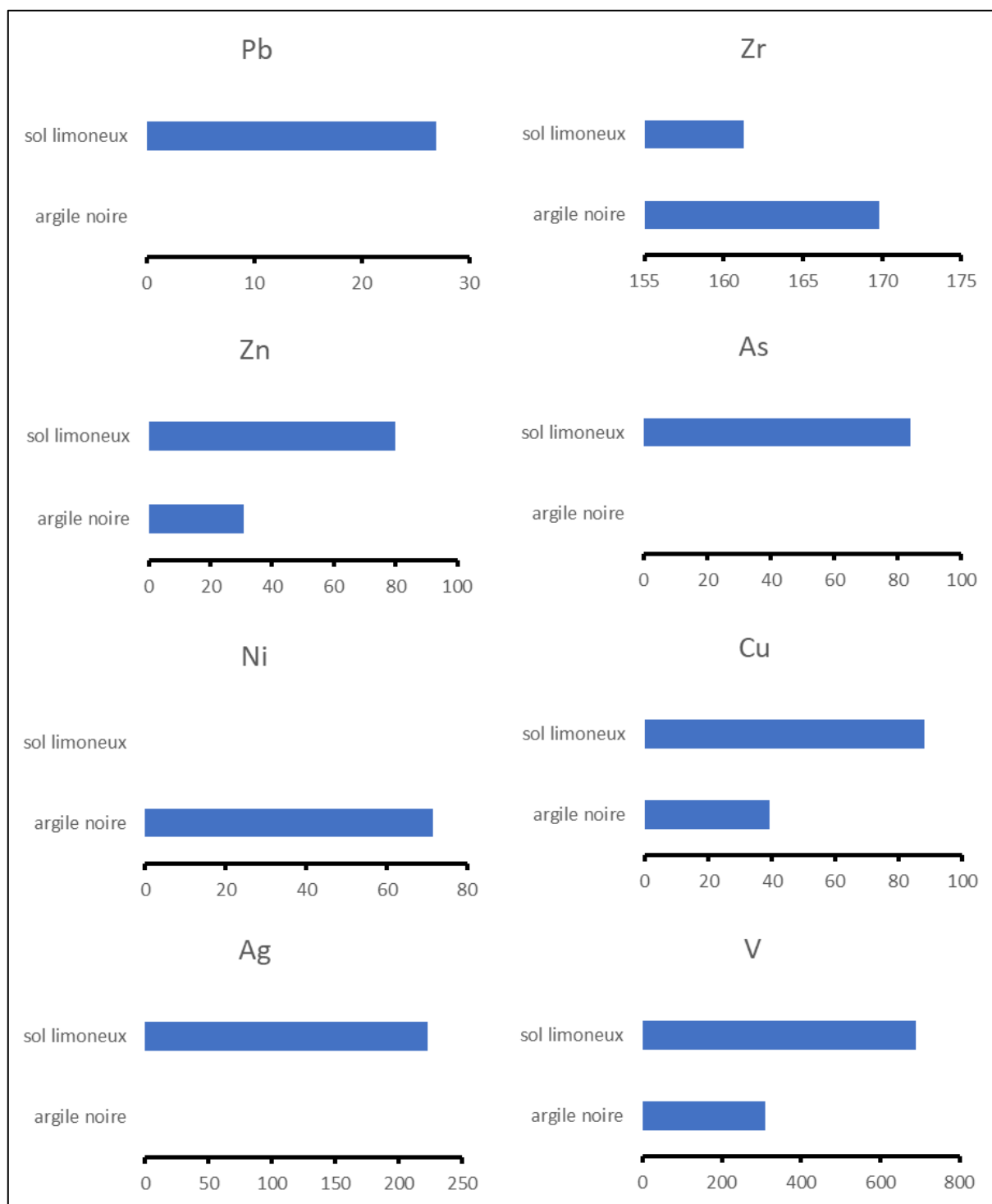


Fig. 11. Diagrammes présentant la distribution des éléments traces dans le puits artisanal Seité.

Ces horizons présentent tous des fragments de quartz de diverses variétés selon leur couleur. Cette hétérogénéité de couleur des quartz serait le témoin de la diversité de leurs origines. De même, l'aspect émoissé des cailloutis de quartz, est due au transport fluvial qu'ils ont subis comme le souligne [18] dans leurs études faites à Piéla. L'horizon argileux de base est fait d'une argile imperméable sur laquelle circule l'eau. Elle peut être bariolée ou rouge ou même noire, toutefois, elle constitue le front de tassement des éléments engagés dans le processus d'alluvionnement. Ce niveau argileux marque la limite de l'or percolé c'est d'ailleurs pourquoi, les exploitants artisanaux en font leur limite d'exploitation. Cet horizon se rencontre

dans la plupart des puits artisanaux de l'ouest de la Côte d'Ivoire puisqu'on l'observe également dans le département de Duékoué [4].

Au-dessus d'elle se trouve l'horizon tant recherché pour son abondance en or, il s'agit de l'horizon graveleux ou d'amalgame. Les cailloutis de quartz associés aux fragments des roches environnantes constituant la source primaire de l'or s'y accumulent et concentrent par la même occasion le métal jaune. La conservation de l'or est scellée par l'horizon sus-jacent qui est argilo-sableux. Cette couverture argileuse préserve les sédiments précipités ainsi que l'or y compris.

Cet entassement dynamique des lithologies a abouti à la concentration de l'or dans les bas-fonds étudiés à Toulépleu comme cela est également le cas à Duékoué [4] et Floleu [3]. Après altération, les résidus subissent un transport fluvial. La diminution de l'hydrodynamisme de la rivière engendre le granoclassement observé dans les puits, dans lesquels on observe les graviers, le sable et l'argile. Quant aux argiles qui se trouvent sous les graviers, elles font partie de la première sédimentation, dans laquelle les matières fines préalablement déposées constituaient, les sédiments de surface du cours d'eau. Cela est conforme à l'explication des sites similaires en France [19].

La distribution des éléments géochimiques dans ces profils rend compte du dynamisme du processus alluvionnaire. La silicification est importante dans la zone minéralisée et en surface alors que l'oxyde de fer évolue contrairement à la silicification. La présence dans la zone minéralisée du soufre et aussi du zinc, arsenic et plomb témoigne de l'implication des minéraux accompagnateurs de l'or comme la blende, la pyrite, la galène et l'arsénopyrite. Les travaux de [20] sur la minéralisation de l'itya ont également mis en exergue cette paragenèse métallifère.

Il ressort de cette étude que les éléments tels que le zinc, le zirconium, le strontium, le plomb, le vanadium, l'arsenic et le cuivre sont observables également dans l'horizon de recouvrement. Certains comme le plomb et l'arsenic sont enrichis dans cet horizon donc à la surface que dans la zone argileuse. Les teneurs sont faibles mais peuvent constituer un danger pour ceux qui y travaillent et surtout pour les sols utilisés pour l'agriculture.

L'or s'observe aussi bien en surface même si certains horizons présentent des teneurs élevées. Ainsi, l'horizon graveleux, quelquefois constitué de sable, d'argile, de cailloutis de quartz et de quelques rares morceaux de schistes est celui recherché par les orpailleurs.

7 CONCLUSION

La minéralisation aurifère exploitée par les exploitants artisanaux à Toulépleu est essentiellement alluvionnaire. Elle a pris forme à l'issue de processus récoltant les fragments de roches et de minéraux dans les collines environnantes suivi de leur sédimentation dans les bas-fonds. Ce type de minéralisation est facilement exploitable par la méthode artisanale.

Les profils étudiés sont constitués d'une variation de faciès qui diffèrent selon la localisation géomorphologique des puits. La lithostratigraphie montre que les puits sont constitués d'argile sableuse, de sable, d'une zone graveleuse et d'argile bariolée dans le puit Brésil 1 et d'argile rouge, d'un amalgame et d'argile sableux pour le puit Brésil 2, celui de Seité est fait de deux horizons dont un horizon d'argile limoneuse et l'autre de couverture limoneuse. L'horizon sableux a été mis en place selon un granoclassement normal. Cet horizon est celui qui est porteur de minéralisation dans ces différents puits. On y constate que l'horizon d'amalgame ou graveleux est comprise entre deux horizons argileux ce qui a abouti à une conservation de l'or percolé.

La géochimie de ces horizons indique l'omniprésence du quartz ou sable de la surface vers la profondeur des puits avec un entassement remarquable dans l'horizon minéralisé. Par contre l'oxyde de fer est abondant avec une dispersion contraire à celle de la silice. L'or est présent dans le sable argileux mais est plus abondant dans l'horizon amalgame ou graveleux. Cet horizon est marqué également par les éléments tels que le Pb, As, Zn, Cu, et S qui entrent dans la composition des sulfures accompagnateurs d'or sont abondants dans ces horizons, en particulier celui de l'horizon sableux. La distribution du Pb et de l'As s'observe dans tous les environnements et donc leur accumulation pourrait constituer des sources de danger.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les propriétaires terriens ainsi que les acteurs des sites d'exploitation artisanales de Toulépleu et de Seité pour avoir facilité l'accès et surtout la réalisation des travaux de terrain. Les remerciements vont également à l'endroit de Kanga Koffi Olivier et Gnian Yami Guillaume pour leurs participations aux activités de terrain. Enfin, les auteurs expriment leur gratitude aux reviewers anonymes pour le rehaussement de la qualité du manuscrit.

REFERENCES

- [1] Jacques E. (2001). La mine artisanale en Afrique: aspects techniques et environnementaux. CIFEG Publication, 37, pp.87-93.
- [2] Goh D. (2016). L'exploitation artisanale de l'or en Côte d'Ivoire: La persistance d'une activité illégale. *European Scientific Journal*, 12 (3), pp. 18-36.
- [3] Coulibaly S. L., Zahui F. M., Mangoua-Allali L. C., Chérif A., Coulibaly L. (2021). Artisanal mining practice and physical impacts on the environment in the Ity-Floleu gold region, Côte d'Ivoire. *International journal of environment and climate change*, 11 (11): 17-31.
- [4] Ouattara Z., Gouédji G. F. E., Ouattara G., Kamagate B., Coulibaly Y. (2022). Evaluation of the artisanal mining activities at Doumbiadougou, Duékoué, Côte d'Ivoire: consequences on the gold mineralization and the environment. *Conf. Mining the Connections*, 25 to 27 april, Québec, Canada.
- [5] Bessoles B. (1977). Géologie de l'Afrique, Le craton Ouest-africain. Paris, B.R.GM, France, 404 p.
- [6] Djro, S. (1998). Evolutions tectono-métamorphiques des gneiss granulitiques archéens du secteur de Biankouma-Touba (Nord-Ouest de la Côte-d'Ivoire), Thèse d'Etat, Université d'Abidjan, Côte d'Ivoire, 171p.
- [7] McFarlane A., Crowe M.J., Arthurs J.W., Wilkinson A.F., Aucott J. W. (1981). The geology and mineral resources of northern Sierra Leone. Overseas Memoir. 7. Institute of Geological Sciences. Her Majesty's Stationary Office, London. 103 p.
- [8] Camil J. (1984). Pétrographie, chronologie des ensembles granulitiques archéens et formations associées de la région de Man (Côte-d'Ivoire), Université d'Abidjan, Côte D'ivoire 306p.
- [9] Kouamelan, A.N. (1996). Géochronologie et géochimie des formations archéennes et protérozoïques de la Dorsale de Man en Côte-d'Ivoire. Implications pour la transition Archéen-Protérozoïque, Université de Rennes, France, 183p.
- [10] Boher M. (1991). Croissance crustale en Afrique de l'Ouest à 2,1 Ga. Apport de la Géochimie isotopique, Université de Nancy, France, 180 p.
- [11] Feybesse J.L., Billa, M., Guerrot C., Duguey E., Lescuyer, J.L., Milési and Bouchot V. (2006). The paleoproterozoic Ghanaian province: geodynamic model and ore controls, including regional stress modeling. *Precambrian Research*, 149, 149-196.
- [12] Doumbia S., Pouclet A., Kouamelan A. N., Peucat J.J., Vidal M., Délor C. (1998). Petrogenesis of juvenile-type Birimian (Paleoproterozoic) granitoids in central Côte d'Ivoire, west Africa: geochemistry and geochronology. *Précambrian Res.* 87, 33-63.
- [13] Coulibaly I., Kouamelan A N., Djro S.C., Coulibaly Y., (2017). Pétrographie des volcanites et plutonites de la partie Sud du sillon volcano-sédimentaire de Toumodi-Fetekro (Côte D'ivoire). *European Scientific Journal*, 13 (30): 199-230.
- [14] Papon A. (1976). Géologie et minéralisation du Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. Mémoire BRGM, 80, 285p.
- [15] Koffi G. R. S. (2020). Réévaluation géochimique et géochronologique des événements orogéniques dans le domaine Archéen de la Côte d'Ivoire: implications dans la géodynamique du craton. Thèse unique, Sp. Pétrologie-Métallogénie, Univ. Félix HOUPOUET-BOIGNY, Abidjan, Côte d'Ivoire, 283 p.
- [16] Ouattara Z. (2015). Caractères lithostratigraphique, structural, géochimique et métallogénique du gisement d'or de Bonikro, sillon birimien de fettekro, centre-Sud de la Côte d'Ivoire, Thèse unique de doctorat, Spécialité: Pétrologie-métallogénie, Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 330p.
- [17] LaSalle P. (1992). L'or dans les sédiments meubles: formations des placers, extraction et occurrences dans le Sud du Québec. Edition DPV, Québec, Canada, 31p.
- [18] Ouangrawa M., Grandin G., Parisot J.C., & Delaune M. (200). Evolution des particules d'or en milieu latéritique soudano-sahélien: alluvions et colluvions dans l'environnement d'un gîte filonien, Piéla, Burkina Faso. *Bulletin de la société géologique de France*, 171 (4): 397-405.
- [19] Peycru P., Dupin J.M., Fogelgesang J.F., Grandperrin D., Van Der Rest C., Cariou F., Perrier C., Augère B. (2008). Géologie tout-en-un: 1er et 2e années BCPST. Edition DUNOD, Paris, (France), 658p.
- [20] Tabaud A. S., Trap P., Marquer D., Durand C., Lescuyer J. L., Furic R. (2015). New insight on the magmatic and tectono-metamorphic evolution of the Paleoproterozoic gold-bearing Toulépleu-Ity district (SW Côte d'Ivoire). 13th SGA Biennial meeting 2015. *Proceedings*, Vol 4, pp. 1667-1670.

Circuit de commercialisation et consommation des bananes en ville de Butembo (Nord-Kivu, RD Congo): Cas des plantains et des bananes en cuire

[Circuit of marketing and consumption of bananas in the city of Butembo (North Kivu, DR Congo): Case of plantains and cooking bananas]

Kambale Kataliko Moise¹, Kambale Muhesi Elogé¹, Panzi Syvyaghendera¹, Musubao Kapiri Moise^{2,3}, Katembo Kitima⁴, Katembo Mupendawatu¹, and Kasreka Mukanyaka Réginald¹

¹Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques, Vétérinaires et Forestières (ISEAVF-Butembo), BP 421, Ville de Butembo, RD Congo

²Département des Eaux et Forêts, Faculté des Sciences Agronomiques (FSA), Université Catholique du Graben (UCG-Butembo), BP 29, Ville de Butembo, RD Congo

³Cellule de Statistiques et Analyse des données, Laboratoire d'Ecologie, Géomorphologie et Géomatique (LEGG), Ville de Butembo, RD Congo

⁴Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques, Vétérinaires et Forestières (ISEAVF-Butembo), Lubero, 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: Bananas are one of the main foodstuffs in the city of Butembo. In order to understand the marketing circuit as well as the consumption of bananas at the household level, a study was carried out in the city of Butembo. Its objectives were to understand how the marketing system for cooking bananas and plantains is organized and structured, to identify the problems or difficulties that hinder the marketing of cooking bananas and plantains and to compare the consumption of plantains to that of cooking bananas in households. To achieve these objectives, a survey was conducted among 96 plantain and cooking banana sellers and 100 households were used for the consumption study. At the end of these surveys, the results reveal that the banana marketing circuit is characterized by a multitude of actors playing different functions and having divergent market logics. The majority of these players are retailers (69.07 %) and wholesalers in the consumer market (50.52 %). Processors and wholesalers at the place of production are less represented. The main constraints in the marketing of plantains and cooking bananas are related to losses due to the perishability of bananas, transport problems induced by the advanced state of disrepair of the roads in the supply areas, the lack of customers, the lack of banana conservation structure, price instability and lack of knowledge of the transformation of bananas into other products. This study shows that 100 % of surveyed households consume plantains (*Ndizi*) against 98 % of households that consume cooking bananas (*Bisamunyu*). Regarding the consumption of bananas within a household, the study shows that a household with an average household size can consume between 1 and 10 kg of cooking bananas per day and per meal with an average of 3.15 ± 1.78 kg. The interpretation of the third quartile indicates that 75 % of the households surveyed consume a daily quantity of cooking bananas of less than 4 kg per meal. Regarding the consumption of plantains, in a household with an average household size, the daily quantity varies from 1 to 8 kg with an average of 2.39 ± 1.23 kg per meal. Indeed, 75% of surveyed households consume less than 3 kg of plantains per day and per meal.

KEYWORDS: Marketing circuit, consumption, plantains, cooking bananas and the city of Butembo.

RESUME: La banane constitue l'une des principales denrées alimentaires en ville de Butembo. En vue de comprendre le circuit de commercialisation ainsi que la consommation des bananes au niveau des ménages, une étude a été effectuée en ville de Butembo. Les objectifs de celle-ci étaient de comprendre comment s'organise et se structure le système de commercialisation des bananes à cuire et des plantains, de relever les problèmes ou difficultés qui freinent la commercialisation des bananes à cuire et des plantains et comparer la consommation des bananes plantains à celle des bananes à cuire dans les ménages. Pour atteindre ces objectifs, une enquête a été réalisée auprès de 96 vendeurs des bananes plantains et bananes à cuire et 100 ménages ont servi pour l'étude de la consommation. A l'issue de ces enquêtes, les résultats révèlent que le circuit de commercialisation des bananes est caractérisé par une multitude d'acteurs jouant des fonctions différentes et ayant des logiques marchandes divergentes. La majorité de ces acteurs est constituée des détaillants

(69,07 %) et des grossistes au marché de consommation (50,52 %). Les transformateurs ainsi que les grossistes au lieu de production sont moins représentés. Les principales contraintes de la commercialisation des bananes plantains et à cuire sont liées aux pertes dues à la périssabilité des bananes, aux problèmes de transport induits par l'état de délabrement avancé des routes dans les zones d'approvisionnement, au manque de clientèle, au manque de structure de conservation des bananes, à l'instabilité de prix et à la non connaissance de la transformation de la banane à d'autres produits. Cette étude montre que 100 % des ménages enquêtés consomment les bananes plantains (*Ndizi*) contre 98 % des ménages qui consomment les bananes à cuire (*Bisamunyu*). S'agissant de la consommation des bananes au sein d'un ménage, l'étude montre qu'un ménage ayant une taille de ménage moyenne peut consommer entre 1 et 10 kg de bananes à cuire par jour et par repas avec une moyenne de $3,15 \pm 1,78$ kg. L'interprétation du troisième quartile indique que 75 % des ménages enquêtés consomment une quantité journalière des bananes à cuire inférieure à 4 kg par repas. Concernant la consommation des bananes plantains, dans un ménage ayant une taille de ménage moyenne, la quantité journalière varie de 1 à 8 kg avec une moyenne de $2,39 \pm 1,23$ kg par repas. En effet, 75 % des ménages enquêtés consomment moins de 3 kg des bananes plantains par jour et par repas.

MOTS-CLEFS: Circuit de commercialisation, consommation, bananes plantains, bananes à cuire et ville de Butembo.

1 INTRODUCTION

Les plantains (*Musa AAB*) et les autres bananes à cuire (*Musa ABB*) constituent de principales ressources alimentaires dans le monde. Ils constituent des aliments de base produits en régions tropicales humides, sont une importante source d'hydrates de carbone pour des millions de personnes en Afrique, aux Caraïbes, en Amérique Latine, en Asie et au Pacifique [1], [2]. Leur production mondiale est estimée à environ 100 millions de tonnes par an. Ils se classent au 5e rang des productions vivrières après les céréales, le manioc, la patate douce et l'igname [3]. Les bananes et bananes plantains participent non seulement à la sécurité alimentaire mais sont également des sources de devises et d'emplois (directs et indirects) et dans certains cas, l'unique source de revenus pour les populations rurales et urbaines [4], [5], contribue à l'accroissement du produit intérieur brut (PIB) et, ce faisant à la lutte contre la pauvreté [6]. Au-delà des chiffres de production (100 millions de tonnes), des personnes concernées vivant presque exclusivement des bananes sont estimées à environ 400 millions dans 125 pays producteurs [7]. La consommation par habitant varie selon les pays: de 2 kg/an en Chine, 50 kg/an en Océanie et même 250 kg/an en Afrique de l'Est (Ouganda, Rwanda et Burundi) notamment sous forme de plat cuit ou de bière [7], [8], [9].

Dans certains pays d'Afrique, la banane plantain est l'aliment de base des populations; c'est le cas de l'Ouganda qui en est le premier producteur mondial avec 9 371 000 tonnes [7]. Plusieurs produits traditionnels dérivés du plantain sont consommés. Du point de vue botanique, la banane plantain est un fruit mais elle peut être consommée comme un légume [5], [9]. La banane plantain est un aliment énergétique qui fournit 120 kcal ou 497 kJ pour 100 g, contribue pour environ 70 %, aux disponibilités énergétiques alimentaires fournies par les plantains et les bananes à cuire dans le monde [7], [10]. Avec l'Afrique qui représente environ 30% de la production mondiale de la banane et de la banane plantain, des hauts plateaux de l'Afrique de l'Est à la zone forestière humide de l'Afrique de l'Ouest en passant par les plaines de l'Afrique centrale, la banane est vendue sur les marchés locaux, nationaux ou régionaux [11]. En raison de l'augmentation de leurs ventes sur ces marchés, les bananes plantains sont considérées comme un produit d'avenir permettant de diversifier et d'augmenter les revenus [6]. Ce sont surtout les approvisionnements des marchés urbains qui sont plus visés par les bananes et bananes plantains [4]. Ainsi, la diversité et la dynamique de ces filières reposent sur tout un ensemble d'acteurs, directement impliqués dans tous les stades de l'élaboration et de l'échange du produit banane: « Producteurs, transporteurs, distributeurs, consommateurs mais aussi associations, sociétés d'études, pouvoirs publics, agences, chercheurs, media, centres techniques et autres contribuent à construire et faire fonctionner le marché » [8]. Cependant, les lieux ou les fonctions où se concentre la création de valeur sont l'objet d'une forte compétition entre les agents. Dans le cas du plantain comme celui des produits frais, ces fonctions sont liées en priorité à la logistique. La faiblesse (ou la précarité) des structures de stockage et de conservation des plantains dans la plupart des pays concernés fragilise la capacité de régulation des approvisionnements par les pouvoirs publics. Elle explique potentiellement la forte instabilité des prix sur les marchés de vivriers périssables par rapport aux produits alimentaires des marchés internationaux [12].

En République Démocratique du Congo, la banane plantain, dont la production annuelle est estimée à plus de 2 millions de tonnes, constitue une nourriture de base pour la population. La Province Orientale occupe la première position avec plus de 600.000 tonnes de bananes produites, principalement les bananes plantains [13]. Près de 70 % de la production bananière est directement consommée par les producteurs ruraux. Les 30 % restants représentent la partie commercialisable et l'ensemble des pertes enregistrées dans le conditionnement des produits après récolte [13], [14].

Par ailleurs, la banane constitue l'aliment de base disponible durant toute l'année pour la population de l'Est de la RDC et sa consommation par habitant est près de 200 kg/an. En effet, dans cette zone, le bananier et bananier plantain représentent près de 70% de la production du pays dont 23,5% pour la province du Nord-Kivu [15], [16]. Dans les provinces du Kivu (Nord-Kivu, Sud-Kivu, et Maniema), les bananes plantains et les bananes dessert servent surtout à la fabrication de la bière de banane. La consommation des plantains à Kinshasa a beaucoup augmenté (de 3,85 kg à 8,89 kg/tête) par rapport à 1975, tandis que celle des bananes (douce) a diminué de 1,91 kg à 1,12 kg en cause du wilt bactérien dans les zones d'approvisionnements. Aussi, l'Etat congolais ne s'est pas

beaucoup préoccupé du mode de fonctionnement du marché des produits alimentaires, et encore moins des difficultés auxquelles sont confrontés les commerçants impliqués dans la filière d'approvisionnement en produits alimentaires [17]. Parmi ces difficultés figurent la nature périssable des fruits mais l'importance des pertes après récolte des plantains varie d'un pays à l'autre en fonction de l'organisation des circuits de commercialisation et des modes de consommation [2].

La pratique actuellement semble consister surtout en transactions immédiates d'achat et de vente sans tenir compte des besoins et exigences réelles des consommateurs qui parfois refoulent cette denrée, entraînant du coup des invendues et des pertes chez les petits vendeurs et revendeurs. Les conditions et méthodes relatives à la vente de bananes et bananes plantains perpétuent souvent les difficultés des vendeurs et des consommateurs dans les villes de la RDC [17]. Dans la partie Est de la RD Congo en général et dans le Territoire de Beni et de Lubero en particulier, cette situation des vendeurs s'amplifie en cause de la menace du *Wilt* bactérien, *Banana Xanthomonas Wilt* (BXW) [18].

Malgré leur importance pour le développement des systèmes de commercialisation, les décideurs publics ne disposent pas d'informations suffisantes pour élaborer et mettre en œuvre une politique sectorielle spécifique. L'élaboration d'une base de données pertinente en accès libre est donc susceptible de contribuer à une meilleure prise en compte des bananes et bananes plantains dans les orientations des politiques agricoles et d'accroître leur impact [6]. Ainsi, la mise en place d'un système d'information des marchés par les pouvoirs publics permet d'apprécier la capacité du plantain à satisfaire la sécurité alimentaire [1]. C'est dans ce contexte que cette étude s'intéresse à la commercialisation des bananes plantains et à cuire en ville de Butembo. L'objectif de cette étude est d'une part, d'étudier le circuit de commercialisation des bananes à cuire (*Bisamunyu* en langue locale) et des bananes plantains (*Ndizi* en langue locale) et d'autre part, de comparer la consommation des bananes plantains à celle des bananes à cuire dans les ménages en ville de Butembo.

2 MILIEU D'ÉTUDE ET MÉTHODES

2.1 MILIEU D'ÉTUDE

Cette étude a été effectuée en Ville de Butembo. Cette dernière est située au Nord-Est de la République Démocratique du Congo, province du Nord-Kivu, à plus ou moins 135 km de Kasindi (frontière d'Ouganda), 600 km de Kampala (capitale d'Ouganda), 350 km de Goma (chef-lieu de la province du Nord-Kivu), 900 km de Kisangani (chef-lieu de province de la Tshopo) [19]. Elle subdivisée en quatre communes: Kimemi, Vulamba, Mususa et Bulengera (figure 1).

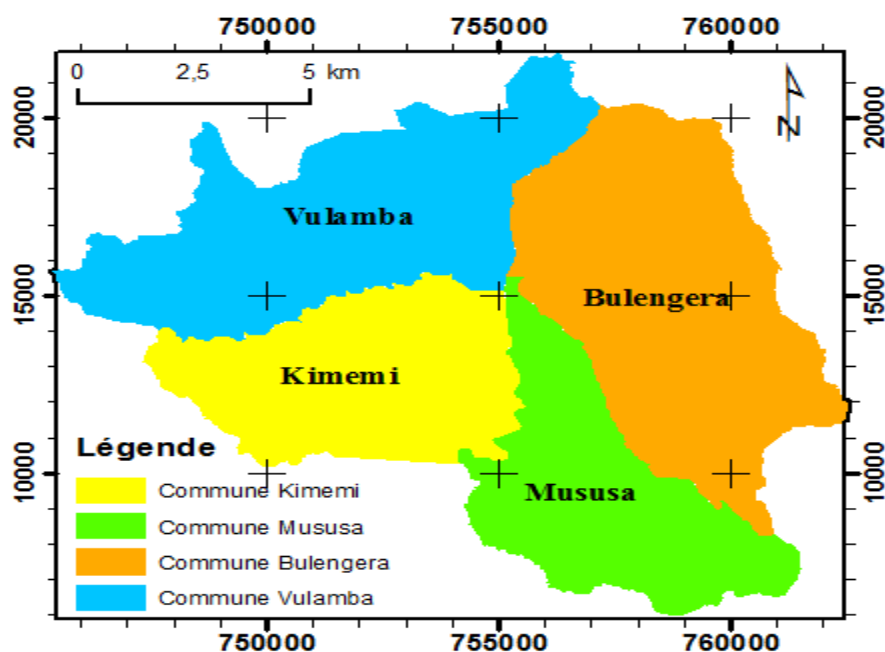


Fig. 1. Carte de la ville de Butembo avec les quatre communes [20]

Le relief de la contrée dans laquelle se trouve la ville de Butembo résulte de l'orogénèse tertiaire concomitante à la formation du fossé tectonique albertin. Il est disséqué et collinaire avec des roches métamorphiques et granitiques datant de l'Antécambrien [20]. Suite à la nature granitique du substratum, des ressources hydrogéologiques potentielles devraient exister à Butembo. Actuellement, la ville s'alimente au droit de sources émergeant généralement au pied des versants et d'autres qui sont perchées dans les collines. De par

la faible superficie des bassins versants, ces sources présentent généralement des débits inférieurs à 5 m³/h. Le centre-ville est drainé par la Kimemi qui traverse la zone urbaine dans la direction sud-nord. Les cours d'eau traversent des anciennes zones marécageuses appelées *dambos* [20]. La Ville de Butembo jouit d'un climat subtropical humide (*Afi*) tempéré par les montagnes [21]. La température moyenne oscille autour de 18°C, avec deux saisons des pluies, de mars-avril-mai et août-septembre-octobre-novembre, influencée par le passage de la zone de convergence intertropicale. Les deux saisons relativement sèches vont de juin à juillet et de janvier à février. La pluviométrie moyenne annuelle (1365 mm) dans la région est typique à la zone équatoriale [22] étant donné que la contrée jouxte la forêt de cette zone.

Les sols de Butembo se diversifient selon les roches-mères dont ils sont issus, la texture et la teneur en eau et en matière organique. Les sols de Butembo sont tous des kaolisols parce qu'ils sont formés par un matériau kaolinique caractérisé par une fraction. La végétation originelle de la Ville de Butembo a disparue suite à l'action anthropique et elle a laissé place à des groupements rudéraux herbacés, adventices post culturels et des espèces ligneuses exotiques (*Eucalyptus sp.*, *Grevillea robusta*, etc.). La contrée a subi depuis trois siècles une déforestation systématique si bien que la forêt climacique de montagne ne subsiste que dans quelques cantons sous-peuplés ainsi que sur les quelques sommets des massifs isolés [20], [23]. Actuellement, la forêt existe sous forme des reliques forestières. On trouve la réserve de l'Institut Technique Agricole et Vétérinaire de Butembo (ITAV) et celle de la REGIDESO au niveau du quartier Matembe.

Du point de vue socioéconomique, la Ville de Butembo est occupée par les *Nande* appelés aussi *Yira* qui peuplent la région depuis quelques siècles. Chez les *Nande*, la vie s'organise autour des familles ou ménages, considérés comme unités de base de l'entreprise d'activités socio-économiques. Ces activités reposent essentiellement sur l'agriculture et le commerce. L'élevage n'a pas constitué en soi le fondement de l'organisation sociale *Nande*, mais il a servi surtout à entretenir des relations entre les individus qui sont basées sur les contacts sociaux, accessibles à tous [21]. L'agriculture est essentiellement traditionnelle. Souvent, la culture des arbres accompagne ces cultures dans le paysage de la ville. La dynamique commerciale qu'a connue la ville de Butembo a aussi fort contribué à l'amélioration de l'habitat dans cette ville [19]. Selon les statistiques fournies par la Mairie pour l'année 2020, la population de la ville de Butembo est estimée à près de 936 328 habitants en raison de 342 320 habitants pour la commune Bulengera, 209 431 pour la commune Kimemi, 241 362 habitants pour la commune Mususa et 143 215 habitants pour la commune Vulamba.

2.2 MÉTHODES

2.2.1 DETERMINATION DE LA TAILLE DE L'ÉCHANTILLON

Étant dans l'impossibilité d'être au contact avec les différents acteurs impliqués dans la commercialisation et la consommation des bananes plantains et des bananes à cuire en ville de Butembo, la constitution d'un échantillon a été utile. Pour ce faire, nous avons procédé à un échantillonnage aléatoire simple (le choix des acteurs de la filière s'est fait sur base d'un hasard) en considérant d'une manière ou d'une autre toute personne qui touche à la banane dès sa production jusqu'à sa consommation). Vu que nous ne connaissons pas la taille réelle de la population des vendeurs et de consommateurs des bananes, nous avons tiré l'échantillon par la formule suggérée par Lwanga et Lemeshow (1991); Dagnelie (1998) [24]:

$$N = \frac{Z^2 * P * (1-P)}{d^2} \quad (1)$$

Où *N* est la taille de l'échantillon, *z* est le niveau de confiance selon la loi normale centrée réduite (pour un niveau de confiance de 95 %, *z* = 1,96), *p* est la proportion estimée qui présente la caractéristique c'est-à-dire la proportion estimée des vendeurs et des consommateurs des bananes (comme cette proportion *p* est inconnue, nous l'avons considéré à 0,85 et *d* étant la marge d'erreur tolérée. Considérant une marge d'erreur (*d*) de 5 %, la taille de l'échantillon de cette étude est de 195,9 que nous avons arrondis à 196 acteurs en raison de 96 vendeurs et 100 consommateurs (ménages).

2.2.2 COLLECTE DE DONNÉES SUR LA COMMERCIALISATION ET LA CONSOMMATION DES BANANES PLANTAINS ET DES BANANES EN CUIRE

La première phase de la collecte des données consistait à faire une pré-enquête. Cette dernière a permis de situer l'objet d'étude dans un contexte global. Pendant cette phase, tous les supports ou moyens d'information accessibles ont été exploités dans le cadre de la recherche documentaire. La deuxième phase est celle de la collecte des informations proprement dite. Que ce soit pour l'étude du circuit de commercialisation ou de la consommation de bananes plantains et bananes à cuire, ces informations ont été collectées par enquête selon la méthode « *Show-and-tell* ». Selon cette méthode, l'enquêteur collecte les informations à partir des questionnaires dont les réponses sont préétablies. Il interroge les enquêtés par entretien semi-directif sans toutefois influencer leur choix dans les réponses [25]. Ainsi, pour faciliter la collecte des informations, deux questionnaires d'enquête dont l'un est destiné aux différents intermédiaires dans le circuit de commercialisation des bananes plantains et/ou des bananes à cuire et l'autre est destiné aux consommateurs (ménages) ont été utilisés. Ces deux questionnaires ont été formalisés moyennant l'outil *Kobotoolbox* afin d'être téléchargé sur un smart

phone via l'application *KoBoCollect* v1.25.1. L'avantage de cet outil est qu'outre la facilité de collecte et de traitement des données, il permet d'ordonner les variables et de minimiser les erreurs qui pourraient surgir durant la phase de dépouillement des questionnaires manuscrits [26]. Les données ont été collectées dans 5 marchés de la ville de Butembo: Central, Vichai, Kiwede, Ryghenda et Biassa au cours du mois de septembre 2021.

2.2.3 TRAITEMENT STATISTIQUE DES DONNÉES

A partir de l'outil *Kobotoolbox*, les deux questionnaires ont été téléchargés sous format Excel, ensuite transférés dans un ordinateur et traités à l'aide du logiciel XLSTAT Pro version 2014. Le traitement des données a été fait selon la nature des variables considérées (qualitatives ou quantitatives). Pour les variables qualitatives, les fréquences de citation ont été déduites selon que l'enquêté avait de possibilité de cocher une seule réponse à la question posée ou au contraire de choisir une ou plusieurs réponses à une même question. Ces variables ont été présentées sous forme de diagrammes à barres ou des tableaux. Par contre, les variables quantitatives (nombre des régimes ou des mains vendus, prix des régimes ou de mains, quantité des bananes achetée par un ménage, quantité des bananes consommée par ménage par repas etc.), la réduction des données a été rendue possible grâce à la statistique descriptive à une dimension. La distribution des paramètres statistiques de chaque variable quantitative a été présentée sous forme de boîtes à moustaches (*boxplot*) ou boîtes de Tukey. Le test non paramétrique de Wilcoxon a été utilisé pour comparer deux moyennes lorsque les distributions des données n'étaient pas proches de la loi normale. Ces analyses ont été effectuées en utilisant le logiciel R Core Team version 4.1.2 [27] via R studio 1.2.5003.

3 RÉSULTATS

3.1 SYSTEME DE COMMERCIALISATION DES BANANES PLANTAINS ET BANANES À CUIRE

3.1.1 PROFIL DES VENDEURS DES BANANES

Les caractéristiques des vendeurs sont présentées dans le tableau 1. Les résultats de ce tableau montrent que les vendeurs sont de deux genres avec une grande proportion de femmes (54,2 %). Les vendeurs de bananes sont principalement des personnes qui n'ont pas eu la possibilité d'être à l'école. Des personnes ayant un niveau d'étude limité au niveau secondaire sont également bien représentées. Malgré que ces personnes s'offrent à la vente des bananes, leur activité principale reste l'agriculture. Ce sont majoritairement des mariés qui œuvrent dans le secteur de la vente des bananes. Mais, on y rencontre également une bonne proportion des célibataires.

Tableau 1. *Caractéristiques sociodémographiques des vendeurs de bananes*

Variables	Modalités	Effectifs	Pourcentage
Sexe	Féminin	52	54,2
	Masculin	44	45,8
Niveau d'étude	Sans instruction	30	31,2
	Primaire	20	20,8
	Secondaire	28	29,2
	Supérieure/Universitaire	18	18,8
Profession	Agriculteur	53	55,2
	Agent de santé	1	1,0
	Commerçant	13	13,5
	Enseignant	8	8,3
	Fonctions non formelles	21	21,9
Situation maritale	Marié	54	56,2
	Célibataires	33	34,4
	Veufs/ Veuves	9	9,4

En rapport avec l'âge de vendeurs, le tableau 2 montre qu'en généralement, il varie de 18 à 65 ans avec une moyenne de 39,06 ± 10,25 ans. On remarque que 75 % des vendeurs ont l'âge en dessous de 45 ans (3^{ème} quartile).

Tableau 2. Distribution de l'âge des vendeurs de bananes

Paramètres	Age (ans)
Minimum	18
1 ^{er} quartile	32,00
Médiane (Q2)	37,50
Moyenne	39,06 ± 10,25
3 ^{ème} quartile	45,00
Maximum	65

Tenant compte de l'âge de vendeurs en fonction du genre (figure 2), il n'existe pas de différences significatives d'après le test de rangs de Wilcoxon ($W=1181$, $p\text{-value}=0,7875$). Pour les vendeurs femmes, l'âge varie de 18 à 65 ans avec une moyenne de $39,61 \pm 12,25$ ans. Par contre, pour les vendeurs hommes, l'âge oscille entre 25 et 56 ans avec une moyenne de $38,41 \pm 7,30$ ans.

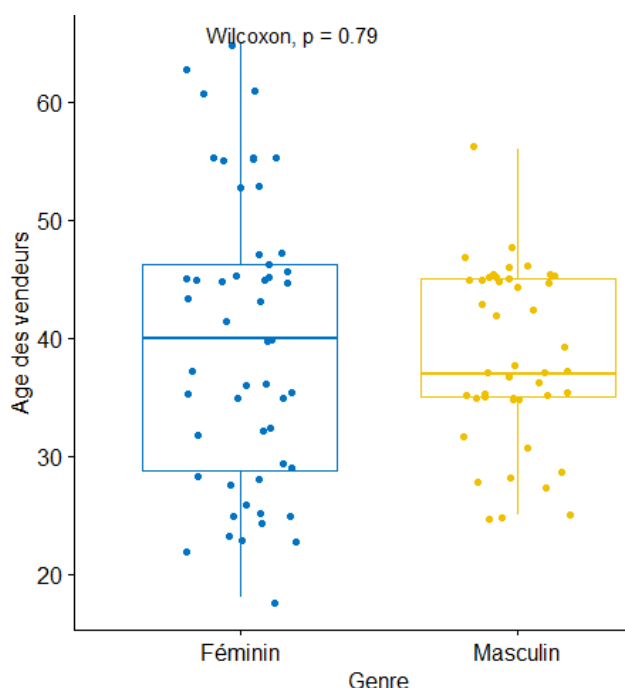


Fig. 2. Distribution de l'âge de vendeurs en fonction du sexe

3.1.2 MOTIVATIONS, ACTEURS ET CATEGORIES DE BANANES VENDUES

La proportion des enquêtés en fonction des catégories de bananes vendues ainsi que les motivations dans le choix de la vente des bananes sont présentées au niveau de la figure 3. Cette dernière montre que parmi les principales raisons qui motivent les personnes à investir dans la vente des bananes figurent la rentabilité de l'activité (74,23 %) qui permet entre temps de lutter efficacement contre le chômage (87,63 %). L'analyse de la figure 3 montre également que 64,6 % de bananes vendues par les enquêtés sont des bananes plantains alors que 35,4 % sont des bananes à cuire.

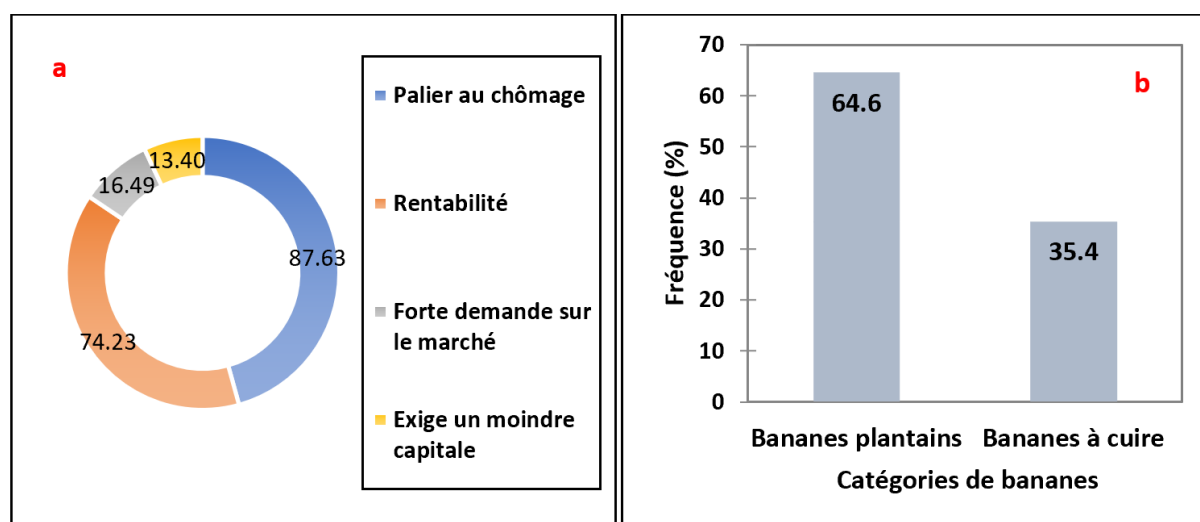


Fig. 3. Motivations des vendeurs des bananes (a) et catégories de bananes vendues (b)

Le système de commercialisation des bananes est complexe et est constitué d'une panoplie d'acteurs (intermédiaires) assurant les fonctions diverses. La figure 4 ci-dessous montre les principaux acteurs intervenant dans le circuit de commercialisation des bananes à partir des zones d'approvisionnement vers le centre de consommation (ici ville de Butembo).

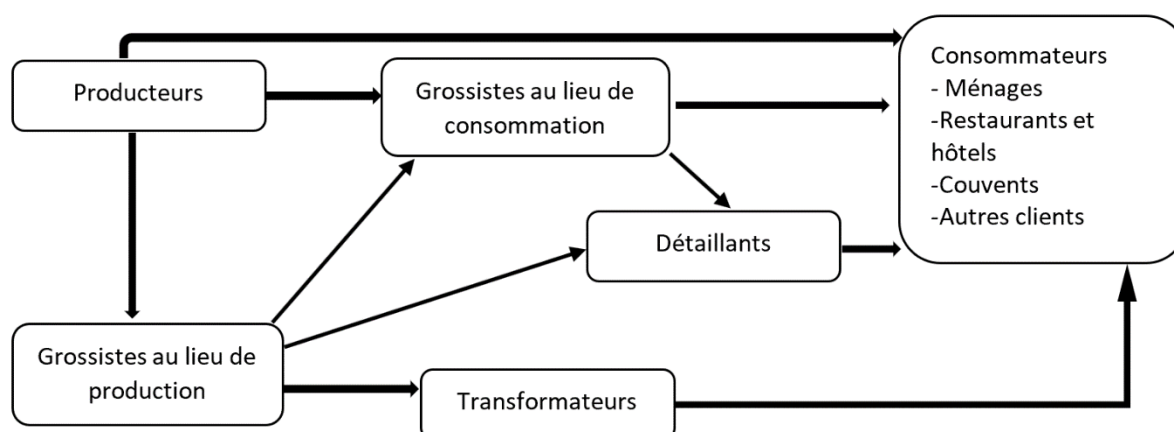


Fig. 4. Schéma simplifié du circuit de commercialisation des bananes en ville de Butembo

Les producteurs assurent les fonctions de production dans les lieux de production. Les grossistes au lieu de production (ou collecteurs) sont des intermédiaires qui s'approvisionnent directement à partir des producteurs au niveau des marchés situés près des zones d'approvisionnement. Les grossistes au lieu de consommation sont des grossistes situés au niveau du centre de consommation (c'est-à-dire au niveau de la ville de Butembo) et qui s'approvisionnent à partir des grossistes au lieu de production. Les transformateurs sont des acteurs qui transforment les bananes en autres produits généralement la farine appelé localement *Kafulu*. Il ressort du schéma ci-dessus, 5 circuits de commercialisation des bananes en ville de Butembo:

- 1° Producteurs → Consommateurs
- 2° Producteurs → Grossistes au lieu de consommation → Consommateurs
- 3° Producteurs → Grossistes au lieu de consommation → Détaillants → Consommateurs
- 4° Producteurs → Grossistes au lieu de production → Grossiste au lieu de consommation → Détaillants → Consommateurs
- 5° Producteurs → Grossistes au lieu de production → Transformateurs → Consommateurs

Il faut retenir que cette étude n'a pris en compte les producteurs et les transformateurs. La figure 5 présente les différents acteurs intervenant dans la commercialisation des bananes en ville de Butembo. La majorité des vendeurs sont des détaillants (69,07 %) et des

grossistes au lieu de consommation (50,52 %). Les transformateurs des bananes ainsi que les grossistes au lieu de production sont moins représentés.

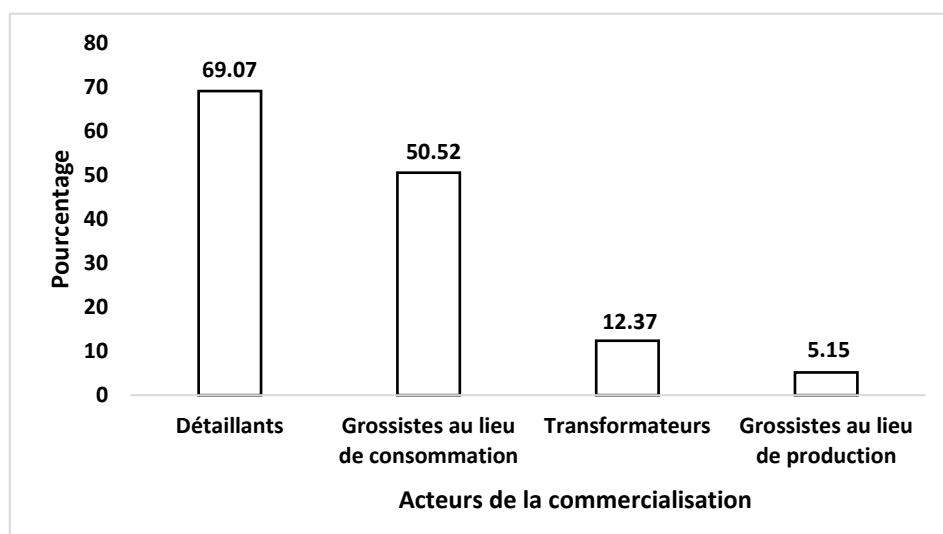


Fig. 5. Acteurs de la commercialisation des bananes en ville de Butembo

3.1.3 QUANTIFICATION DES FLUX DE BANANES DANS LE CIRCUIT DE COMMERCIALISATION

Le nombre des régimes achetés selon la fréquence d'approvisionnement propre à chaque acteur, le nombre de régimes vendus par jour et le nombre des mains que les grossistes au lieu de production et les grossistes au lieu de consommation achètent aux producteurs ou que les détaillants achètent aux grossistes au lieu de consommation et qui sont destinés à la vente sur les marchés de la ville de Butembo sont présentés au niveau de la figure 6. Selon cette figure, il n'y a pas de différence significative entre la quantité des régimes achetés en fonction des deux catégories de bananes (Wilcoxon, p-value=0,076). Par contre, le nombre de régimes vendus par jour par acheteur varie significativement avec les catégories de bananes (Wilcoxon, p-value=0,049*); les régimes de bananes plantains étant les plus vendus par rapport à ceux de bananes à cuire. De même, le nombre de mains vendues par jour par acteur est similaire entre les deux catégories de bananes (Wilcoxon, p-value=0,43). Les distributions des valeurs du nombre de régimes achetés à une fréquence donnée, du nombre de régimes vendus et du nombre de mains vendues par jour sont présentées dans le tableau 3.

Tableau 3. Nombre de régimes achetés à une fréquence donnée, du nombre de régimes vendus et du nombre de mains vendues par jour

Paramètres	Nombre de régimes achetés à une fréquence donnée		Nombre de régimes vendus par jour		Nombre de mains vendues par jour	
	Plantains	A cuire	Plantains	A cuire	Plantains	A cuire
Minimum	4,0	2,0	1,0	2,0	3,0	2,0
1 ^{ière} quartile	10,0	8,0	4,0	4,0	6,0	7,0
Médiane	18,0	12,0	10,0	6,0	8,0	9,0
Moyenne	25,4 ± 20,6a	19,9 ± 17,4a	11,2 ± 7,8a	7,9 ± 6,0b	10,2 ± 7,8a	11,4 ± 10,8a
3 ^{ième} quartile	35,0	25,0	15,0	9,0	12,0	12,5
Maximum	85,0	58,0	25,0	25,0	53,0	61,0

D'après le tableau 3, les grossistes au lieu de production, les grossistes au lieu de consommation et les détaillants achètent entre 4 et 85 régimes de bananes plantains après rupture de leur stock avec une moyenne de 25,4 régimes tandis qu'ils achètent entre 2 et 58 régimes de bananes à cuire avec une moyenne de 19,9 régimes. Le nombre de régimes achetés le plus faible concerne généralement les détaillants alors que le nombre de régimes le plus élevé concerne les grossistes qui achètent des grandes quantités. Par rapport au nombre des régimes revendus par jour, le tableau 3 montre qu'un acteur peut revendre en moyenne 11,2 régimes de bananes plantains et 7,9 régimes de bananes à cuire par jour. Concernant le nombre de mains vendues, la moyenne journalière par acteur est estimée à 10,2 mains pour les bananes plantains et 11,4 mains pour les bananes à cuire.

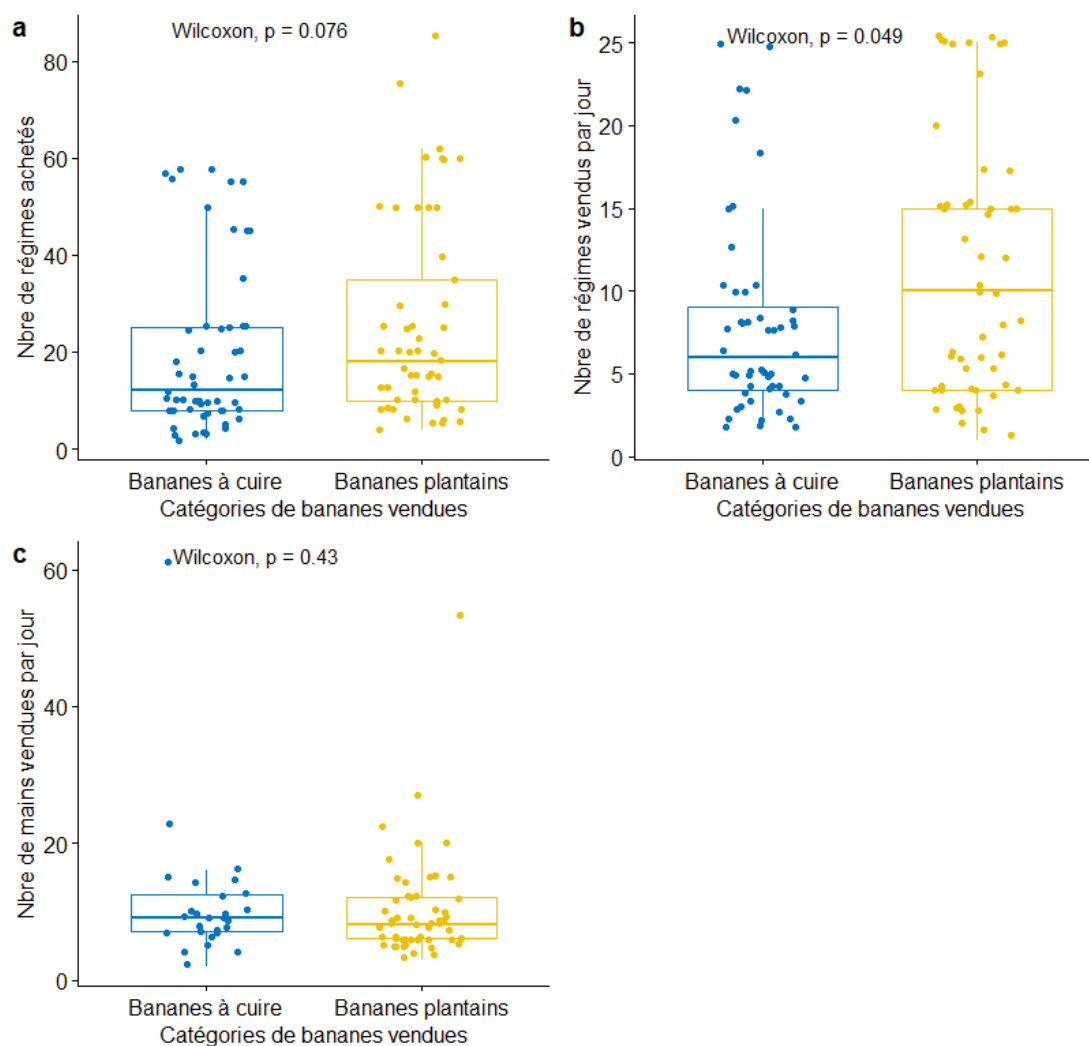


Fig. 6. Nombre de régimes achetés à une fréquence donnée (a), du nombre de régimes vendus (b) et du nombre de mains vendues par jour (c)

Le tableau 4 présente les principales zones d'approvisionnement des acteurs en bananes plantains et bananes à cuire vendues au niveau des marchés de Butembo.

Tableau 4. Zones d'approvisionnement en bananes pour les acteurs de Butembo

Provenance des bananes	Marchés/Localités	Fréquence de citation	%
Ville de Butembo	Vichai, Biassa	39	40,63
Territoire de Lubero	Kirima, Buyinga, Mangurepipa, Vidjo, Muhangi, Vusamba, Kasinga, Kimbulu, Munoli	29	30,21
Territoire de Beni	Oicha, Maboya, Mangina, Cantine, Butuhe, Kalunguta, Kabagha	23	23,96
Territoire de Mambasa	Commanda	5	5,21
Total		96	100,00

Ce tableau 4 montre que la ville de Butembo est plus représentée (40,63 %). Cela est lié au fait que la majorité des acteurs sont des détaillants qui s'approvisionnent auprès des grossistes ramenant les bananes principalement dans le territoire de Lubero (30,21 %) et de Beni (23 %). La faible fréquence d'approvisionnement associée du territoire de Beni serait due à l'insécurité généralisée semée par les groupes armés et principalement les ADF NALU qui ont conduit à l'abandon des champs par les agriculteurs ayant fui les atrocités commises dans cette région depuis 2014. Les estimations du revenu mensuel qu'un acteur peut tirer de la commercialisation des bananes sont présentées au niveau du tableau 5.

Tableau 5. Revenu qu'un acteur peut tirer de la commercialisation des bananes

Paramètres	Revenu tiré de la vente (en francs congolais)	
	Bananes plantains	Bananes à cuire
Minimum	25 000	20 000
1 ^{ère} quartile	60 500	67 000
Médiane	120 000	111 000
Moyenne	171 124 ± 187 984,7	161 618 ± 178 864,0
3 ^{ème} quartile	190 000	183 750
Maximum	1 000 000	920 000

Le revenu mensuel tiré de la vente des bananes ne varie pas en fonction de la catégorie vendue (Wilcoxon, p-value=0,78) (figure 7). L'analyse du tableau 5 montre que le revenu mensuel varie de 25 000 francs (pour les petits détaillants) à 1 000 000 francs (pour les grossistes) pour la banane plantain et de 20 000 francs congolais (pour les petits détaillants) à 920 000 francs congolais (pour les grossistes). Le revenu mensuel moyen est de 171 124 francs congolais pour les vendeurs de bananes plantains et 161 618 francs congolais pour les vendeurs de bananes à cuire.

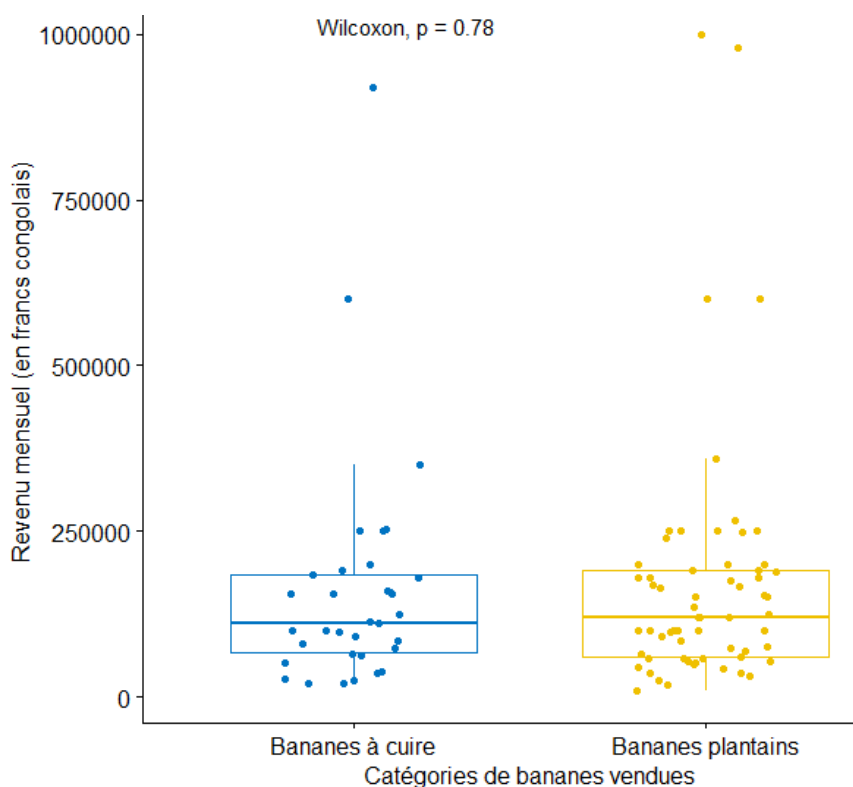


Fig. 7. Comparaison du revenu tiré de la vente en fonction des catégories de bananes

La fréquence d'écoulement des bananes plantains et des bananes à cuire est présentée au niveau du tableau 6 ci-dessous. Il ressort de ce tableau que 27,08 % des vendeurs écoulent toute la quantité des bananes achetée après une semaine, 19,79 % écoulent après quatre jours et 16,67 % écoulent après deux ou trois jours. Enfin, 15,63 % des vendeurs écoulent la quantité des bananes après plus d'une semaine.

Tableau 6. Fréquence d'écoulement de bananes par les vendeurs en ville de Butembo

Fréquence d'écoulement	Bananes à cuire		Bananes plantains		Total (%)
	Effectif	%	Effectif	%	
Un jour	0	0,0	4	4,17	4,17
Deux jours	6	6,25	10	10,42	16,67
Trois jours	7	7,29	9	9,38	16,67
Quatre jours	8	8,33	11	11,46	19,79
Une semaine	8	8,33	18	18,75	27,08
Plus d'une semaine	5	5,21	10	10,42	15,63
Total	34	35,4	62	64,6	100

3.1.4 PRINCIPAUX CLIENTS, PRIX DE VENTE DES BANANES ET SES DETERMINANTS DANS LES MARCHES DE BUTEMBO

Les principaux clients qui achètent les bananes auprès des acteurs sont montrés au niveau de la figure 8. D'après cette figure, les principaux clients des bananes plantains et à cuire sont les ménages (89,69 %), les restaurants (42,27 %) et les hôtels (16,49 %).

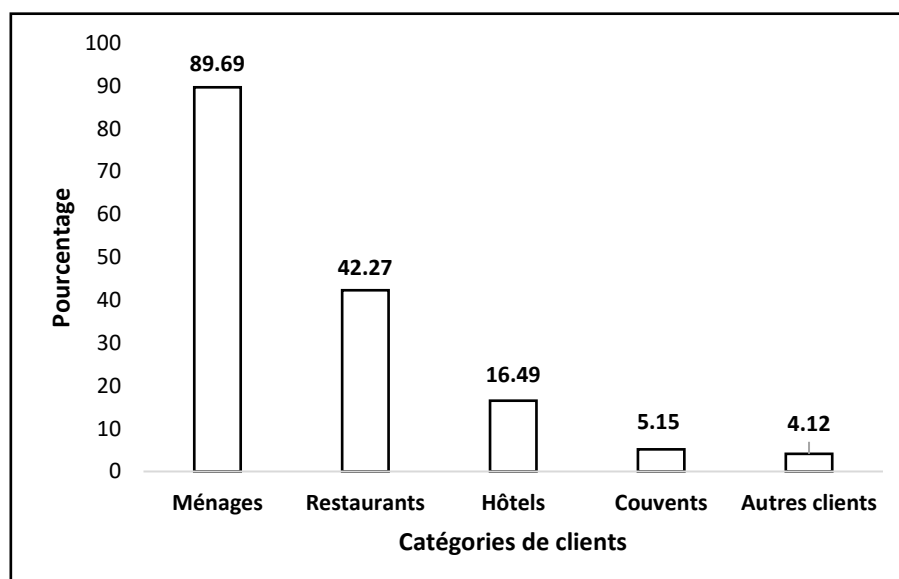


Fig. 8. Types de clients de la banane en ville de Butembo

Les différents prix d'un régime ou d'une main des bananes plantains ou des bananes à cuire sont présentés au niveau de la figure 9. Le test de Wilcoxon montre que le prix d'un régime de bananes varie significativement avec la catégorie des bananes ($p\text{-value}=1,9.10^{-9}$ ***< 0,05). Le régime de bananes plantains (*Ndizi*) présente un prix significativement supérieur au prix d'un régime de bananes à cuire (*Bisamunyu*). De même, il existe une différence significative entre le prix moyen d'une main de bananes plantains et celle des bananes à cuire ($p\text{-value}=0,0023$ **) et une main de bananes plantains coûte plus chère qu'une main de bananes à cuire (tableau 7).

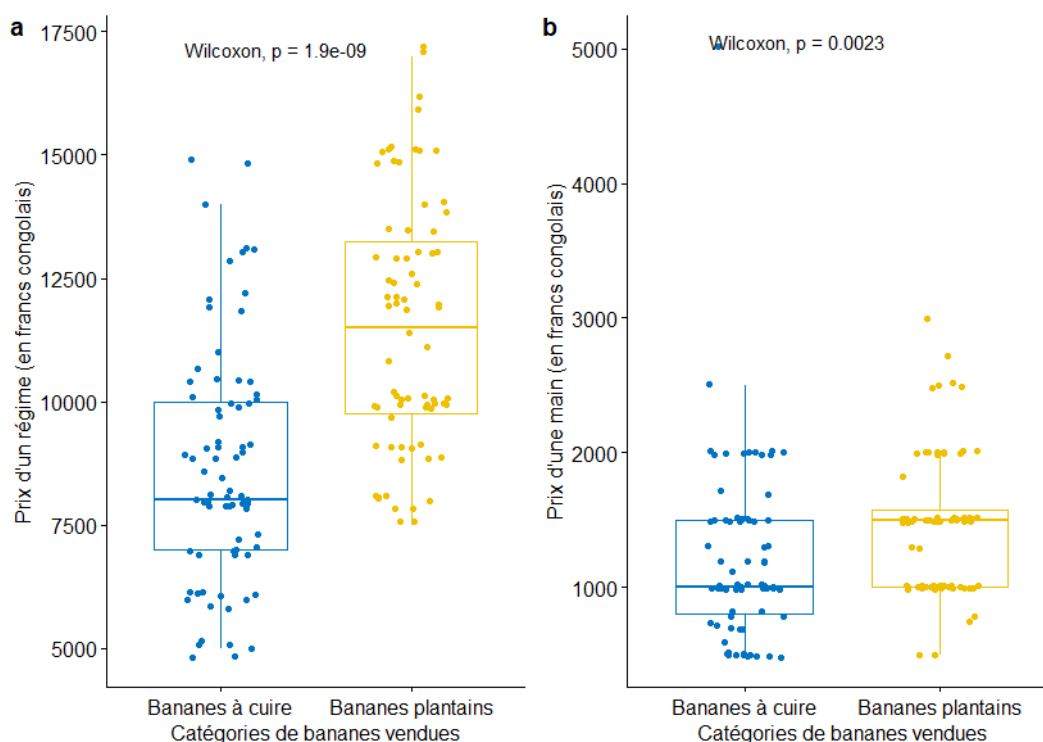


Fig. 9. Comparaison du prix d'un régime et d'une main en fonction des catégories de bananes vendues

Le tableau 7 ci-dessous indique le prix d'un régime de bananes à cuire varie de 5000 francs congolais à 15 000 francs avec une moyenne de $8\,704 \pm 2420,98$ francs. Par contre, pour les bananes plantains, le prix d'un régime oscille entre 7 500 et 17 000 francs congolais avec une moyenne de 11 487 francs congolais. Par rapport au prix d'une main, les bananes plantains coûtent plus chères (1460 francs congolais) que les bananes à cuire (1224 francs congolais).

Tableau 7. Prix d'un régime ou d'une main de bananes vendues aux marchés de Butembo

Paramètres	Prix d'un régime (en francs congolais)		Prix d'une main (en francs congolais)	
	Bananes à cuire	Bananes plantains	Bananes à cuire	Bananes plantains
Minimum	5 000	7 500	500	500
1 ^{er} quartile	7 000	9 750	800	1000
Médiane	8 000	11 500	1000	1500
Moyenne	$8\,704 \pm 2420,98$	$11\,487 \pm 2552,12$	$1224 \pm 666,83$	$1460 \pm 521,36$
3 ^{ème} quartile	10 000	13 250	1500	1575
Maximum	15 000	17 000	5000	3000

Le prix varie en fonction d'un certain nombre de critères qualitatifs ou quantitatifs recherchés par les consommateurs. Ainsi, la figure 10 montre les principaux déterminants de la formation des prix des bananes vendues au niveau des marchés de Butembo.

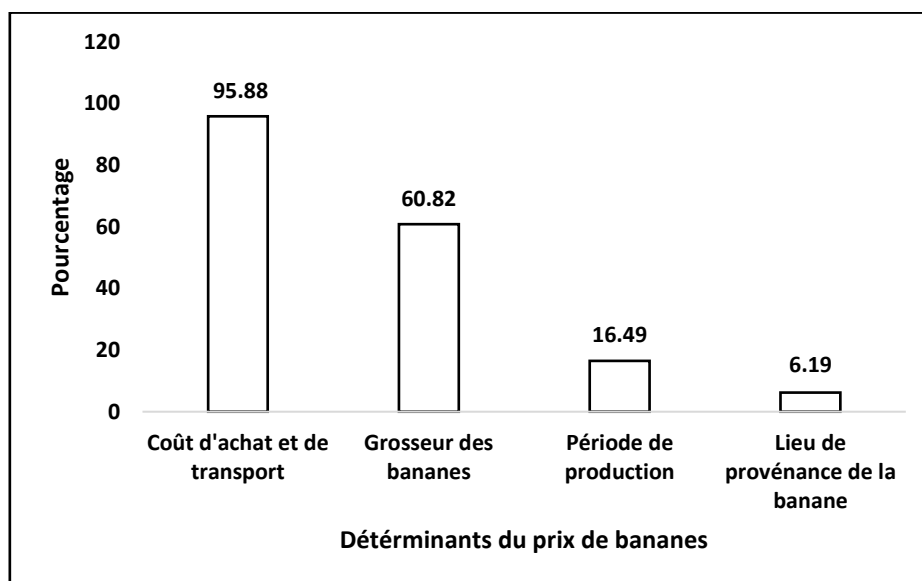


Fig. 10. Déterminants du prix des bananes aux marchés de Butembo

La figure 10 montre que la détermination c'est-à-dire la fixation du prix des bananes (plantains ou à cuire) aux marchés de Butembo dépend des coûts d'achat et de transport engagés par l'acteur (95,88 %) et de la grosseur des bananes qui composent le régime ou la main (60,82 %). D'autres facteurs entrent également en jeu lors de la fixation du prix des bananes. Il s'agit de la période au cours de laquelle les bananes sont produites (lorsqu'il y a rareté, le prix augmente) et la provenance des bananes (lieux d'approvisionnement) qui influence les qualités organoleptiques des bananes, ce qui oriente certains consommateurs à faire des choix particuliers.

3.1.5 CONTRAINTES DE LA COMMERCIALISATION DES BANANES EN VILLE DE BUTEMBO

La figure 11 présente les principales contraintes de la commercialisation des bananes à cuire et plantains en ville de Butembo. L'analyse de cette figure révèle que les principales contraintes de la commercialisation des bananes plantains et à cuire sont liées aux pertes dues à la périssabilité des bananes, au délabrement des routes dans les zones d'approvisionnement induisant des problèmes de transport, au manque de clientèle, au manque de structure de conservation des bananes, à l'instabilité de prix et à la non connaissance de la transformation de la banane à d'autres produits de qualité hormis la production de la farine appelée localement *Kafulu*.

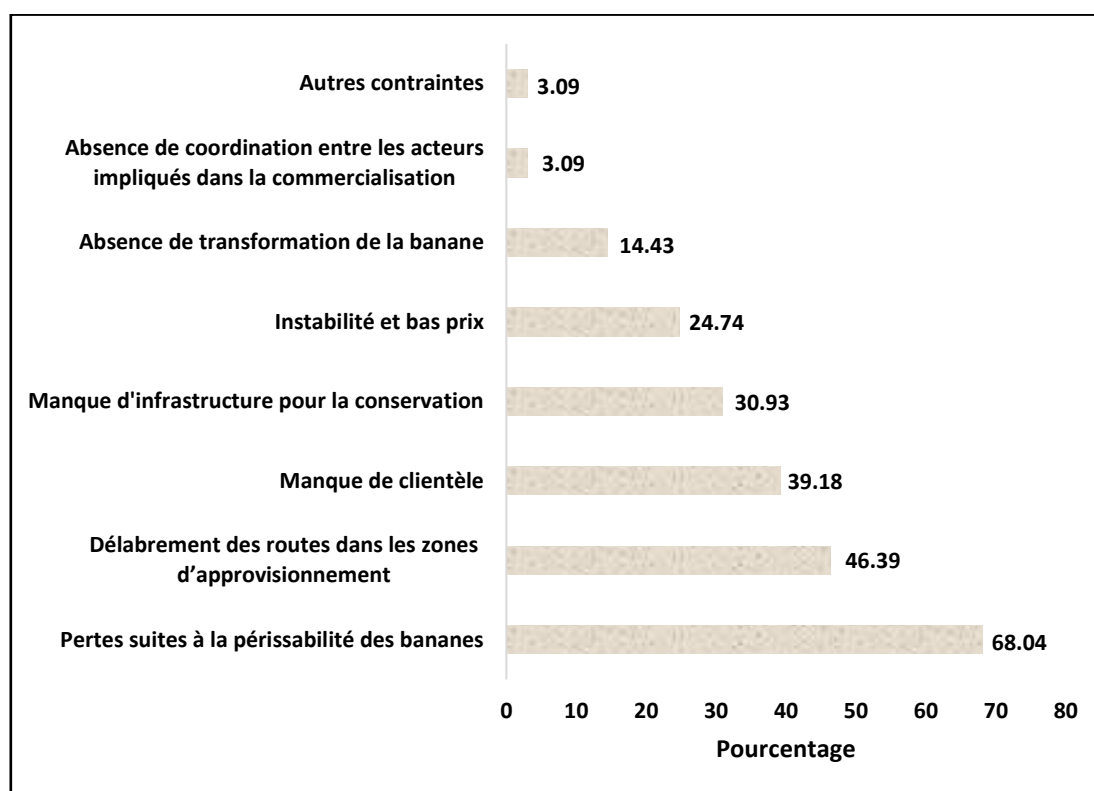


Fig. 11. Contraintes de la commercialisation des bananes en ville de Butembo

3.2 CONSOMMATION DES BANANES DANS LES MENAGES

3.2.1 PROFIL DES CONSOMMATEURS

Le tableau 8 présente le profil des chefs des ménages que nous avons enquêté. On constate que les chefs de ménage ont un bon niveau d'instruction: 41 % ayant un niveau secondaire et 31 % ayant un niveau supérieur/universitaire. La grande partie des chefs de ménage est constitué d'agriculteurs (35 %) et des commerçants (24 %). Ce sont principalement des mariés (52 %) et des célibataires (37 %).

Tableau 8. Caractéristiques sociodémographiques des chefs de ménages

Variables	Modalités	Effectifs	Pourcentage
Sexe	Féminin	57	57
	Masculin	43	43
Niveau d'étude	Sans instruction	14	14
	Primaire	14	14
	Secondaire	41	41
	Supérieure/Universitaire	31	31
Profession	Agriculteur	35	35
	Agent de santé	7	7
	Commerçant	24	24
	Enseignant	17	17
	Fonctions non formelles	9	9
	Fonctionnaires de l'Etat	8	8
Situation maritale	Mariés	52	52
	Célibataires	37	37
	Veufs/ Veuves	11	11

La figure 12 montre la comparaison de l'âge et de la taille de ménage selon que les ménages ont un chef de ménage de sexe masculin ou de sexe féminin. Dans les deux cas, le test de Wilcoxon ne révèle aucune différence significative au seuil de 5 % (p -value=0,51 et p -value=0,18 respectivement pour l'âge en fonction du sexe et la taille de ménage en fonction du sexe).

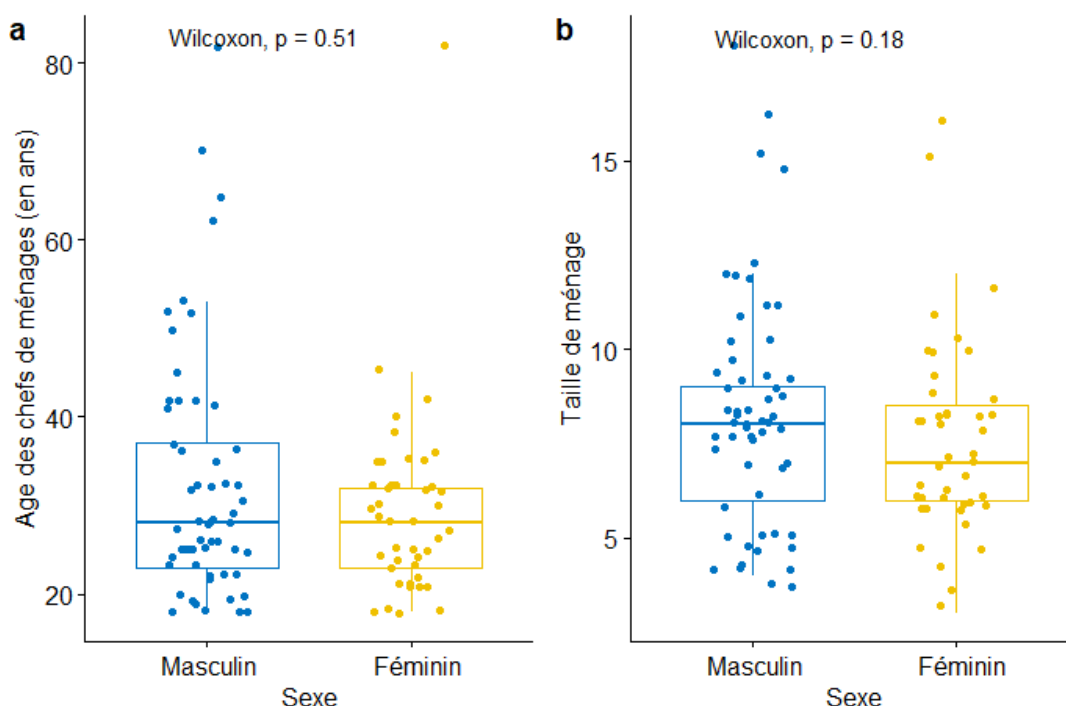


Fig. 12. Comparaison de l'âge des chefs de ménage et de la taille de ménage en fonction du sexe

La figure 12 montre que l'âge des chefs de ménage de sexe masculin varie de 18 à 82 ans avec une moyenne de $32,46 \pm 13,98$ ans. Par ailleurs, on constate que 75 % de ces chefs de ménage ont l'âge situé en dessous de 37 ans. Pour les chefs de ménage de sexe féminin, la distribution de l'âge varie de 18 à 82 ans avec une moyenne de $29,47 \pm 10,63$ ans; 75 % de ces chefs de ménage ont l'âge inférieur à 32 ans. Considérant la taille de ménage, les ménages où le chef est un homme sont constitués de 4 à 18 personnes avec une moyenne de $8,31 \pm 3,10$ personnes tandis que pour les ménages où le chef est une femme, le nombre de personnes varie de 3 à 16 avec une moyenne de $7,58 \pm 2,61$ personnes.

3.2.2 TAUX DE CONSOMMATION DE LA BANANE

Les résultats de cette étude montrent que 100 % des ménages consomment la banane plantain. Par contre, pour les bananes à cuire, ce sont 98 % des ménages qui en consomment et 2 % n'en consomment pas. Les résultats de la figure 13a révèlent que 53 % des ménages enquêtés consomment les bananes (plantains et à cuire) car ils pensent que c'est un aliment qui limite les carences alimentaires alors que 30 % en consomment par prestige et 17 % pensent que c'est un aliment diététique. Les enquêtes ont révélé que 59 % des ménages préfèrent les bananes plantains que les bananes à cuire (32 %) (Figure 13b) tandis que 9 % des ménages préfèrent à la fois les bananes plantains et les bananes à cuire.

La fréquence de consommation des bananes dans les ménages est présentée au niveau de la figure 14. La figure 14a montre que 29 % des ménages consomment les bananes plantains une fois par semaine, 25 % consomment une fois les deux jours, 17 % consomment deux fois par semaine. Par contre, pour les bananes à cuire, 25 % des ménages en consomment une fois par semaine contre 22 % qui en consomment une fois par semaine et 20 % une fois par mois (Figure 14b).

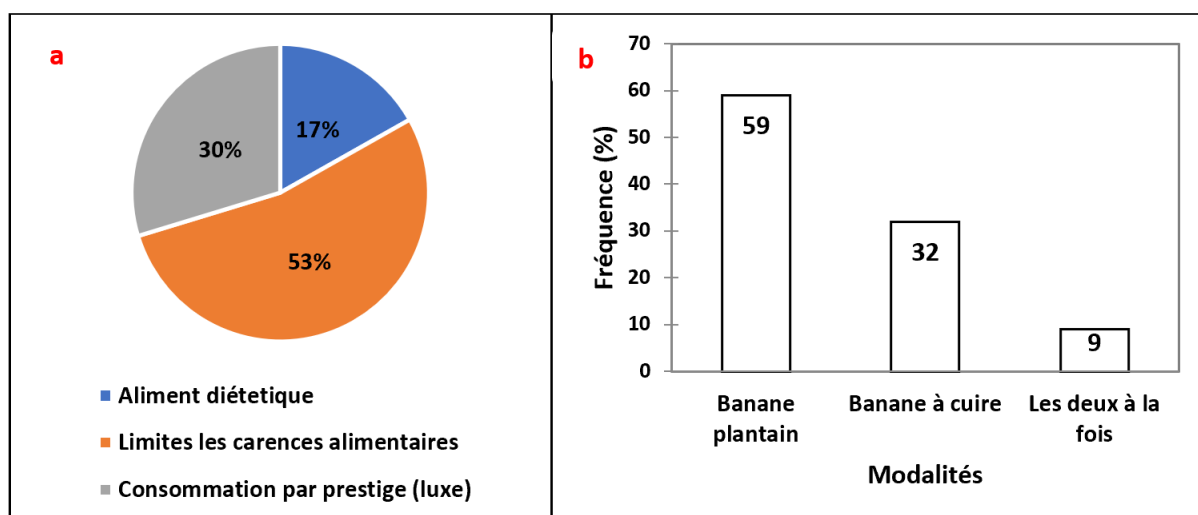


Fig. 13. Motivations des ménages à la consommation et degré de consommation des catégories de bananes

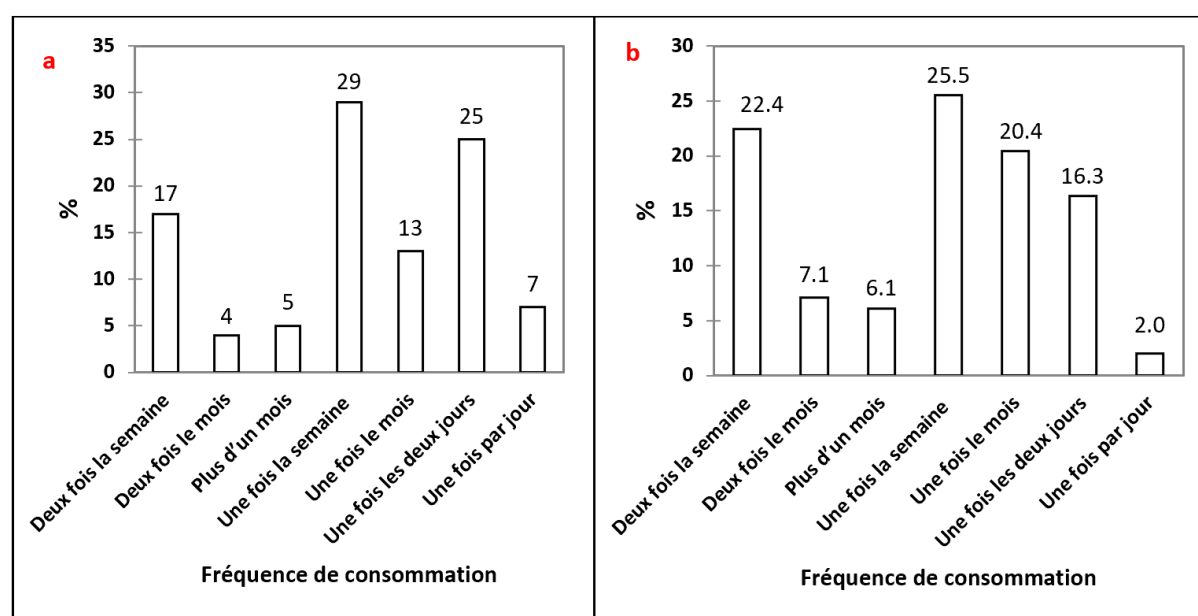


Fig. 14. Fréquence de consommation des bananes plantains (a) et des bananes à cuire (b) dans les ménages

3.2.3 QUANTIFICATIONS DES CONSOMMATIONS DES BANANES DANS LES MENAGES

Les quantités des bananes achetées par les ménages auprès des acteurs de commercialisation ainsi que celles consommées par jour en suivant la fréquence de consommation propre à chaque ménage sont présentées au niveau de la figure 15. L'analyse de la figure 15a révèle qu'un ménage achète journalièrement et suivant une fréquence d'achat donnée une quantité de bananes à cuire variant de 1 à 20 kg avec une moyenne de $4,47 \pm 3,58$ kg. L'interprétation du troisième quartile montre que 75 % des ménages achètent moins de 5 kg des bananes à cuire par jour suivant la fréquence d'achat propre à chaque ménage. En jetant un coup d'œil à la figure 15b, on constate que la quantité des bananes plantains achetée au marché par ménage et selon la fréquence de consommation de cette catégorie de bananes varie de 1 à 40 kg avec une moyenne de $6,21 \pm 5,90$ kg. La quantité des bananes plantains achetée journalièrement suivant la fréquence de consommation pour 75 % des ménages est en dessous de 9 kg. Il n'y a pas de différences significatives entre les quantités de bananes plantains et de bananes à cuire achetées au sein d'un ménage (Wilcoxon, $p\text{-value}=0,11 > 0,05$).

S'agissant de la quantité consommée par ménage, la figure 15b montre qu'un ménage ayant une taille de ménage moyenne peut consommer entre 1 et 10 kg de bananes à cuire par jour et par repas avec une moyenne de $3,15 \pm 1,78$ kg. Selon la fréquence de consommation propre à chaque ménage, les résultats de cette étude montrent que 75 % des ménages enquêtés consomment une quantité journalière des bananes à cuire inférieure à 4 kg par repas. Concernant la consommation des bananes plantains dans un ménage

ayant une taille de ménage moyenne, la quantité journalière varie de 1 à 8 kg avec une moyenne de $2,39 \pm 1,23$ kg par repas et 75 % des ménages consomment moins de 3 kg des bananes plantains journalièrement.

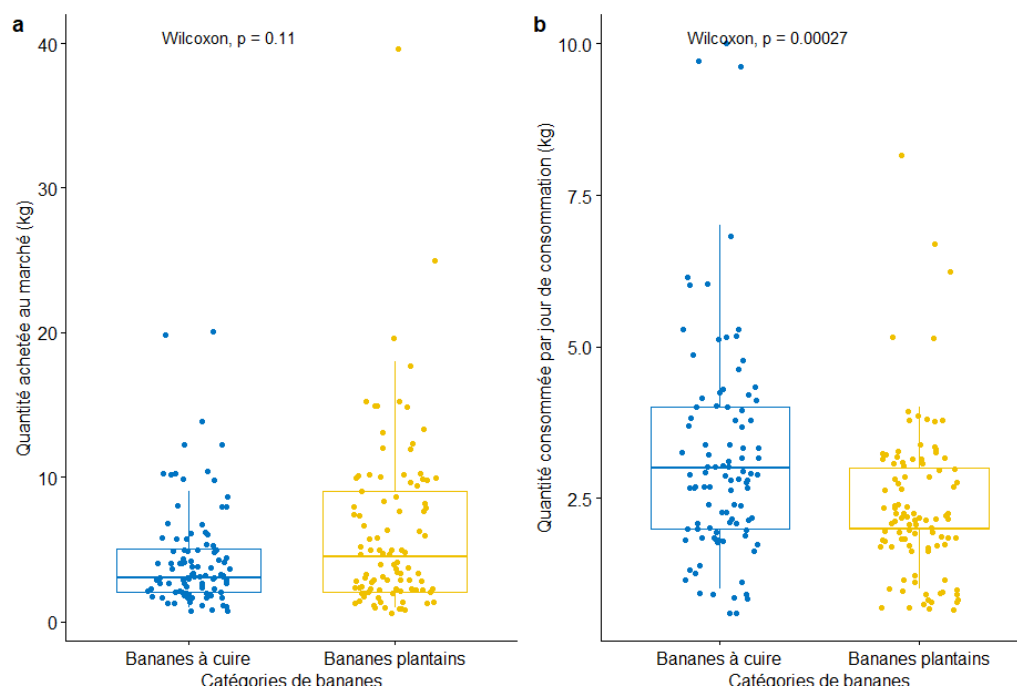


Fig. 15. *Quantité des bananes achetée au marché (a) et quantité des bananes consommée (b) par jour et par repas selon la fréquence de consommation des bananes dans un ménage*

La figure 16 ci-dessous montre que la quantité des bananes plantains et à cuire consommée par ménage par repas et par jour croît avec la taille de ménage. Lorsque le nombre de personnes dans le ménage est élevé, la quantité des bananes consommée par repas par jour augmente. La taille de ménage explique à 57 % ($R^2=0,57$) la quantité des bananes plantains consommée et à 47 % ($R^2=0,47$) la quantité des bananes à cuire au sein d'un ménage.

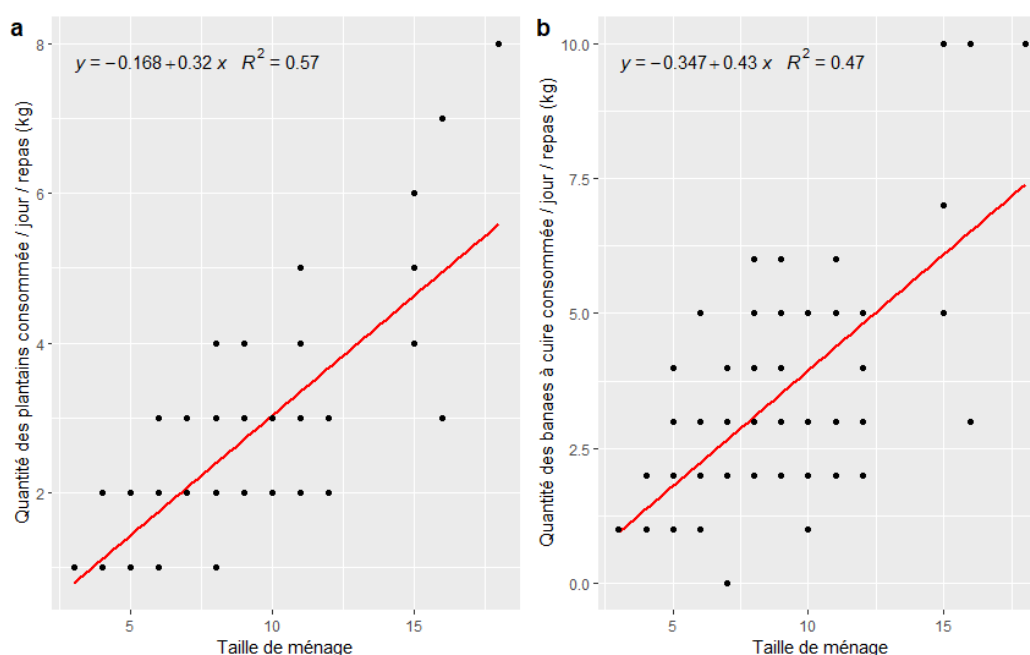


Fig. 16. *Corrélation entre la taille de ménage et la quantité des bananes consommée par repas*

3.2.4 RAISONS DE LA NON CONSOMMATION DES BANANES DANS LES MENAGES

Les raisons qui poussent certains ménages à ne pas consommer les bananes sont exposées au niveau de la figure 17. Cette dernière montre que pour les bananes, le prix influence leur consommation au sein d'un ménage. Outre le prix, certains membres au sein du ménage perçoivent mal le goût des bananes, ce qui limite la consommation. Les habitudes alimentaires propres à chaque ménage et à chaque personne constituent aussi un des facteurs déterminant la consommation ou non des bananes.

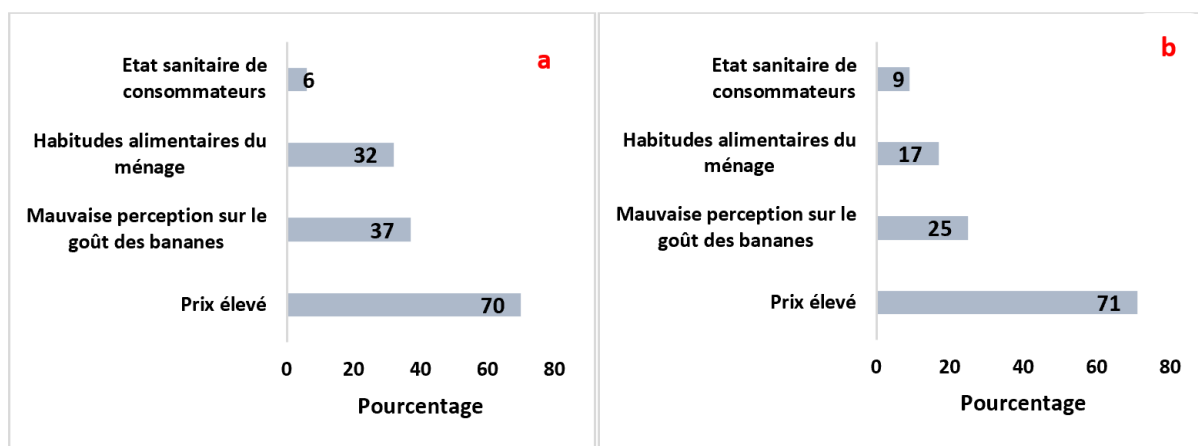


Fig. 17. Raisons de la non consommation des bananes plantains (a) et des bananes à cuire (b) dans les ménages

4 DISCUSSION

4.1 CIRCUIT DE COMMERCIALISATION DES BANANES PLANTAINS ET DES BANANES À CUIRE

Les résultats du tableau 1 montrent que les vendeurs sont de deux genres avec une grande proportion de femmes (54,2 %). Les vendeurs de bananes sont principalement des personnes qui n'ont pas eu la possibilité d'être à l'école. Ce sont majoritairement des mariés qui œuvrent dans le secteur de la vente des bananes. En rapport avec l'âge de vendeurs, le tableau 2 montre qu'en généralement, il varie de 18 à 65 ans avec une moyenne de $39,06 \pm 10,25$ ans. Ces résultats corroborent de [28] qui a aussi trouvé que 95 % des commerçants de bananes sont des femmes. Cet auteur ajoute que contrairement à la production bananière qui est une activité masculine, la commercialisation des bananes reste une activité féminine. Par ailleurs, la tranche d'âge des commerçants qui assurent l'approvisionnement des marchés est de 20 à 40 ans, soit 76 % de l'ensemble des commerçants, avec un âge moyen de 33 ans; ce qui veut dire que les acteurs de la commercialisation de bananes sont aussi relativement jeunes. Contrairement à nos résultats, cet auteur a trouvé que le taux d'alphabétisation est de 90 %. Ce taux élevé s'explique par le fait que la quasi-totalité des commerçants sont des jeunes résidant en milieu urbain et ayant fréquenté au moins le premier cycle secondaire [28]. La référence [29] a aussi constaté que les commerçants (collecteurs, grossistes, détaillants) sont essentiellement des femmes (respectivement 84%, 88% et 75%) alors que les producteurs sont majoritairement des hommes (75%) à 55% âgés entre 50 et 70 ans.

Cette étude a identifié un certain nombre d'acteurs assurant des fonctions diverses: les producteurs, les collecteurs (grossistes au lieu de production), les grossistes au lieu de consommation, les détaillants, les transformateurs et les consommateurs. La structure de la filière de commercialisation de bananes plantains et bananes à cuire en ville de Butembo est similaire à la structure des filières de bananes observée dans d'autres régions. Des études comme celles de [12], [30], [28], [31], [32] ont identifiés des acteurs similaires dans la filière de bananes. En effet, la diversité des acteurs entre les producteurs et les consommateurs entraîne une concurrence au sein de la filière [33]. Comme les auteurs précédents, [4] mentionnent qu'entre les producteurs et les consommateurs, se trouve une multitude des agents économiques aux fonctions différentes. Le producteur peut écouler sa récolte soit vers les grossistes qui prennent les bananes au lieu de production soit vers les grossistes qui prennent les bananes au niveau du marché ou directement vers des détaillants. Un grossiste peut aussi vendre directement aux détaillants ou aux consommateurs finaux. Cette structure rejoint le schéma de la filière de commercialisation présentée au niveau de la figure 4. Par ailleurs, [39] mentionne que la filière de commercialisation de la banane et banane plantain se caractérise par une structure en sablier. Au stade de la production, on est en présence d'un grand nombre de planteurs dispersés et faiblement organisés. A l'autre bout de la filière se trouve une multitude de consommateurs. Au stade intermédiaire, la distribution est le fait d'un nombre relativement peu élevé d'agents. Cette structure en sablier contribue à l'élévation des coûts de distribution. Ce qui rejoint les conclusions de [14] qui affirment que la commercialisation des bananes se fait à travers une structure mal organisée.

Le tableau 3 montre que les grossistes au lieu de production (appelés aussi collecteurs), les grossistes au lieu de consommation et les détaillants achètent entre 4 et 85 régimes de bananes plantains après rupture de leur stock avec une moyenne de 25,4 régimes tandis qu'ils achètent entre 2 et 58 régimes de bananes à cuire avec une moyenne de 19,9 régimes. Le nombre de régimes achetés le plus faible concerne généralement les détaillants alors que le nombre de régimes le plus élevé concerne les grossistes qui achètent trop souvent des grandes quantités. Les moyennes obtenues dans cette étude se trouvent dans la fourchette évoquée par [12]. D'après [12], les grossistes au lieu de production (collecteurs), s'approvisionnent les marchés de production régionaux hebdomadaires dans les zones rurales et font des transactions par semaine qui dépassent rarement les 20 à 40 régimes. Pour les grossistes au lieu consommation (appelés simplement grossistes), [12] indiquent que ces acteurs achètent en gros (lots de régimes) pour vendre aussi en lots ou en régimes à des détaillants. Ces grossistes achètent des régimes soit aux petits producteurs soit aux grands producteurs. Pour les petits planteurs, le lot moyen est de 5 à 10 régimes, pour les gros planteurs entre 60 et 80 régimes.

L'analyse du tableau 5 montre que le revenu mensuel varie de 25 000 francs (pour les petits détaillants) à 1 000 000 francs (pour les grossistes) pour la banane plantain et de 20 000 francs congolais (pour les petits détaillants) à 920 000 francs congolais (pour les grossistes) pour la banane à cuire. Le revenu mensuel moyen est de 171 124 francs congolais pour les vendeurs de bananes plantains et 161 618 francs congolais pour les vendeurs de bananes à cuire. Ces chiffres obtenus en ville de Butembo sont similaires à ceux de la ville de Bunia où [34] ont constaté que l'activité des ventes de bananes est assez bénéfique car sa marge bénéficiaire mensuelle est de 182.000 francs congolais pour les grossistes, soit 13% du chiffre d'affaires. Ce bénéfice mensuel engrangé par un acteur ou une actrice est relativement important mais il n'en reste pas moins vrai que les mauvaises conditions de transport peuvent l'exposer à des pertes considérables, si le camion qu'elle aurait choisi, pour se rendre au marché de Bunia, venait à tomber en panne en cours de route. Par ailleurs, le fait qu'elle doit parfois attendre la vente des détaillants à qui elle remet ses régimes, contribue à aggraver le risque de diminution de sa marge absolue [34].

La figure 12 révèle que les principales contraintes de la commercialisation des bananes plantains et à cuire sont liées aux pertes dues à la périssabilité des bananes, au délabrement des routes dans les zones d'approvisionnement induisant les problèmes de transport, au manque de clientèle, au manque de structure de conservation des bananes, à l'instabilité de prix et à la non connaissance des techniques modernes de transformation de la banane à d'autres produits à part la farine produit localement. La référence [30] constate que l'instabilité de la filière plantain est tributaire des variables qui relèvent à la fois des systèmes de production, des systèmes de distribution et de la situation socio-économique des opérateurs. Elle est également renforcée par le caractère périssable de la banane plantain et l'insuffisance d'équipements et d'infrastructures de commercialisation. Elle représente une contrainte au bon fonctionnement des systèmes d'approvisionnement et de distribution alimentaire des villes. Pour éviter cette instabilité, des stratégies individuelles et collectives sont mises en œuvre avec plus ou moins de succès par les acteurs. L'amélioration de l'efficacité de la filière passe par le développement des marchés de gros, le financement adéquat de la commercialisation, la clarification et la restauration du rôle de l'Etat [30]. D'après [28], les principales contraintes identifiées le long des circuits de commercialisation peuvent être résumées en trois points: les **problèmes d'information** où on note un certain manque d'informations sur l'offre disponible, la demande, les prix pratiqués et la période de vente. Ainsi, certains centres de consommation manquent parfois de bananes, alors que ces dernières se trouvent en excédent à quelques kilomètres, les **problèmes de transport** où on note l'insuffisance de moyens de transport pour assurer le déplacement de produits sur les grands centres de consommation. Cet état de fait est lié à un trafic routier non spécialisé dans le transport de produits agricoles, à des conditions de transport inadéquates et au manque de moyens financiers pour améliorer ces conditions et les **problèmes d'organisation des marchés**. Les principaux problèmes d'organisation des marchés de bananes sont la vente individuelle en petite quantité et de façon dispersée, l'absence d'un lieu et de jour fixes de vente, l'inexistence d'un groupement de producteurs et de commerçants.

Dans la même logique d'idées, dans la région de l'Ouest du Cameroun, les commerçants rencontrent trois difficultés majeures dans l'exercice de leurs fonctions notamment le problème d'infrastructures de stockage, le vol dans les marchés et le transport (coût de transport et état des routes) cités respectivement par 34%, 24%, et 20% des intermédiaires [29]. S'agissant spécifiquement des détaillants font face au problème de stockage. En effet, les marchés sont dépourvus d'infrastructures de stockage adéquates pouvant garantir la qualité des produits stockés par les détaillants. Les tas de plantains sont stockés à l'air libre et à même le sol, protégés par une bâche. Les conséquences sont le pourrissement et la perte de la qualité hygiénique des régimes. Par contre, les collecteurs et les grossistes, qui se déplacent régulièrement vers les lieux d'achat en zones rurales pour acheter les régimes, font face surtout aux problèmes de transport (état des routes, coût du transport, manutention inadaptée des régimes). Par ailleurs, les routes sont peu praticables surtout en saison des pluies [29]. Ces contraintes sont similaires à celles observées pour le circuit de commercialisation des bananes plantains et à cuire en ville de Butembo.

La figure 11 montre que la détermination c'est-à-dire la fixation du prix des bananes (plantains ou à cuire) aux marchés de Butembo dépend des coûts d'achat et de transport engagés par l'acteur (95,88 %) et de la grosseur des bananes qui composent le régime ou la main (60,82 %). D'autres facteurs entrent également en jeu lors de la fixation du prix des bananes. Il s'agit de la période au cours de laquelle les bananes sont produites (lorsqu'il y a rareté, le prix augmente) et la provenance des bananes (lieux d'approvisionnement) qui influence les qualités organoleptiques des bananes, ce qui oriente certains consommateurs à faire des choix particuliers. Pour la ville de Bunia en République Démocratique du Congo, [34] a constaté également que la variation des prix de la banane plantain au niveau des

marchés est consécutive à la fois à l'état des infrastructures routières pour son évacuation vers le centre de consommation et à la fluctuation de la parité du franc congolais face au dollar américain. Au niveau des collecteurs (grossistes au lieu de production) qui sont en contact avec les producteurs, cet auteur a constaté que la fixation des prix de la banane plantain en Ituri résultait d'une négociation entre acheteurs et vendeurs. Cependant, comme c'est souvent le cas en milieu rural caractérisé par une forte dispersion des producteurs, le pouvoir de négociation penche généralement en faveur des acheteurs qui se retrouvent habituellement en position d'oligopsones face aux producteurs en situation de relative fragilité parce que disposant d'un produit périssable. Les vendeurs, ont parfois des informations sur le prix prévalant sur le marché de Bunia et ajustent régulièrement leurs attentes, en fonction des prix de vente sur le marché, ou encore sur la parité du dollar qui, aujourd'hui est devenue un indicateur de la plus haute importance du point de vue commercial [34].

4.2 CONSOMMATION DES BANANES PLANTAINS ET DES BANANES À CUIRE

La figure 17 de cette étude a montré que la quantité des bananes consommée par un ménage croît avec la taille de ménage (nombre d'individus au sein du ménage). Ces résultats sont similaires à ceux de l'enquête du CIRAD effectuée de 2009 à 2012 qui a constaté que la banane est un produit familial et que par rapport à la moyenne de la consommation des ménages, les familles ayant plus d'enfants consomment davantage de bananes. La part des consommateurs de moins de 50 ans est plus importante en banane [35].

Les raisons qui poussent certains ménages à ne pas consommer les bananes sont diverses. Cette étude a montré que le prix influence la consommation des bananes au sein d'un ménage. A part l'effet du prix, certains membres au sein du ménage perçoivent mal le goût des bananes, ce qui limite la consommation. Les habitudes alimentaires propres à chaque ménage et à chaque personne constituent aussi un des facteurs déterminant la consommation ou non des bananes (Figure 18). Ces résultats corroborent ceux de [36] qui ont analysé les déterminants de la consommation des bananes à Brazzaville et ont constaté que les consommateurs qui ne consomment pas régulièrement la banane sont deux fois plus importants que ceux qui en consomment régulièrement (31,4 %). La principale raison qui limite la consommation régulière de la banane est le prix d'achat élevé; c'est un produit de luxe. Selon ces mêmes auteurs, la plupart des consommateurs ont vu leur consommation de banane baissé ces dernières années. Cette baisse est due à l'augmentation du prix d'achat, le faible revenu des consommateurs, etc. Ainsi, l'habitude alimentaire est la principale raison évoquée par la catégorie des consommateurs qui ont eu une consommation stable. Dans une étude effectuée en Douala et Yaoundé (Cameroun), [37] a constaté que la banane est la base amylacée favorite de tous les ménages urbains, sans distinction d'âge, de niveau de vie ou d'origine géographique. Mais cet auteur reconnaît que sa consommation apparaît limitée en raison du prix excessif de cette denrée, dont l'offre est insuffisante au niveau des villes. En effet, la consommation d'un produit alimentaire dans un ménage est fonction des modes de consommation alimentaire. Au sens large, les modes de consommation alimentaire ne couvrent pas seulement ce que les gens mangent ou consomment mais aussi les quantités et les formes sous lesquelles ces aliments sont consommés [37]. Ainsi, selon [38], les modes de consommation alimentaire varient d'un endroit à l'autre en fonction de facteurs tels que l'importance de la famille, le niveau d'éducation des membres de la famille, les prix relatifs des denrées, l'environnement dans lequel vivent les consommateurs, les valeurs sociales attachées à certaines denrées, la valeur nutritive des denrées, le type ou le statut des métiers des membres de la famille, les goûts et préférences du ménage, la saison ou la période de l'année, et la culture ou la religion des membres de la famille [38].

Cette étude montre que les bananes à cuire sont plus consommées que les bananes plantains. Pour les bananes plantains, la quantité consommée par repas par un ménage est en moyenne de 2,39 kg et 75 % des ménages consomment moins de 3 kg de bananes plantains. Par contre, pour la banane à cuire, la consommation moyenne par repas et par jour est de 3,15 kg (figure 16). Ces résultats sont similaires à ceux de [33] qui ont constaté que les bananes à cuire étaient plus consommées que les bananes plantains. En effet, la plupart des filières de commercialisation des bananes plantains sont marquées par une cherté des prix des bananes plantains pour les consommateurs. Ce qui a pour conséquence d'entraîner une insatisfaction globale de la demande. S'y ajoute également une importante instabilité des prix à l'année due aux aléas climatiques, à des facteurs sociaux particuliers et à un environnement politique très peu favorable dans certains pays producteurs. La cherté de la banane plantain implique dès lors que ce vivrier de base échappe à de nombreuses couches sociales [33].

5 CONCLUSION

Cet article avait pour objectif de comprendre le circuit de commercialisation ainsi qu'étudier la consommation des bananes plantains et à cuire au niveau des ménages en ville de Butembo. Pour les atteindre, une enquête a été réalisée auprès de 96 vendeurs des bananes plantains et bananes à cuire au niveau de 5 marchés (Rughenda, Central, Kiwede, Vichai, Biassa) et 100 ménages ont servi pour l'étude de la consommation. Il ressort de ces enquêtes que le système de commercialisation des bananes se caractérise par un certain nombre d'acteurs qui jouent des fonctions différentes et ayant des logiques marchandes diverses. Le prix des bananes est élevé au niveau des marchés. Les bananes plantains et à cuire ne sont pas transformées bien qu'il existe un certain nombre des transformateurs dans la chaîne de commercialisation. Les principales contraintes de la commercialisation des bananes plantains et des bananes à cuire sont liées aux pertes dues à la périssabilité des bananes, au délabrement des routes dans les zones d'approvisionnement, au manque de clientèle, au manque de structure de conservation des bananes, à l'instabilité de prix et à la non connaissance des procédés de transformation de

la banane à d'autres produits consommables à part la farine. Par rapport à la consommation, les ménages de la ville de Butembo consomment plus les bananes à cuire que les bananes plantains. Mais, la quasi-totalité des ménages enquêtés consomme au moins les bananes à une fréquence hebdomadaire. Tenant compte de ces différents résultats, nous suggérons la relance des activités de production des bananes dans les zones de production, l'implication des autorités politico-administratives dans l'accompagnement des agriculteurs qui veulent entreprendre dans la culture de bananiers et la structuration des acteurs de la commercialisation des bananes.

REFERENCES

- [1] Temple L. et Oyep, J.E., 1999. Système d'information des marchés et analyse de la sécurité alimentaire. Le cas du plantain dans le centre et le sud du Cameroun, pp.525-536 in *Bananas and Food Security. Les productions bananières: un enjeu économique majeur pour la sécurité alimentaire* (C. Picq, E. Fouré and E.A. Frison, eds). Proceedings of an International symposium held in Douala, Cameroon, 10-14 November 1998.
- [2] Tchango Tchango, J. et Ngalani, J.A., 1999. Transformations et utilisations alimentaires de la banane plantain en Afrique centrale et occidentale, pp.361-373 in *Bananas and Food Security. Les productions bananières: un enjeu économique majeur pour la sécurité alimentaire* (C. Picq, E. Fouré and E.A. Frison, eds). Proceedings of an International symposium held in Douala, Cameroon, 10-14 November 1998.
- [3] Bomisso, E.L., Ouattara, G., Tuo, S., Zeli, T.F. et Aké, S., 2018. Effet du mélange de pelure de banane plantain et de compost de fiente de poules sur la croissance en pépinière de rejets écaillés de bananier plantain, variété Big Ebanga (*Musa AAB sg Plantain*). *Journal of Applied Biosciences* 130: 13126 – 13137.
- [4] Surga, J., Bolivar A. et Trujillo, L.V., 1999. Caractérisation de la production et de la commercialisation des *Musa* au Venezuela, pp.67-85 in *Bananas and Food Security. Les productions bananières: un enjeu économique majeur pour la sécurité alimentaire* (C. Picq, E. Fouré and E.A. Frison, eds). Proceedings of an International symposium held in Douala, Cameroon, 10-14 November 1998.
- [5] N'Da, K.Y., 2016. Effet de la durée de cuisson sur les paramètres physiques des bananes plantains FHIA 21 et PITA3. Mémoire de Master II des Sciences et Technologies des Aliments, Université Nangui Abrogoua, 56 p.
- [6] Nkendah R. et Akyeampong, E., 2003. Données socioéconomiques sur la filière plantain en Afrique Centrale et de l'Ouest. *InfoMusa*, Vol 12, n°1, pp.8-13.
- [7] Yao, A.K., Koffi, D.M., Irié, Z.B. et Niamke, S.L., 2014. Conservation de la banane plantain (*Musa AAB*) à l'état vert par l'utilisation de films de polyéthylène de différentes épaisseurs. *Journal of Animal & Plant Sciences*, Vol.23, n°3: 3677-3690.
- [8] Tézenas du Montcel, H., 1999. Introduction. Diversité et dynamique des filières de production et de transformation des bananes de consommation locale, pp.255-262 in *Bananas and Food Security. Les productions bananières: un enjeu économique majeur pour la sécurité alimentaire* (C. Picq, E. Fouré and E.A. Frison, eds). Proceedings of an International symposium held in Douala, Cameroon, 10-14 November 1998.
- [9] Fouré, E. et Tezenas du Montcel, H., 2000. Les productions bananières: un enjeu économique majeur pour la sécurité alimentaire. *Bulletin de Liaison* n°18, 30 Novembre 2000, pp.23-28.
- [10] Lokossou, B. & Achigan, E., 2000. Notes, documents et travaux réalisés sur les bananiers et plantains au Bénin: besoins de recherches et options pour un développement de la production bananière. Programme de recherche sur les bananiers et bananiers plantains, Niaouli, 23 p.
- [11] Wairegi, L.W.I., van Asten, P.J.A., Giller, K.E. & Fairhurst, T., 2014. Guide du système de culture banane-café. Le Consortium africain pour la santé des sols, Nairobi, 92 p.
- [12] Kwa, M. et Temple, L., 2019. Le bananier plantain. Enjeux socio-économiques et techniques, expériences en Afrique intertropicale. Éditions Quæ, CTA, Presses agronomiques de Gembloux, 199 p.
- [13] Adheka, G., 2010. Diversité morphologique de bananiers et bananiers plantains utilisés dans le bassin du Congo et leur culture en région forestière du district de la Tshopo dans la province orientale en République Démocratique du Congo. Mémoire de DEA, UNIKIS, 63 p.
- [14] Kufimfut, B.B., et Muyunga, T., 1999. La production de bananes et de bananes plantain en République Démocratique du Congo, pp.103-112 in *Bananas and Food Security. Les productions bananières: un enjeu économique majeur pour la sécurité alimentaire* (C. Picq, E. Fouré and E.A. Frison, eds). Proceedings of an International symposium held in Douala, Cameroon, 10-14 November 1998.
- [15] Sivirihama, L.C., 2013. Caractérisation morphologique et diversité variétale des bananiers et bananiers plantains dans la Province du Nord Kivu et le District de l'Ituri, Province Orientale, en RDC. Mémoire présenté et défendu en vue de l'obtention du Diplôme d'Etudes Approfondies en sciences agronomiques, Orientation: Phytotechnie, Université Catholique du Graben, Butembo, 115 p.
- [16] Sivirihama, C., Ocimati, W., Valimuzigha, K., Karamura, D., Adheka, J., Ibanda, B., Dhed'a, B., Kamira, M. and Blomme, G., 2017. Diversity and morphological characterization of *Musa* spp. in North Kivu and Ituri provinces, Eastern Democratic Republic of Congo. *International Journal of Biodiversity and Conservation*. Vol. 9 (10), pp. 292-305. DOI: 10.5897/IJBC2016.1101.
- [17] Ntacobasima, C.C., Mufungizi, M.M. et Bengheya Zihindula, J.D., 2019. La vente de bananes dessert, douces et plantains sur les marchés et sites de vente dans la commune d'Ibanga, ville de Bukavu. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, Vol. 28, n°1, pp. 32-58.

- [18] Mukulu, E.B, Musongora, K.M. and Vikanza K.P., 2021. Constraints to banana (*Musa* spp) production in Beni territory of North-Kivu, Democratic Republic of Congo. *African Journal of Agricultural Research*, Vol. 17 (5), pp. 697-704. DOI: 10.5897/AJAR2021.15453.
- [19] Mirembe, O., 2005. Echanges transnationaux, réseaux informels et développement local: une étude au Nord-Est de la République Démocratique du Congo. Thèse de doctorat en sciences sociales. Université Catholique de Louvain, 278 p.
- [20] Sahani, M., 2011. Le contexte urbain et climatique des risques hydrologiques de la ville de Butembo (Nord-Kivu, RDC). Thèse de doctorat en géographie, Université de Liège, 300 p.
- [21] Vyakuno, E., 2006. Pression anthropique et aménagement rationnel des hautes terres de Lubero en R.D.C. Rapports entre société et milieu physique dans une montagne équatoriale. Tome I et II. Thèse de doctorat en géographie, Université de Toulouse II-Le Mirail, 489 p.
- [22] Sahani, M., Moeyersons, I., Vandecasteele, I., Trefois, P. & Ozer, P., 2012. Evolution des caractéristiques pluviométriques dans la zone urbaine de Butembo (RDC) de 1957 À 2010. *Geo-Eco-Trop.*, 2012,36: 121-136.
- [23] Mutiviti, G., Mboko, E. & Vacheni, K., 2002. Le sol dans l'agriculture urbaine en zones des grands Lacs africains. Etude du cas de la ville de Butembo. In *Parcours et initiatives*, Vol. III, CRIG-PUG, Butembo, p.75-81.
- [24] Ndjadi, S.S., Basimine, G.C., Masudi, G.F., Kyalondawa, A.M., Mugumaarhahama, Y., Vwima, S.N, 2019. Déterminants de la performance des exploitations agricoles à Kabare, Sud-Kivu, Est de la République Démocratique du Congo. *Agronomie Africaine* 31 (2): 199 - 212.
- [25] Kouame, K.A., Etile, R.N.D., Bedia, A.T., Yao, S.S., Goore Bi, B.G. & Kouamelan, E.P., 2019. Transformation et conservation des principales espèces de poissons à intérêt économique du département de Fresco (Côte d'Ivoire). *Agronomie Africaine*, n° Spécial (8) / *AGRIEDAYS* 2019, pp.128-137.
- [26] Kapiri, M.M., Muhesi, K.E., Mbafumoja, K.F., Nzenda, P.G., Saambili, M.J., and Paluku Musivirwa, P.J-P., 2022. Perceptions des agriculteurs sur la culture de chia (*Salvia hispanica* L.) en ville de Butembo: Essai d'application du modèle de régression logistique. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, Vol. 36, n°2, pp. 468-492. <http://www.ijias.issr-journals.org/>.
- [27] R Core Team, 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>.
- [28] Mbétid-Bessane, E., 1999. Etat des lieux de la production et de la commercialisation des bananes en République Centre Africaine, pp. 391-400 In *Bananas and Food Security. Les productions bananières: un enjeu économique majeur pour la sécurité alimentaire* (C. Picq, E. Fouré and E.A. Frison, editors). International symposium, Douala, Cameroon, 10-14 November 1998.
- [29] Fongang Fouepe, G.H., Bikoi, A., Folefack, D.P., Tieche, I. et Noupadja, P., 2019. Analyse socioéconomique du système de commercialisation de la banane plantain dans la région de l'Ouest Cameroun. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 13 (4): 2259-2274. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i4.30>.
- [30] Bikoi, A et Yomi, G., 1999. Origine et gestion de l'instabilité sur les marchés des produits vivriers: le cas de la filière plantain à Douala, Cameroun, pp.497 In *Bananas and Food Security. Les productions bananières: un enjeu économique majeur pour la sécurité alimentaire* (C. Picq, E. Fouré and E.A. Frison, editors). International symposium, Douala, Cameroon, 10-14 November 1998.
- [31] N'Da Adopo, A., Amafon Aguie, G., Kehe, M., Kamara, F. et Fofana, V., 1999. Les perspectives d'évolution du circuit de distribution de la banane plantain en Côte d'Ivoire, pp.537-553 In *Bananas and Food Security. Les productions bananières: un enjeu économique majeur pour la sécurité alimentaire* (C. Picq, E. Fouré and E.A. Frison, editors). International symposium, Douala, Cameroon, 10-14 November 1998.
- [32] Lebailly, P., Boureima, F., Lare, V. et Ndimanya, P., 2020. Analyse de la chaîne de valeur banane au Burundi, n°17, Février 2020, Direction Générale pour la Coopération Internationale et le Développement, 6 p.
- [33] Lescot, T. et N'Guyen, F., 1999. La banane plantain en Haïti: une filière en difficulté? pp.311-339 In *Bananas and Food Security. Les productions bananières: un enjeu économique majeur pour la sécurité alimentaire* (C. Picq, E. Fouré and E.A. Frison, editors). International symposium, Douala, Cameroon, 10-14 November 1998.
- [34] Bolakonga Ilye, A.B., Nkulu Mwine Fyama, J., Mushakulwa Waziri, 2017. Filières agricoles en République Démocratique du Congo: maïs, riz, bananes plantains et pêche. Publications de la Fondation Konrad Adenauer, Kinshasa, 321 p.
- [35] CIRAD, 2014. La qualité de la banane tout au long de la filière. Fiche 1: La banane en chiffres, pp. 1-4.
- [36] Mialoundama Bakouétla, G.F., Berton Ofouémé, Y., Tchouamo, I.R., Boukoulou, H., Folefack, D.P., Mbemba, F., Loubelo, A.B., Makouya H. & Mboungou, Z., 2016. Analyse des déterminants de la consommation de la banane (*Musa* sp.) à Brazzaville, République du Congo. *Journal of Animal & Plant Sciences*, Vol.31, Issue 1: 4864-4873. <http://www.m.elewa.org/JAPS>.
- [37] Dury S., N. Bricas, J. Tchango Tchango & A. Bikoï, 1999. La consommation et les critères de qualité du plantain à Douala et à Yaoundé, pp. 507-523 in *Bananas and Food Security. Les productions bananières: un enjeu économique majeur pour la sécurité alimentaire* (C. Picq, E. Fouré and E.A. Frison, eds). Proceedings of an International symposium held in Douala, Cameroon, 10-14 November 1998.
- [38] A.R. Ajayi et M.O. Aneke, 2001. Modes de consommation et dépenses des consommateurs de bananes et de bananes plantains à Nsukka Urban, Nigeria. *INFOMUSA, La Revue Internationale sur Bananiers et Plantains*, Vol 11, N° 1, pp.50-53.
- [39] Bikoi, A., 1999. Les productions bananières au Cameroun: étude de cas, pp.89-99 in *Bananas and Food Security. Les productions bananières: un enjeu économique majeur pour la sécurité alimentaire* (C. Picq, E. Fouré and E.A. Frison, eds). Proceedings of an International symposium held in Douala, Cameroon, 10-14 November 1998.

Analyse de la qualité microbiologique des ignames cuits et bananes mures vendus dans les marchés de la ville de Butembo

[Analysis of the microbiological quality of cooked yams and ripe bananas sold in the markets of the city of Butembo]

Mumbere Kirereka Richard

Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques, Vétérinaires et Forestières (ISEAVF-Butembo), BP 421, Ville de Butembo, 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, conducted in the city of Butembo from January 6, 2019 to August 24, 2021, consisted in assessing the microbiological quality of two foodstuffs delivered for human consumption: cooked yellow yams (*Dioscorea cayensis*) and ripe bananas (*Musa accuminata balbisiana*) as well as to determine the frequencies of microbial pollution in these two foodstuffs in order to inquire about the danger to consumers who are exposed to it. The microbiological analysis of 80 samples of yellow yams taken from the four markets of the city of Butembo revealed an overall pollution of 95%, with 37.5% of simple microbial pollution dominated by *Streptococcus* spp (17.5%), followed by *Enterobacter sakazaki* and *Staphylococcus* other than aureus which each have 7.5%, finally *Enterobacter agglomerans* and *Staphylococcus aureus* which each have 2.5%. The statistical analysis of these results showed that the frequencies of simple and mixed microbial pollution are significantly different ($P < 0.05$) in the four markets of the city of Butembo (χ^2 =respectively 14.38 and 12.14; $ddl=3$).

In addition, the microbiological analysis of 80 samples of ripe bananas taken from the four markets of the town of Butembo revealed an overall contamination rate of 65% dominated by *Hafnia* sp (25%), followed by *Pseudomonas fluorescens* (15%), *Aeromonas* spp and *Klebsiella pneumoniae* which each have (10%), finally *Alcaligene dispar* (5%). These frequencies of bacterial pollution in the ripe bananas examined are significantly different ($P < 9.89$) in the four markets of the city of Butembo (χ^2 =9.8; $ddl=3$).

KEYWORDS: Microbiological quality, polluted foods, Butembo, yam, Banana.

RESUME: Cette étude, menée en ville de Butembo du 06 Janvier 2019 au 24 Août 2021, consistait à apprécier la qualité microbiologique de deux denrées alimentaires livrées à la consommation humaine: les ignames jaunes cuites (*Dioscorea cayensis*) et la banane mure (*Musa accuminata balbisiana*) ainsi que de déterminer les fréquences de pollutions microbiennes dans ces deux denrées afin de s'enquérir du danger que courent les consommateurs qui en sont exposés. L'analyse microbiologique de 80 échantillons d'ignames jaunes prélevés dans les quatre marchés de la ville de Butembo ont révélé une pollution globale de 95%, avec 37,5% de pollution microbienne simple dominée par *Streptococcus* spp (17,5%), suivi de *Enterobacter sakazaki* et *Staphylococcus* autre que aureus qui ont chacun 7,5%, enfin *Enterobacter agglomerans* et *Staphylococcus aureus* qui ont chacun 2,5%. L'analyse statistique de ces résultats a montré que les fréquences de pollution microbiennes simples et mixtes sont significativement différentes ($P < 0,05$) dans les quatre marchés de la ville de Butembo (χ^2 =respectivement 14,38 et 12,14; $ddl=3$).

Par ailleurs, l'analyse microbiologique de 80 échantillons de la banane mure prélevés dans les quatre marchés de la ville de Butembo ont révélé un taux de contamination globale de 65% dominé par *Hafnia* sp (25%), suivi de *Pseudomonas fluorescens* (15%), *Aeromonas* spp et *Klebsiella pneumoniae* qui ont chacun (10%), enfin *Alcaligene dispar* (5%). Ces fréquences de pollutions bactériennes dans les bananes mures examinées sont significativement différentes ($P < 9,89$) dans les quatre marchés de la ville de Butembo (χ^2 =9,8; $ddl=3$).

MOTS-CLEFS: Qualité microbiologique, Aliments pollués, Butembo, igname, Banane.

1 INTRODUCTION

Dans la prévention des maladies, l'alimentation ne risque pas seulement d'altérer la santé humaine par des excès, déficits ou des erreurs d'équilibre de la ration alimentaire, mais aussi par des infections ou intoxications alimentaires qu'elle peut entraîner (**LEDERER J., 1971 et TREMOLIERE J., 1977**). Il est capitale, pour les programmes de prévention, que soient connus les mécanismes selon lesquels des facteurs environnementaux déterminés peuvent influencer la santé (**BEAGLE HOLE et al., 1996**).

Il est très fréquent de constater les denrées alimentaires être étalées, soit le long des artères principales, soit dans des marchés pirates. Elles sont parfois marchandées par les ambulants qui les proposent à tous ceux qu'ils trouvent sur leur passage. Ce genre de commerce s'observe en Ville de Butembo. Or, ces denrées alimentaires, autant elles sont étalées dans des milieux microbiologiquement affectées, autant elles constituent les champs microbiens et source d'infections.

La population de la ville de Butembo et ses environs n'est donc pas épargnée de ces infections ou intoxications alimentaires surtout d'origine bactérienne, car les facteurs qui concourent à les favoriser y sont observés, notamment la méconnaissance des règles d'hygiène alimentaire chez les vendeurs et les consommateurs, ce qui entraîne fréquemment la contamination des aliments, l'insuffisance et parfois l'inexistence des centres de contrôle des denrées alimentaires pour préserver la qualité microbiologique des aliments, le manque de développement des services d'hygiène qui rend impossible tout contrôle efficace, la pénurie des aliments qui fait accepter aux consommateurs les aliments avariés ou altérés.

En fait, les ignames jaunes et les bananes mures vendues sur les marchés de la ville de **Butembo** ne sont pas à l'abri des risques de contamination, étant donné les conditions environnementales précaires dans lesquelles ils sont exposés. Ces deux denrées alimentaires, très souvent mal conservées, laissées trop longtemps au contact de l'air ambiant, pollué ou chargé des microbes, et exposées à des bio-contaminants sur l'étalage aux sites de vente, pourront devenir ainsi source d'infections multiples pour les consommateurs.

Par ailleurs, beaucoup de ces bactéries vivent à l'état saprophytique dans l'intestin, à l'exemple des coliformes, mais lorsqu'elles contaminent un aliment et s'y reproduisent, elles peuvent provoquer des intoxications semblables aux salmonelloses (**LEDERER J., 1971**).

Les habitants de la ville de Butembo et surtout les vendeurs et les clients qui manipulent les ignames jaunes et les bananes mures semblent négliger les règles d'hygiène alimentaire en vue de garder la qualité organoleptique et la sobriété de ces deux denrées livrées à la consommation humaine. Ainsi peut-on s'interroger sur les conséquences de la manipulation des denrées alimentaires exposées aux parasites. Il y a lieu de penser que l'hygiène défectueuse observée chez les acheteurs qui mangent directement après achat, la mauvaise conservation, l'exposition des ignames jaunes et les bananes mures à l'air libre par les vendeurs favoriseraient la contamination et la prolifération microbienne dans ces deux denrées et seraient une des causes de la fréquence assez élevée des maladies bactériennes humaines en ville de Butembo.

L'objectif de cette étude est d'apprécier la qualité microbiologique de deux denrées alimentaires vendues et livrées à la consommation humaine en ville de Butembo afin de s'enquérir du danger que courent les consommateurs qui en sont exposés.

2 MILIEU D'ETUDE, MATERIEL ET METHODES

2.1 MILIEU D'ETUDE

La présente étude a été menée en ville de Butembo, située géographiquement à l'Est de la République Démocratique du Congo, dans la province du Nord-Kivu. Cette ville se trouve entre 29°21' et 29°31' de longitude Est et autour de 0°8' de latitude Nord, à 1750m d'altitude où il pleut presque toute l'année, même si on peut noter une alternance de deux saisons pluvieuses et deux saisons sèches au cours de l'année. Elle est subdivisée en quatre commune à savoir: **Bulengera à l'Est, Kimemi à l'Ouest, Vulamba au Nord et Mususa au sud**.

La population de la ville de Butembo est presque homogène, en grande partie de la tribu **Nande**. Elle a l'agriculture comme activité principale activité à partir de laquelle le commerce et l'élevage ont pris naissance. L'agriculture couvre environ 50% de la population et s'exerce dans les localités environnantes.

2.2 MATERIEL ET METHODES

En vue de la caractérisation de la qualité microbiologique des ignames jaunes cuites et de la banane mure vendues dans les marchés de la ville de Butembo, les réactifs, les milieux de cultures et les matériels de laboratoire d'analyse bactériologique des produits alimentaires ont été utilisés.

L'étude a porté sur un échantillon total de 80 ignames jaunes cuites, 80 bananes mures prêts à consommer et vendues dans les marchés de la ville de Butembo qui sont le marché central, le marché de Vitsai, le marché de Mutsanga et le marché de Rughenda et cela à raison de 20 échantillons par marché.

2.2.1 RECOLTE ET CONSERVATION DES ÉCHANTILLONS AU LABORATOIRE

Les échantillons d'ignames jaunes cuites et des bananes mures ont été prélevés les avant- midi, au hasard chez les vendeurs, tous les 2 à 3 jours dans les différents marchés de la ville de Butembo. Pour récolter ces échantillons, l'on s'est servi des bocaux ou ballons à fond plan stériles dans lesquels les vendeurs eux-mêmes déposaient la portion à analyser ou même la banane, ou l'igname entière, de manière aseptique avec sa main.

Une fois déposée, les bocaux étaient immédiatement fermés avec l'ouate et acheminés au laboratoire Centrale et de Recherche de l'Université Catholique du Graben pour l'analyse. Dès l'arrivée au laboratoire, ces échantillons étaient déposés au frigo afin de ralentir la multiplication ou la prolifération des microorganismes avant l'analyse microbiologique.

2.2.2 TRAITEMENT DES ÉCHANTILLONS

Les mains préalablement lavées à l'eau propre plus savon et séchées à l'air libre, les échantillons de la banane sont d'abord épluchés, ensuite dilués dans l'eau physiologique stérile dans le rapport de 10g de la banane dans 200 ml d'eau distillée stérile.

Quant aux échantillons d'ignames, 10 g étaient prélevés sur l'igname entière et dilués dans 200ml d'eau distillée stérile. Ces mélanges sont mis dans des bocaux et secoués énergiquement en vue de leur homogénéisation. De ces solutions, on réalise la dilution initiale. Préalablement homogène, c'est de ces mélanges qu'on a récupéré une quantité que à ensemercer sur les milieux de culture dans les tubes à essai ou dans les boîtes de pétri préalablement préparés.

2.2.3 PRÉPARATION DES MILIEUX DE CULTURE

Classiquement, les milieux de culture étaient préparés selon les proportions telles que présentées dans le tableau 1 ci-après:

Tableau 1. *Tableau de préparation des milieux de culture*

<i>Milieux de culture</i>	<i>Quantité de la poudre</i>	<i>Eau physiologique</i>
Mac conkey	4,5g	100ml
Sabouraud Dextrose	6,5g	100ml
Kligler Iron Agar	6,5g	100ml
Citrate de Simmon	2,4g	100ml
SIM (sulfure, Indole, Mobilité).	3,6g	100ml

Après la pesée des milieux de culture, l'on a procédé à un chauffage de ces milieux au réchaud après avoir homogénéisé les solutions (milieu de culture plus eau physiologique) en les agitant. Par la suite, on les stérilise à 121°C dans une marmite à pression (Etuve) pendant 15 minutes puis on les laisse refroidir jusqu'à 45° à 50°C et les couler, soit dans les boîtes de pétri autour de la lampe à alcool (milieu stérile), soit dans les tubes à essai, enfin on les couvre jusqu'à leur solidification.

Au milieu de culture Sabouraud Dextrose Agar, l'on a ajouté 0,05g d'antibiotique (chloramphénicol) afin de favoriser le développement des champignons et inhiber celui des bactéries.

2.2.4 CULTURE BACTÉRIENNE PROPREMENT DITE

2.2.4.1 ISOLEMENT SUR MAC CONKEY, SABOURAUD ET GELOSE AU SANG FRAIS

Cette étape se résume de la manière suivante:

- Allumer la lampe à alcool pour créer un champ stérile;
- Couvrir les boîtes de pétri contenant les milieux de culture solide dans le champ stérile;
- Introduire l'anse de platine à bout rond dans le bocal contenant 10g d'ignames jaune plus 200ml d'eau stérile et 10 g de la banane mure plus 200ml d'eau stérile et récupérer une quantité pour chaque solution homogène puis ensemercer sur le milieu préalablement préparé en formant des tries en zig zag et couvrir la boîte;
- Incuber durant 24 heures à une température de 37°. Le lendemain, l'on vérifie s'il ya eu poussée des colonies avant de procéder à l'identification.

2.2.4.2 COLORATION DE GRAM

Elle comprend les étapes suivantes:

- Couvrir le frottis mince présent sur la lame du violet de gentiane;
- Attendre une minute puis laver et égoutter avec l'eau du robinet contenue dans la pipette;
- Couvrir la préparation de lugol pendant une minute;
- Laver et égoutter à l'eau du robinet;
- Couvrir avec l'alcool pendant une minute;
- Laver et égoutter;
- Sécher à l'air libre la lame porte-objet.

2.2.4.3 VISUALISATION AU MICROSCOPE

Après le séchage de la lame, on induit le frottis d'une goutte d'huile à immersion en vue d'une bonne visualisation au microscope à l'objectif X100.

Ceci permet de distinguer les bactéries Gram + des bactéries Gram—, les bacilles (bâtonnets) des coques ou ces derniers des levures. Ce qui permettait la poursuite de l'identification sur la galerie de **Leminor** en vue de mettre en évidence diverses caractéristiques biochimiques.

2.2.5 IDENTIFICATION DES BACTERIES (EN CULTURE)

2.2.5.1 LES BACILLES GRAM NÉGATIFS

Les caractérisations biochimiques et physiologiques étaient faites à travers le milieu **KLigler**, le milieu au Citrate de Simmons et le milieu SIM (Sulfure, Indole, Mobilité)

TECHNIQUE:

- Allumer la lampe à l'alcool;
- Stériliser l'anse à platine à bout pointu,
- Refroidir puis prélever une colonie sur le milieu d'isolement;
- En fin, on ensemence dans le milieu contenu dans le tube.

2.2.5.2 LES COQUES GRAM POSITIFS

Lors de la microscopie, l'on a observé des bactéries à forme sphérique ou ronde appelées coques colorées au violet de gentiane.

Pour leur identification, a-t-on procédé comme suit:

A) TEST DE CATALASE

But: ce test est fait afin de différencier les staphylocoques des streptocoques.

TECHNIQUE

- Allumer la lampe à alcool;
- Flamber la lame dans le but de la stériliser,
- Prendre l'anse de platine et la stériliser à la flamme puis la refroidir;
- Prélever une colonie dans la boîte de pétri avec l'anse stérile;
- Mettre en contact la colonie avec une goutte d'eau oxygénée située sur la lame

CONSTAT

- Si au contact de la colonie avec le peroxyde, il y a production des bulles d'air, on dit que l'oxygène a tendance à s'évaporer (ou à s'échapper). Ainsi, on conclut que le test de catalase est (+). Dans ce cas, il s'agit des Staphylocoques.
- S'il arrive qu'au contact de la colonie avec le peroxyde d'oxygène, il n'y a pas eu production des bulles d'air, on dit que le test de catalase est (-) et on conclut qu'il s'agit des Streptocoques.

B) TEST DE COAGULASSE

Ce test s'applique uniquement au catalase positif et a pour but de différencier *Staphylococcus aureus* des autres *Staphylococcus* (= *épidermis* ou *saprophyticus*).

PRINCIPE

Le plasma transforme le fibrinogène à fibrine. Cette transformation se remarque par la présence d'agglutination.

TECHNIQUE

- Mettre une goutte de plasma (sang citraté) sur une lame;
- Prélever une colonie sur le milieu puis mélanger la colonie et le plasma, il y a formation d'agglutination et on dit que la coagulase est (+). Dans ce cas, il s'agit de *Staphylococcus aureus*. S'il n'y a pas formation d'agglutination, on dit que le test de coagulase est (-). Ainsi, on a à faire à *Staphylococcusepidermis* ou *Staphylococcus saprophyticus*.

2.2.5.3 IDENTIFICATION DES CHAMPIGNONS

Après leur lecture dans le milieu *sabouraud* associé *au chloramphenicol*, les mycètes étaient identifiés aux microscopes à l'objectif x 40, malheureusement sans déterminer le genre et l'espèce.

2.3 ANALYSE STATISTIQUE

Les données obtenues ont été soumises au test de chi-carré de **PEARSON** corrigé par **YATES** à partir du tableau de contingence Rx2 tel qu'indiquent **LEROY et FARNIR** (2001), au seuil d'erreur de 5%.

3 RESULTATS

L'analyse microbiologique des échantillons d'ignames jaunes vendues cuites a montré que 76 étaient pollués soit 95% parmi lesquels 30 de pollutions microbiennes simples, soit 37,5%, et 46 de pollutions microbiennes mixtes soit 57,5%.

Par ailleurs, la même analyse a montré que sur 80 échantillons de la banane mure analysés, 52 soit 65% étaient contaminés par des bactéries sporulées gram négatifs.

Les résultats relatifs à la fréquence de pollutions microbiennes dans ces deux denrées alimentaires sont repris dans les tableaux 2 à 4.

Tableau 2. Fréquence de pollutions microbiennes simples selon l'origine (marché) des ignames jaunes examinées

Germes microbiens Identifié Origine (marché)	Effectif Examiné	NOMBRE DE CAS POLLUES PAR:					TOTAL
		Streptococcus sp	Enterobacter Agglomerans1	Enterobacter sakazaki	Staphylococcus aureus	Staphylococcus autre qu'aureus	
RUENDA	20	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
VICHA	20	6 (30)	0 (0,0)	0 (0,0)	2 (10)	6 (30)	14 (70)
CENTRAL	20	4 (20)	2 (10)	6 (30)	0 (0,0)	0 (0,0)	12 (60)
MUCHANGA	20	4 (20)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	4 (20)
TOTAL	80	14 (17,5)	2 (2,5)	6 (7,5)	2 (2,5)	6 (7,5)	30 (37,5)

Le tableau 2 présente les fréquences des pollutions microbiennes simples des ignames jaunes cuites vendues sur les marchés de Butembo. Il montre que sur 80 échantillons d'ignames prélevés sur les marchés et analysés au laboratoire, 30 soit 37,5% étaient pollués par *Streptococcus sp* (17,5%), *Enterobacter agglomerans*1 (2,5%), *Enterobacter sakazaki* (7,5%), *Staphylococcus aureus* (2,5%), et *Staphylococcus* autre que aureus (7,5%). Ces fréquences de pollutions microbiennes sont significativement différentes ($P < 0,5$) dans les marchés de la ville de Butembo ($\chi^2=14,38$; ddl= 3).

Tableau 3. Fréquences de pollutions microbiennes mixtes selon l'origine (marché) des ignames examinées

Germes identifiées	Effectif examiné	NOMBRE DE CAS POLLUES PAR :																		
		<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Klebsiella ornithinolytica</i>	<i>Streptococcus spp</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Streptococcus spp</i> <i>Morexella wisconsensis</i>	<i>Streptococcus spp</i> <i>Streptococcus spp</i>	<i>Streptococcus spp</i> <i>Edwardiella hoshiniae</i>	<i>Streptococcus spp</i> <i>Klebsiella ornithinolytica</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Yersinia frederiksenii</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Pneumococcus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Morexella wisconsensis</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Listonella damsella</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Enterobacter agglomerans</i> 1	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Pneumococcus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Leclercia adacarboxylata</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Klebsiella ornithinolytica</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Enterobacter sakazaki</i>	<i>Streptococcus spp</i> <i>Pneumococcus</i>	Total
RUENDA	20	0(0,0)	2 (10)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	2(10)	2(10)	2(10)	2(10)	2(10)	0(0,0)	2(10)	0(0,0)	0(0,0)	2(10)	4(20)	20(100)
VICHA	20	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	2(10)	0(0,0)	2(10)	0(0,0)	6(30)
CENTRAL	20	4(20)	2(10)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	2(10)	0(0,0)	0(0,0)	8(40)
MUTSANGA	20	0(0,0)	0(0,0)	2(10)	2(10)	2(10)	2(10)	4(20)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	0(0,0)	12(60)
TOTAL	80	4(5)	4(5)	2(2,5)	2(2,5)	2(2,5)	2(2,5)	4(5)	2(2,5)	2(2,5)	2(2,5)	2(2,5)	2(2,5)	2(2,5)	2(2,5)	2(2,5)	2(2,5)	4(5)	4(5)	456(57)

Le tableau 3 ci-dessus présente les fréquences de pollutions microbiennes mixtes des ignames jaunes livrées à la consommation humaine en Ville de Butembo. Il montre que la plupart de ces pollutions sont constituées des bactéries sauf 4 cas soit 5% qui renfermeraient les champignons.

En observant le même tableau, on constate que cette denrée alimentaire est sujette d'une pollution plurimicrobienne dominée par *staphylococcus aureus* et *Klebsiella pneumoniae* qui occupent 5%, *staphylococcus aureus* et *Klebsiella ornithinolytica*, *Streptococcus spp* et *Pneumococcus* qui ont chacun 5% suivit des *streptococcus spp* et *Morexella wisconsensis*, *Streptococcus spp*, *Klebsiella pneumoniae*, *Streptococcus spp* et *Pneumococcus*, *Streptococcus spp* et *Edwardiella hoshiniae*, *Staphylococcus aureus* et *Yersinia frederiksenii*, *Staphylococcus aureus*, *Pneumococcus*, *Staphylococcus aureus* et *Morexella wisconsensis*, *Staphylococcus aureus* et *Listonella damsella*, *Staphylococcus aureus* et *Klebsiella pneumoniae* et *Enterobacter agglomerans*1, *Staphylococcus aureus* et *Pneumococcus*, *Staphylococcus aureus* et *Leclercia adacarboxylata*, *Staphylococcus aureus* et *Klebsiella ornithinolytica* qui occupent chacun 2,5%.

Le test de Khi-carré a montré que les fréquences de pollutions microbiennes mixtes dans les ignames livrées à la consommation humaine ne sont pas les mêmes ($P < 0,05$) dans les quatre marchés de la ville de Butembo ($X_c^2 = 12,14$; $dll = 3$).

Tableau 4. Fréquences de pollutions bactériennes dans les bananes mures examinées

Bactéries Origine (marchés).	Effectif Examiné	NOMBRE DE CAS POLLUTIONS PAR:					TOTAL
		<i>Hafnia sp</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	<i>Aeromonas</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Alcaligène dispar</i>	
CENTRAL	20	5 (25)	3 (15)	0 (0,0)	3 (15)	0 (0,0)	11 (55)
RUGHENDA	20	7 (35)	3 (15)	1 (5)	2 (10)	2 (10)	15 (75)
VITSAYI	20	5 (25)	3 (15)	5 (25)	3 (15)	2 (10)	18 (90)
MUTSANGA	20	3 (15)	3 (15)	2 (10)	0 (0,0)	0 (0,0)	8 (40)
TOTAL	80	20 (25)	12 (15)	8 (10)	8 (10)	4 (5)	52 (65)

A la lumière de ce tableau 4, il ressort que, d'une façon globale, des germes microbiens ont été identifiés, les bactéries, tout particulièrement les Enterobactéries. L'observation de ce même tableau révèle que 20 échantillons de la banane mure vendue sur les points de vente de la ville de Butembo, soit 25%, étaient pollués par *Hafnia sp*, 12 soit 15% ont été contaminés par *Pseudomonas fluorescens*, 8 soit 10% ont permis respectivement l'identification de *Aeromonas* et *Klebsiella pneumoniae* et enfin, 4 soit 5% ont été souillés par *Alcaligène dispar*. Une différence significative ($P < 0,05$) des fréquences des pollutions bactériennes dans les bananes mures examinées a été observée dans les quatre marchés de la ville de Butembo ($X_c^2 = 9,89$; $dll = 3$).

4 DISCUSSION

Les résultats obtenus après les analyses microbiologiques de 80 échantillons d'ignames jaunes vendues cuites en ville de Butembo ont montré que 76, soit 95%, étaient souillés, parmi lesquels 30, soit 37,5%, de contaminations microbiennes simples et 46 soit 57,5%

de contaminations microbiennes mixtes (tableau 2 et 3). Par ailleurs, le taux de contamination de la banane mure, après analyse bactériologique de 80 échantillons, a été de 70 % dominé uniquement par des bactéries sporulées Gram négatifs (tableau 4). Ces résultats plurimicrobiens dans les deux denrées alimentaires traduisent la défectuosité de l'hygiène environnementale d'une part, et des personnes manipulant les ignames et la banane mure d'autre part. Il en est de même la mauvaise conservation pendant la vente, le délai de conservation ainsi que l'exposition de ces denrées à l'air ambiant pollué ou chargé des poussières et des microbes, comme le soulignent **AMORIGGI, (1988) TREMOLIERE (1977) et NOUT et al, (2003)**. Ces denrées jouent un rôle important dans la prolifération bactérienne. En outre, selon **HUCHET et al. (1996)**, ces polluants (microbes) proviennent des diverses manipulations que subissent les aliments pendant la chaîne de production-transformation- commercialisation-consommation. Par ailleurs, **CUIK H. (1968), LEDERER J. (1971) et AMORIGGI. (1988)** cités par **KIREREKA R. (2008)**, indiquent que les microorganismes peuvent provenir des mains sales des vendeurs, acheteurs, voire les récipients dont ils s'en servent pour le transport; de certaines sécrétions telles que la sueur, la salive lors de la manipulation et discussion du prix, des mouches, des fourmis, des blattes, des rats et des souris qui peuvent s'infiltrer dans l'entrepôt des denrées alimentaires. Ces microorganismes peuvent se multiplier dans une denrée alimentaire en libérant des toxines et ainsi causer des toxi-infections alimentaires. En revanche, selon **LEDERER J. (1986)** cité par **KIREREKA R. (2008)**, une étude a déjà été entreprise sur la fréquence avec laquelle se trouvait *Escherichia coli* sur les mains de ceux qui manipulent les aliments dans les cafés et les restaurants. Le résultat de cette étude montre que sur 1337 sujets testés, 8,4% étaient porteurs. Ainsi, les règles strictes des propriétés des mains doivent être respectées par toute personne ayant un contact direct avec les produits alimentaires. Dans le même sens, une étude menée au Royaume-Uni sur les intoxications alimentaires d'origine bactérienne et autres montre que sur 5790 d'intoxications, 4623 soit 79,8%, sont dues aux bactéries, 333 soit 5,75% à des agents chimiques et 834 soit 14,4 % aux champignons (**LEDERER J., 1971**).

La présence des bacilles Gram négatifs dans les deux denrées alimentaires analysées, bien qu'à des fréquences relativement faibles, prouve qu'elles ont subies une contamination fécale d'une part, et une souillure d'origine saprophyte d'autre part. Les bacilles gram négatifs sont, selon **PREVOT (1961), PILLET et al. (1975), FROBISHER M. et FUERS R. (1993)**, cités par **FOMA M. (2003)**, extrêmement répandus dans la nature et ils se retrouvent tout particulièrement dans le colon et le rectum, commensales ou saprophytes et acquièrent accidentellement le pouvoir pathogène lorsqu'ils changent de milieu en présentant un pouvoir pathogène potentiel et causant des *Gastroentérites*, résultant de l'infection alimentaire.

Les fréquences non négligeables de *Enterobacter agglomerans* (2,5%) et *Enterobacter sakazaki* (7,5%) dans les ignames jaunes vendues cuites (tableau 2) et de *Halfnia dispar* (25%) et *Alcaligène* (5%) dans la banane mure (tableau 4), deux denrées des rues livrées à la consommation humaine en ville de Butembo, peuvent se justifier non seulement par leur présence normale dans le sol et le tube digestif des hommes et des animaux, mais aussi du fait que ces bactéries sont phytophages, comme l'indiquent **PILET CH. et al. (1975) et MICHE J.C (1984)**. Ces auteurs, soutenus par **LEDERER J. (1986)**, soulignent que ces espèces rarement pathogènes peuvent exceptionnellement se révéler agents des maladies pulmonaires, des méningites et des reins. Les mêmes auteurs renseignent que les espèces du genre *Pseudomonas* dont l'une a été identifiée dans la banane mure (*Pseudomonas fluorescens*; 15%), sont en général saprophytes du sol, de l'air et de l'eau, mais aussi commensales de la peau et les muqueuses de l'homme et des animaux. Certaines de ces espèces sont pathogènes chez l'homme, surtout en milieux hospitaliers chez des sujets affaiblis.

Au regard des constats de **PREVOT (1961) et PILET et al. (1975)**, à partir de ces deux denrées alimentaires, les consommateurs peuvent contracter certaines infections parmi lesquelles les infections oculaires (conjonctivites, *Kerato conjonctivites*, ulcères de la cornée), des septicémies et suppurations diverses pour la bactérie *Moraxella wisconsensis*.

Klebsiella pneumoniae est incriminée dans les pneumopathies, les angines, les otites, les cystites et les affections rénales chez l'homme. Le genre *Streptococcus sp* comprend des espèces impliquées dans des suppurations diverses et septicémies. Par contre, *staphylococcus aureus* est parmi les *Staphylocoques* pathogènes de l'homme chez lequel ils interviennent dans diverses suppurations (abcès, furoncles), les septicémies et les atteintes intestinales d'origine alimentaire.

L'analyse statistique des résultats de la pollution microbienne simple et mixte a montré qu'il y a une différence significative ($P < 0,05$) des fréquences de pollutions observées dans les échantillons d'ignames jaunes cuites entre les quatre marchés où les 95% de pollution se trouvent en proportion nettement différente ou statistiquement différente ($\chi^2 =$ respectivement 14,38 et 12, 14; ddl =3)

Par ailleurs, une différence significative des fréquences de pollutions ($P < 0,05$) bactériennes dans les bananes mures examinées a été observée entre les quatre marchés de la ville de Butembo où les 65% de pollutions se trouvent en position nettement différente ou statistiquement différente ($\chi^2 = 9,89$; ddl=3).

La présence des bactéries sporulées gram négatif dans les deux denrées est due, sans doute, à l'environnement. En effet, les conditions climatiques et environnementales des régions tropicales sont favorables à la multiplication végétative des cellules microbiennes. Le séjour prolongé à la température ambiante ainsi que l'exposition à l'air libre des denrées alimentaires constitueraient deux facteurs majeurs de contamination et de multiplication des bactéries dans ces denrées.

En plus, le nombre d'échantillons d'ignames jaunes souillés trouve sa raison d'être dans l'utilisation de matériels souillés, des conditions des ventes et de conservation peu hygiéniques durant la manipulation (mains sales, récipients de transport insalubres, etc....) et une mauvaise hygiène corporelle et vestimentaire des vendeurs. L'absence des *Salmonelles*, des *Shigelles* et d'autres coliformes

thermo tolérants et anaérobies *sulfitoréducteurs* est due à l'efficacité de l'effet thermique bactérien de la température de cuisson de cette denrée.

Pour ce qui est de la flore fongique, sa présence est due à l'atmosphère humide de l'emballage des ignames en vente, du degré de déshydratation et de l'inefficacité des méthodes de conservation de cette denrée.

Quant aux staphylocoques et streptocoques, leur présence dans les ignames est due aux facteurs tels que: le vent, la poussière et la contamination d'origine humaine à travers les manipulations et les sécrétions (salive et la sueur).

Les différences enregistrées dans les fréquences des genres semblent être liées aux particularités des germes de s'adapter à telles ou telles autres conditions de l'environnement ainsi qu'aux possibilités de ces germes de contaminer les ignames jaunes ou la banane mûre. Ceci rejoint les idées de FOMA M. (2003) selon lesquelles les bactéries sont véhiculées par l'air, la poussière, l'homme, les animaux domestiques, les vecteurs mécaniques tels que les insectes, alors que les normes microbiologiques admettent l'absence des germes pathogènes et indicateurs des pollutions fécales dans les aliments. Ces différences de fréquences de pollutions microbiennes peuvent être liées au fait que la distribution des germes dans un lieu donné, leur physiologie et exigence alimentaire varient aussi, selon, PILET, CH et al. (1975), non seulement selon les genres, mais aussi selon les espèces et les souches. Le niveau de contamination des ignames et de la banane étant variable d'un marché de vente à un autre, les résultats prouvent que cela est imputé à la différence existant dans le respect des conditions hygiéniques de ces deux denrées du marché de vente à un autre.

En sus, cette différence des fréquences est aussi due au fait que les ignames jaunes et les bananes mures transitent par plusieurs intermédiaires et vendeurs provenant des milieux différents.

La présence des microorganismes dans ces deux denrées alimentaires si précieuses et indiquées dans certains cas diététiques et thérapeutiques soutient que ces denrées ne bénéficient pas d'un traitement hygiénique pour jouer ces rôles et surtout que, d'après NOUT et al. (2003), la qualité d'un aliment dépend non seulement de sa teneur en nutriments, mais aussi de l'absence dans cet aliment des polluants pouvant porter préjudices aux consommateurs. La qualité d'un aliment étant une affaire de production, le mode de conservation et de distribution compte aussi, l'approvisionnement régulier des points de vente qui fidélise et rassure les consommateurs est un facteur essentiel de réussite du produit (MICH J.C., 1984).

En fin, conformément aux résultats atteints, la prolifération microbienne dans les deux denrées alimentaires soumises à l'analyse microbiologique est fonction de la durée d'exposition de ces denrées aux facteurs environnementaux. D'autres éléments agissent sur la multiplication microbienne: le degré de déshydratation de l'aliment, l'acidité, l'irradiation, la présence de l'oxygène.

Ainsi, il faudra donc trouver un équilibre entre leur action sur les microbes et celui sur les aliments. A ce titre Christian SENCKE (2007), PILET, CH et al., (1975) suggèrent que la conservation des aliments au froid, le maintien à chaud ainsi que la traversée rapide de la zone de température comprise entre 10°C et + 63°C constituent les principaux moyens utilisés pour limiter la multiplication des microorganismes. Ils ajoutent que pour la maîtrise des microorganismes, les vendeurs des denrées alimentaires doivent contrôler le couple temps/ température pendant la vente et la conservation des aliments en attente, et ce, pour prévenir les conditions favorables à une prolifération excessive des microorganismes. L'oxydation enzymatique dans les aliments s'effectue en fonction des facteurs tels que la température de conservation ou de cuisson, l'intégrité des aliments, mais aussi le délai de conservation (MARTINE F., 2003). Les vitamines s'altèrent nécessairement au fur et à mesure par oxydation naturelle. Pour le cas de la banane, fruit tropical s'il est de notoriété de le conserver à température ambiante, l'intérêt n'est pas uniquement gustatif, mais aussi nutritionnel. Au froid, elle développe un stress oxydatif et la vitamine C s'y détériore plus vite (LEDERER J., 1971).

Ces résultats montrent qu'en général, l'hygiène n'est pas respectée dans la manipulation des ignames jaunes cuites et les bananes mûres. L'exposition de ces deux denrées alimentaires à des bio-contaminants sur l'étalage aux sites de vente, l'absence de l'hygiène chez les vendeurs, les consommateurs et les personnes manipulant ces denrées lors de la discussion du prix constituant, d'après AMORIGGI (1998), le point faible dans les techniques artisanales et traditionnelles de conservation des aliments dans beaucoup des pays Africains.

5 CONCLUSION

Cette étude de l'appréciation de la qualité microbiologique des aliments vendus en ville de Butembo a concerné les ignames jaunes et la banane mûre afin d'en identifier les différents germes microbiens et leurs fréquences. Préoccupé par la façon dont cette vente se réalise, il y avait lieu de penser que la mauvaise conservation, l'exposition des ignames jaunes et les bananes mures à l'air libre par les vendeurs favoriseraient la contamination et la prolifération microbienne dans ces deux denrées.

Ainsi, l'objectif de l'étude était d'apprécier la qualité microbiologique des ignames jaunes et banane mûre, vendus à l'air libre et livrés à la consommation humaine en ville de Butembo afin d'en deceler le danger que courent les consommateurs.

Le résultat obtenu des analyses microbiologiques de 80 échantillons prélevés a permis de constater que les ignames jaunes vendues sur les points de vente de la ville de Butembo hébergent des microbes en association ou pas qui sont: *Morexellawisconsensis*, *Streptococcus spp*; *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella ornithinolytica*, *Pneuteura spp*, *Edwardsiella hoshinae*, *Enterobacter agglomerans*,

Enterobacter sakazaki, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia frederiksenii*, *Leuconostoc adcarboxylata*, *Listonella domsellia*, *Staphylococcus spp* et les champignons.

De même, la banane mûre vendue sur les points de vente de la ville de Butembo renferme les bactéries sporulées gram négatifs, à savoir: *Hafnia* sp, *Aeromonas*, *Pseudomonas fluorescens*, *Klebsiella pneumoniae* et *Alcaligenes* dispar.

La contamination microbienne des consommateurs de ces deux denrées alimentaires est possible, car parmi les bactéries identifiées certains sont pathogènes à l'homme. Cela exige l'application des mesures d'hygiène dans toutes manipulations de ces deux denrées alimentaires, de la production aux vendeurs, puis de là aux consommateurs (transaction, conservation, exposition aux points de vente) afin de réduire le degré de contamination humaine. D'où, un contrôle permanent et rigoureux de la qualité microbiologique des denrées alimentaires vendues prêt à la consommation directe en ville de Butembo s'impose à tous pour qu'on se rassure de la qualité microbiologique des aliments vendus à ciel ouvert dans plusieurs points de vente de la ville de Butembo. Ce contrôle revient au service d'hygiène qui doit renforcer la sensibilisation de tous les consommateurs des vivres à consommation directe vendus ça et là. C'est là même une brèche ouverte pour les autres chercheurs afin d'enrichir les résultats de cette étude et étendre les investigations à d'autres aliments vendus à ciel ouvert.

REFERENCES

- [1] AMORIGGI 1998: Techniques de transformation et conservation artisanale des fruits et légumes, FAO, Rome, 62 p.
- [2] BEAGLEHOL et al., 1994: *Eléments d'épidémiologie*, Organisation Mondiale de la santé, Genève, p 121.
- [3] Christian SENKE J. 2007: Contribution à l'étude de la qualité bactériologique des aliments vendus sur la voie publique de Dakar.
- [4] CLARICE K., 2010: Recherche des Entérobactéries dans les ignames vendues en ville de Butembo, TFE, ISTM /Butembo.
- [5] FOMA M., 2002: *Microbiologie industrielle*, DEA, cours inédit, UNIKIS.
- [6] GUIRAUD J.P 1998: *Microbiologie alimentaire*, DUNAP, S-L, P 151-199.
- [7] HUCHET E., COURTEL J. et GUNOL, 1996: *Méthodes d'analyses chimiques; département des sciences de l'aliment*: 91744 Massy CEDER des industries Agricoles et Alimentaires, 1, Avenue des Olympiades.
- [8] KIREREKA M., 2008: Analyse microbiologique de bananes mûres vendues sur les marchés de Butembo, Monographie inédite, ISEAVF/ Butembo 45pages.
- [9] LEDERER J., 1986: *Encyclopédie moderne de l'hygiène alimentaire*, Tome IV: Les intoxications alimentaires, Malaine, Paris, p 289.
- [10] LEDERER J., 1971: *Encyclopédie moderne de l'hygiène alimentaire*. Ed. Nouwerlant, Louvain et Malaine, Paris, 511 p.
- [11] LEDERER J., 1971: *Hygiène des aliments*, Tome II, Malaine, Paris, p3.
- [12] LEROY P., FARNIR F., 2001: *Méthodes statistiques en médecine vétérinaire*, Edition de l'Université de Liège, Faculté de Médecine vétérinaire, Bruxelles, 271 p.
- [13] MARTINE F., 2003: *Transformer les fruits tropicaux*. Ed. CTA, 223 pp.
- [14] MICHE J.C., 1984: *Conservation des aliments, composition, qualité, biodégradation collection* « technique et documentation ». Lavoisier, Paris, 260 pp.
- [15] NOUT et al., 2003: Les aliments; transformation, conservation et qualité, Ed. CTA, Germany, 51 pp.
- [16] PILET C.H., BOURDON J.L., TOMA B. et MARCHAL N., 1975: *Bactériologie médicale et vétérinaire, Systématique bactérienne*. Ed. DOINS, Place de l'Océan, Paris, 489 pp.
- [17] PREVOT AR., 1961: *Traité de systématique bactérienne*. Ed. Dunod, Paris.
- [18] TREMOLIERE J. et al., 1977: *Manuel élémentaire d'alimentation humaine: les bases d'alimentation*, Tome1, Edition E.S.F, 8^e Ed, Paris, p88-97, 132.

Impact des activités maraîchères sur la vie socio-économique des populations en commune rurale de Luotu (Nord-Kivu, RD Congo)

[Impact of market gardening activities on the socio-economic life of populations in the rural commune of Luotu (North-Kivu, DR Congo)]

Kambale Muhesi Eloge^{1,2}, Musubao Kapiri Moïse^{1,3}, Panzi Syvagendera², Katembo Mupendawatu², Kamate Mughambwa⁴, and Katembo Kitima⁴

¹Cellule de Statistiques et Analyse des données, Laboratoire d'Ecologie, Géomorphologie et Géomatique (LEGG), Ville de Butembo, RD Congo

²Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques, Vétérinaires et Forestières (ISEAVF-Butembo), BP 421, Ville de Butembo, RD Congo

³Département des Eaux et Forêts, Faculté des Sciences Agronomiques (FSA), Université Catholique du Graben (UCG-Butembo), BP 29, Ville de Butembo, RD Congo

⁴Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques, Vétérinaires et Forestières (ISEAVF-Kirumba), Territoire de Lubero, 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: In the rural commune of Luotu, market gardening is a significant supplement to food and is a source of substantial income that allows some local populations to live decently. It is in this context that this study was carried out with the aim of evaluating the impact of market gardening activities on food security in the rural commune of Luotu, province of North Kivu, Democratic Republic of Congo. The surveys were carried out in two villages (Valya and Lukole) due to 60 market gardeners per village. The results show that market gardening is booming in the study area; the most popular are leeks, cabbage, beans, corn, peas, potatoes, onions, carrots, garlic, amaranths, etc. The choice of one of the vegetable crops is more dictated by food and cultural habits as well as its financial profitability. It was found that men are more involved in this activity and generate more income (127.2 ± 184.9 USD) than women (112.2 ± 169.5 USD). Although this activity is lucrative, it is faced with problems (lack of market gardeners inputs, land tenure insecurity, lack of financing, climate disturbance), does not cover domestic needs for 42.9% of market gardeners surveyed but also of products remains a constraint for distant marketing center sites. These market gardeners, especially the majority (68.3%) have never benefited from technical supervision from agronomists working in local development organizations or associations. In addition, analyzes show that market garden products are sold more in village markets (67.5%) than in city markets (13.3%), along roads (5%) and in the field (14, 2%). The leafy vegetables consumed by market gardeners in the rural town of Luotu are sombe (15.4%), amaranth (18.1%), bitter nightshade (14.5%), headed cabbage (21.2%) %, cauliflower (11.8%), squash leaves (8.1%), bean leaves (8.1%), taro and colocases leaves (2.8%). However, the frequency of daily meal intake is twice a day for 53% of market garden households. Those who eat once and three times a day represent 23 and 23% respectively. Market gardeners in the rural commune of Luotu allocate an average of $6,276.86 \pm 2,810.66$ Congolese francs to daily consumption in their households.

KEYWORDS: Production, market gardening, food security, rural commune of Luotu and Democratic Republic of Congo.

RESUME: En commune rurale de Luotu, le maraîchage constitue un appoint non négligeable dans l'alimentation et, est une source de revenus substantiels qui permet à certaines populations locales de vivre décemment. C'est dans ce contexte que

cette étude s'est effectuée dans le but d'évaluer l'impact des activités maraîchères sur la sécurité alimentaire en commune rurale de Luotu, province du Nord-Kivu, République Démocratique du Congo. Les enquêtes ont été réalisées dans deux villages (Valya et Lukole) en raison de 60 maraîchers par village. Les résultats montrent que les cultures maraîchères sont en pleine expansion dans la zone d'étude; les plus pratiquées sont le poireau, les choux, le haricot, le maïs, le petit pois, la pomme de terre, l'oignon, la carotte, l'ail, les amarantes etc. Le choix de l'une des cultures maraîchères est plus dicté par les habitudes alimentaires et culturelles ainsi que de sa rentabilité financière. Il a été constaté que l'homme est plus impliqué dans cette activité et génère un revenu plus supérieur ($127,2 \pm 184,9$ USD) à celui de la femme ($112,2 \pm 169,5$ USD). Bien que cette activité soit lucrative, elle est confrontée à des problèmes (manque d'intrants maraîchers, insécurité foncière, manque de financement, perturbation climatique), ne couvre pas les besoins domestiques pour 42,9% des maraîchers enquêtés mais aussi l'écoulement des produits reste une contrainte pour les sites lointains de centre de commercialisation. Ces maraîchers producteurs, surtout la majorité (68,3%) n'ont jamais bénéficié de l'encadrement technique de la part des agronomes œuvrant dans les organisations ou associations de développement de la place. Par ailleurs, les analyses montrent que les produits maraîchers sont plus vendus aux marchés locaux (67,5%) qu'aux marchés de la ville (13,3%), le long des routes (5%) et au champ (14,2%). Les légumes feuilles consommés par les maraîchers de la commune rurale de Luotu sont le sombé (15,4%), l'amarante (18,1%), la morelle amère (14,5%), les choux pommés (21,2%), le chou-fleur (11,8%), les feuilles des courges (8,1%), les feuilles de haricot (8,1%), les feuilles de taros et de colocases (2,8%). Cependant, la fréquence de prise de repas journalier est de deux fois par jour pour 53% des ménages maraîchers. Ceux qui mangent une et trois fois par jour représentent respectivement 23 et 23%. Les maraîchers producteurs de la commune rurale de Luotu affectent en moyenne $6276,86 \pm 2810,66$ francs congolais à la consommation journalière dans leurs ménages.

MOTS-CLEFS: Production, maraîchage, sécurité alimentaire, commune rurale de Luotu et République Démocratique du Congo.

1 INTRODUCTION

Le problème de la faim dans le monde et le paradoxe qu'elle présente sont connus depuis les années 1930. En effet, le vingtième siècle a connu une croissance sans précédent de la population mondiale accompagnée d'un développement économique et de modification de l'environnement physique significatifs [1]. Les projections sur l'augmentation de la population mondiale sont alarmantes: selon les dernières données des Nations Unies (United Nations, 2008), la population mondiale devrait passer de 6,8 milliards aujourd'hui à 9,1 milliards en 2050. A cet horizon, 70 % de la population vivra dans les villes ou dans les régions urbaines, soit une augmentation de 49 % par rapport à aujourd'hui. Le phénomène d'urbanisation croissante touche fortement les pays en développement (PED): le taux d'accroissement urbain moyen annuel y était de 3.6% entre 1950 et 2005 contre 1,4 % dans les pays industrialisés [2]. Ce phénomène s'accompagne d'une augmentation de la demande alimentaire qui pose le problème de la sécurisation alimentaire et nutritionnelle de l'approvisionnement des villes [2], [3].

De l'autre côté, les pays africains enregistrent un fort taux de croissance démographique et un fort taux d'urbanisation. La population de ces pays est évaluée à 945,3 millions d'habitants avec un taux de croissance de 2,1% pour un taux d'urbanisation de 3,2%. Elle atteindra 1,298 milliards d'habitants en 2025. Cette situation entraîne un accroissement des besoins en soins de santé, en logement, en éducation et surtout en alimentation. En plus, depuis les années 1970, la production alimentaire par tête connaît une baisse de plus de 20% [4], [5], [6].

Par ailleurs, l'Afrique subsaharienne est l'une des régions les plus pauvres du monde et la pauvreté semble s'y augmenter [7] plus en milieu rural qu'urbain. Selon une étude de la Banque Mondiale en 2003, 70% des pauvres en Afrique vivaient en milieu rural au début des années 2000. Ainsi, pour lutter efficacement contre la pauvreté en Afrique, il est important de porter une attention particulière au secteur du développement rural. Les ressources naturelles et l'environnement doivent occuper une place considérable dans les programmes de lutte contre la pauvreté car, selon [7], les ressources naturelles disponibles dans une région ont une influence majeure sur le mode de vie et le bien-être des pauvres ruraux [8].

Dans cette perspective, l'économie du continent africain repose principalement sur le secteur primaire. La vulnérabilité alimentaire et l'aggravation de la pauvreté semblent traduire l'incapacité de l'agriculture à assurer la sécurité alimentaire des populations et à contribuer efficacement à l'amélioration de leur bien-être. L'activité agricole est caractérisée par une faible utilisation d'intrants et des techniques qui ne permettent pas d'obtenir de hauts rendements [6]. C'est ainsi que dans le contexte actuel, l'agriculture représente l'un des principaux secteurs contribuant au développement économique des pays africains. Elle emploie plus de 42,36% de la population active; contribue à 75% des recettes d'exportation et fournit environ 70% des emplois. La contribution économique de l'agriculture repose sur un certain nombre d'activités; parmi celles-ci, la

production maraîchère occupe une place très importante et contribue significativement à la souveraineté alimentaire, à la lutte contre la pauvreté et à l'augmentation du revenu des familles [9]. Par ailleurs, dans les milieux ruraux de la République Démocratique du Congo, la pauvreté est l'un des principaux facteurs de l'insécurité alimentaire. Le rapport de l'Institut National de la statistique [10] sur l'indice de richesse montre que les ménages ayant un faible indice sont fortement représentés dans la catégorie des ménages avec une consommation alimentaire pauvre. La majorité des ménages en milieu rural, cultive des parcelles de moins de 1 ha toutes saisons confondues par manque de moyens. Ces petites superficies ne permettent pas au ménage d'avoir suffisamment de récolte afin de pouvoir faire des stocks suffisants et de vendre le surplus de la production [10]. L'insuffisance des récoltes pourrait être corrélée aussi avec la mauvaise qualité des semences, le faible rendement ou les techniques de production qui sont restées traditionnelles. Il faut noter aussi que les systèmes agraires sont restés fortement individualisés. Ces systèmes sont faibles consommateurs d'intrants et utilisent un matériel de production rudimentaire. La production obtenue dans ces systèmes agraires est faible et ceux-ci sont surtout caractérisés par un système de production de subsistance. Ce dernier concerne la quasi-totalité des paysans en milieu rural. Les activités génératrices de revenus souffrent d'un manque crucial de financement et de l'insuffisance de formation pour les agriculteurs [10].

Pour faire face à toutes ces situations, l'agriculture maraîchère constitue une approche solution à toutes les préoccupations des ménages agricoles en résorbant les problèmes du chômage, du sous-emploi des jeunes, de la pauvreté, de l'exode rural ou de l'exode urbain voire de la misère [11]. Des études menées par [12] montrent que le maraîchage contribue à la création de près de 60 000 emplois directs. Les revenus générés par l'activité maraîchère permettent à plusieurs dizaines de milliers de familles de vivre. La production des légumes en milieu urbain joue de multiples rôles, notamment dans la sécurité alimentaire et la malnutrition, dans les offres d'emploi et la lutte contre la pauvreté avec une participation importante des femmes. Les légumes constituent une source importante d'emploi et de revenus pour de nombreux producteurs dans les zones périurbaines et rurales. De par les vitamines et les éléments minéraux qu'elles fournissent à l'organisme, elles occupent une place essentielle dans l'alimentation humaine [13], [14].

Dans les hautes terres de Lubero et plus particulièrement en commune rurale de Luotu, les activités maraîchères occupent une première place dans la production agricole. Il y a lieu de se demander si ces activités maraîchères contribuent ou pas à la sécurité alimentaire des maraîchers, car l'apport du maraîchage à la sécurité alimentaire des ménages reste jusque-là sujet des controverses. Face à ces multiples paramètres, nous proposons de trouver une approche solution aux interrogations suivantes: Quel est impact des activités maraîchères sur la sécurité alimentaire des ménages maraîchers en commune rurale de Luotu ? Pourquoi la population paysanne de la commune rurale de Luotu cherche-t-elle à intensifier leurs activités maraîchères ? Quelles sont les contraintes auxquelles font face les maraîchers ?

2 MILIEU D'ÉTUDE ET MÉTHODES

2.1 MILIEU D'ÉTUDE

Luotu est situé dans les hautes terres fraîches du territoire de Lubero, Chefferie des Baswagha, en République Démocratique du Congo. Il se situe en cheval sur l'Equateur, à une altitude moyenne de 2 200 m et située entre 29°04'26,4" et 29°28'51,6" de longitude Est et 0°04'26,4" latitude Nord et 0°32'49,2" latitude Sud [15]. La carte ci-dessous, donne la subdivision altitudinale du territoire de Lubero [16] et indique la localisation de la commune rurale de Luotu dans les hautes terres.

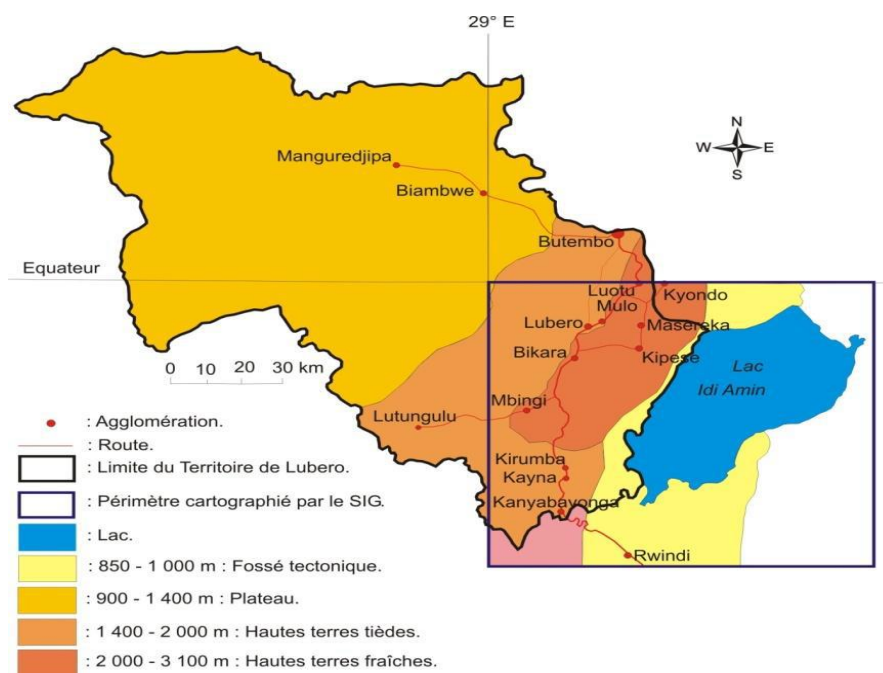


Fig. 1. Carte de localisation de la commune rurale de Luotu

Adaptées au territoire de Lubero, les hautes terres fraîches correspondent aux *tierras frias* des Andes et se situent entre 2 000 et 3 100 m. Pour cette raison, les chercheurs les qualifient, mais au sens relatif, de « haute montagne » ou d'« étage supérieur ». Ces hautes terres sont caractérisées par des roches schisteuses et granitiques précambriennes et un relief de collines disséqué et abrupt. Les moyennes thermiques et pluviométriques sont basses à cause de l'altitude: 15 à 17° C et 1 110 à 1 330 mm. La forêt y est spécifiquement de montagne avec des espèces orophiles. La limite inférieure de cet étage a comme indicateurs agronomiques; la pomme de terre et le blé, qui ne poussent bien qu'au-dessus de l'isohypse de 1 800 m [16], [17].

En parlant de la diversification des milieux du territoire de Lubero suivant l'étagement altitudinal, les hautes terres fraîches se situent sous un climat équatorial de montagne [16], [17]. Ainsi, la température moyenne est de 17,5° C à Luotu (2 200 m). Ce chiffre trahisse un gradient thermométrique ajusté à l'altitude, mais dépendant aussi des facteurs locaux. Cette température reste constante toute l'année. Le mois le plus chaud, celui d'Avril, ne grimpe qu'à 18,0° C. Le mois le plus froid, celui de Juillet avec 17,2° C. De ces chiffres, il résulte une faible amplitude annuelle, qui s'évalue à 0,8° C à Luotu. Par contre, l'amplitude journalière est très creusée et s'élève à 7,2° C à Luotu. Ces chiffres sont caractéristiques de la latitude équatoriale [17]. En effet, sous l'équateur et particulièrement ici, en montagne équatoriale, les nuits et les matins sont très froids, alors que les jours sont très chauds. Les vents générateurs de pluie sont généralement d'orientation Est-Ouest, soufflant de 3,21 à 27,36 km/ heure. Ils apportent non seulement la pluie, mais aussi la fraîcheur [16].

Issus des roches granitiques, schisteuses et volcaniques, les sols des hautes terres fraîches se répartissent en trois groupes principaux: les kaolisols, les sols bruns tropicaux et les sols récents [16], [17], [18]. Les sols bruns tropicaux, qui sont ici représentés par un type formé sur des produits volcaniques, sont des sols brunifiés, c'est-à-dire ayant une rubéfaction atténuée, et fersiallitiques en même temps, c'est-à-dire contenant des oxydes de fer et des argiles à base de silicium et d'aluminium. Les sols récents, qui, par définition, se forment sur un matériau jeune résultant d'une érosion ou d'un apport exogène, sont représentés dans les hautes terres fraîches par des lithosols [16], [18]. Des analyses montrent que les sols de Luotu sont légèrement acides, riches en calcium, moyens en magnésium et pauvres en phosphore et en potassium. Néanmoins, la richesse en calcium, qui est un élément flocculent, contribue à la stabilité structurale de ces sols. Ceux-ci ont généralement un horizon A₁ très épais et riche en matière organique. A cet étage altitudinal, la matière organique est assez importante grâce au climat assez chaud, du moins relativement à l'altitude dépassant 3000 m [16], [17].

La population qui occupe la commune rurale de Luotu est en majorité composée de *Nande*, appelés également *Yira*. Le premier terme est le plus utilisé alors que le second l'est moins, car il a une connotation péjorative, qui signifie l'homme illettré, inculte, sot, païen, primitif et non évolué, c'est-à-dire un véritable *mushenzi* comme on dit en swahili. Malgré cela, ce second terme reste le plus authentique et le plus approprié pour désigner le peuple [17]. La mise en valeur des terres de la commune rurale de Luotu est essentiellement agricole. Le peuple *Nande*, bien que réputé pour son commerce, est avant tout agriculteur,

l'activité commerciale se plaçant en seconde position après l'agriculture. Celle-ci reste la base de l'économie *Nande* et l'activité principale de tous, même des citadins, qui sont agriculteurs pour les trois quarts. Cette agriculture affecte la couverture pédologique et accélère l'érosion hydrique. Elle est accompagnée d'autres activités telles que l'élevage, le prélèvement des végétaux etc. qui influent aussi sur les sols [16].

2.2 MÉTHODES

Une démarche appropriée s'impose en vue d'une collecte d'informations fiables. La référence [19] propose la démarche suivante: la définition des unités statistiques et leur nombre, d'une part, et la description de la procédure à mettre en œuvre pour les atteindre, d'autre part. La collecte des données a été faite en trois phases. La première phase est la phase exploratoire ou préenquête au cours de laquelle il était question de confronter les informations documentaires avec les observations de terrain, de contacter certaines personnes-sources de la zone d'étude, notamment des gens capables de fournir des informations clés sur la zone. L'enquête exploratoire a permis d'identifier les lieux (endroits) dans lesquels se passeront les enquêtes proprement dites. La deuxième phase est celle de la définition de l'unité d'observation et d'échantillonnage. Pour cette étude, le ménage maraîcher est l'unité d'observation. Le ménage est défini comme l'ensemble des personnes parents ou non qui vivent dans la même concession, qui prennent en général leur repas à partir d'un stock commun et répondent à l'autorité d'un seul chef de ménage [19]. Cette étude ne pouvant pas couvrir tous les éléments de la population, un échantillonnage aléatoire simple de 120 ménages maraîchers a été retenu dans deux villages (Valya et Lukole) en raison de 60 maraîchers par village. Les critères d'inclusion sont: d'abord être maraîcher et ensuite il faut habiter en commune rurale de Luotu. La troisième phase est celle de l'enquête proprement dite qui a été effectuée à l'aide des questionnaires d'enquête formalisés sous *KoboCollect* via *KoboToolbox*. Cette phase a permis de recueillir les données qualitatives et quantitatives que l'enquête exploratoire n'était pas en mesure de fournir. La durée d'entretien avec les chefs de ménage variait de 15 à 20 minutes. Des techniques comme le questionnaire individuel et le guide d'entretien complété par les différentes observations sur terrain ont été utilisés. La collecte des données auprès des producteurs portait de façon générale, sur les informations liées aux activités maraîchères, la commercialisation des produits maraîchers et la manière dont les activités contribuent à la sécurité alimentaire des producteurs et la répartition du revenu obtenu. Les informations issues du questionnaire d'enquête ont été complétées par les entretiens réalisés avec les responsables des ménages. Cet entretien a permis d'une part, de cerner les problèmes que rencontre les maraîchers face à la sécurité alimentaire et d'autre part, de mieux saisir le contexte dans lequel s'opère les conditions de production des produits maraîchers. Il est à signaler que la collecte des informations sur le terrain a pris un intervalle de temps allant du mois d'octobre jusqu'à décembre 2019.

A la fin de l'enquête, les informations relatives aux différentes variables étudiées ont été extraites de l'application *KoboToolbox* sous forme d'un fichier Excel. Des erreurs de saisie ont été corrigées pour éviter tout biais. Le traitement a été fait par le logiciel Microsoft Excel 2010. Les données qualitatives et quantitatives ont été réduites sous formes de tableaux, d'histogramme de distribution des fréquences. Les pourcentages par modalité ont été calculés à partir des fréquences absolues (ni). L'analyse inferentielle a consisté à l'utilisation du test de Khi-carré d'indépendance de Karl Pearson qui a permis de faire la liaison entre les variables qualitatives prises deux à deux. L'association entre les deux variables était considérée comme significative quand la p-value était inférieure au seuil de 0,05. Le test chi-deux a été réalisé grâce au logiciel R version 3.6.1 [20]. Pour les variables quantitatives, la comparaison du revenu obtenu par des hommes et celui obtenu par des femmes a été faite à l'aide de l'analyse de la variance à un seul critère de classification (ANOVA 1).

3 RÉSULTATS

3.1 PRODUCTION MARAÎCHÈRE DANS LES VILLAGES

3.1.1 PROFIL SOCIODÉMOGRAPHIQUE DES MARAÎCHERS PRODUCTEURS

Le profil sociodémographique des maraîchers producteurs en commune rurale de Luotu est présenté dans le tableau 1 suivant.

Tableau 1. *Caractérisation de maraîchers en fonction de l'âge, la taille du ménage et les années d'expériences dans l'activité*

Variables Paramètres	VALYA			LUKOLE		
	Age (ans)	Taille du ménage	Année d'expérience (ans)	Age (ans)	Taille du ménage	Année d'expérience (ans)
Maximum	80	14	Plus de 10	80	11	Plus de 10
Moyenne $\pm$ Ecartype	50.5 $\pm$ 13.3	6.2 $\pm$ 2.4	4.4 $\pm$ 1	50.2 $\pm$ 13.5	6.2 $\pm$ 2.3	4.4 $\pm$ 1
Minimum	21	2	1 an	21	2	1 an

Il ressort du tableau 1 que les deux villages présentent visiblement les mêmes caractéristiques socio-économiques. A Valya comme à Lukole, les moyennes et écartypes d'âge (50,5 $\pm$ 13,3 ans et 50,2 $\pm$ 13,5 ans), de taille de ménage (6,2 $\pm$ 2,4 et 6,2 $\pm$ 2,3) et des années d'expérience sont quasi simultanément les mêmes.

3.1.2 RAISONS DU MARAÎCHAGE EN COMMUNE RURALE DE LUOTU

Les résultats des raisons qui justifient l'intensification des activités maraîchères et l'engouement autour du maraîchage en commune rurale de Luotu sont consignés dans le tableau 2 ci-dessous. Il ressort de tableau que le maraîchage offre non seulement les légumes pour l'alimentation, mais aussi une amélioration de condition de vie pour 35,8% des maraîchers enquêtés, la lutte contre l'insécurité alimentaire (30%) et la scolarisation des enfants pour 24,2% des maraîchers producteurs enquêtés. Les autres raisons restent de cas isolés, notamment la réalisation d'un projet (5%), le chômage (3,3%), les besoins vestimentaires, le fait que les plantes maraîchères s'adaptent mieux dans les milieux, la richesse en éléments minéraux, etc. Valya ressemble visiblement à Lukole en termes de raisons poussant à faire le maraîchage. Statistiquement, ces deux villages ne présentent pas de différence significative au regard du test de Chi-2 d'indépendance ($\chi^2=10.296$, ddl=5, p-Value=0.06727).

Tableau 2. *Raisons de pratiquer le maraîchage dans les villages*

Raison du maraichage/enquête	Effectif des enquêtés		Total (%)
	VALYA	LUKOLE	
Lutte contre l'insécurité alimentaire	17	19	36 (30)
Amélioration des conditions de vie	21	22	43 (35,8)
Chômage	2	2	4 (3,3)
Scolariser les enfants	15	14	29 (24,2)
Réaliser un projet	4	2	6 (5)
Autres	1	1	2 (1,7)
Total	60	60	120 (100)

3.1.3 SUPERFICIES EMBLAVÉES ET RENDEMENTS SELON LES SPÉCULATIONS CULTURALES EN COMMUNE RURALE DE LUOTU

Les surfaces emblavées et le rendement selon les spéculations culturales dans le maraîchage en commune rurale de Luotu sont présentés dans le tableau 3 ci-après. Le tableau 3 montre que les cultures ayant la plus grande moyenne de production par maraîcher sont respectivement le chou (584 kg), l'oignon (385,88 kg), la pomme de terre (359,21 kg), la carotte (321,34 kg), le poireau (267,5 kg), le maïs (219,53 kg). Les amarantes ont la plus faible moyenne de production en kg par maraîcher. En termes de rendement, il ressort du même tableau que la tomate (21 t/ha) est la culture ayant le plus grand rendement, suivi du chou (10,62 t/ha), de l'oignon (6,77 t/ha), de la carotte (5,36 t/ha), de la pomme de terre (5,21 t/ha), du poireau (4,95 t/ha), du chou-fleur (4,24 t/ha). La culture ayant présentée un rendement faible par maraîcher parmi les plus cultivées est l'amarante (0,55 t/ha). Cette dernière à cycle végétatif très court connaît plus de rotation que d'autres.

Tableau 3. Surfaces emblavées et le rendement selon les spéculations culturales dans le maraîchage en commune rurale de Luotu

Cultures	N (%) des maraîchers	Fréquence attendue (Fa)	Superficie moyenne emblavée par maraîcher (en are)	Production en kg	Rendement (en t/ha)
Poireaux	73 (60,8%)	120	5,4	267,5	4,95
Choux pommés	61 (50,8%)	120	5,5	584	10,62
Haricots	50 (41,7%)	120	7	69,3	0,99
Maïs	42 (35%)	120	7,8	219,53	2,81
Pomme de terre	37 (30,8%)	120	6,9	359,21	5,21
Oignons	17 (14,2%)	120	5,7	385,88	6,77
Carottes	15 (12,5%)	120	6	321,34	5,36
Choux fleurs	14 (11,7%)	120	4,6	195	4,24
Manioc	13 (10,8%)	120	8,6	292,31	3,40
Patate douce	11 (9,2%)	120	5,2	309,09	5,94
Ail	8 (6,7%)	120	4,1	67,5	1,65
Amarantes	6 (5%)	120	2,8	15,41	0,55
Tomates	1 (0,8%)	120	1	210	21,00
Total	---				

3.1.4 REVENU ET MARGE BÉNÉFICIAIRE DU MARAÎCHER EN COMMUNE RURALE DE LUOTU

Le revenu et la marge bénéficiaire des maraîchers sont présentés au tableau 4. Il faut préciser que ces résultats (tableau 4) sont la résultante de la somme des coûts de production ainsi que des revenus de l'ensemble des cultures qu'un maraîcher peut cultiver pendant une saison. Des résultats de ce tableau montrent que, les maraîchers cultivent une diversité des cultures. Le revenu moyen obtenu par les hommes est de 172,2 USD par saison culturale pour une superficie moyenne de 19,33 ares supérieur à celui des femmes (112,2 USD) par saison culturale pour une superficie moyenne de 12,64 ares. En plus, les hommes ont une marge bénéficiaire moyenne de 139,8 USD contre 92,18 USD pour les femmes. Mais, il faut prendre ces résultats avec prudence, car ces différences de revenu et de marge bénéficiaire bien que non significatives (ANOVA, p-value=0,1094) entre hommes et femmes pourraient être liées à la taille de notre échantillon (32 femmes seulement sur 120 maraîchers enquêtés).

Tableau 4. Revenu maraîcher et marge bénéficiaire

Paramètres	Coût de production (en USD)		Revenu (en USD)		Marge bénéficiaire (en USD)	
	Homme	Femme	Homme	Femme	Homme	Femme
Minimum	1	3,25	10	10	9	6,75
Moyenne± Ecart-type	32,38±41,5	20,02±20,92	172,2±184,9	112,2±169,5	139,8±161,3	92,18±158,4
Maximum	323,5	86	800	850	476,5	764

3.1.5 CRITÈRES DE CHOIX D'UNE CULTURE MARAÎCHÈRE EN COMMUNE RURALE DE LUOTU

Le tableau 5 donne les critères qui guident les maraîchers dans le choix de cultures à cultiver. A la lumière des résultats de ce tableau, il est à remarquer que le choix d'une culture à pratiquer est plus dicté par les habitudes alimentaires et culturales (45%), suivie de sa rentabilité financière (44,2%), le cycle végétatif (5%), la demande du produit sur le marché (1,7%). Les deux villages (Valya et Lukole) présentent quasiment les mêmes caractéristiques pour le choix des cultures au regard du test de Chi 2 d'indépendance ($\chi^2=4.0883$, ddl=5, p-Value=0.5368).

Tableau 5. Critères de choix d'une culture maraîchère selon les deux villages

Modalité de réponses/ enquête	Effectif enquêté par village		Total (%)
	VALYA	LUKOLE	
Rentabilité	30	23	53 (44,2)
Sollicitée sur le marché	1	1	2 (1,7)
Facile à faire	0	1	1 (0,8)
Habitude alimentaire et culturelle	24	30	54 (45)
Cycle végétatif	3	3	6 (5)
Autres	2	2	4 (3,3)
Total	60	60	120 (100)

3.1.6 AFFECTATION DU REVENU ISSU DES ACTIVITÉS MARAÎCHÈRES

L'affectation du revenu issu des activités maraîchères est présentée par le tableau 6 ci-dessous. La lecture de ce tableau montre que le revenu en provenance du maraîchage est plus affecté à l'alimentation (36,7%), à la scolarisation des enfants (25,8 %), les soins médicaux (32,5%). Les autres besoins (achat des intrants agricoles, constructions de la maison et autres projets, les dépenses vestimentaires, le paiement de redevances) profitent faiblement de ce revenu (5%). Visiblement les villages Valya et Lukole affectent le revenu de maraîchage de la même manière au regard du test de Chi-2 d'indépendance ($\chi^2=4.9718$, ddl=3, p-value=0.1739).

Tableau 6. Affectation ou utilisation du revenu par les maraîchers selon les villages

Besoins couverts	Villages		Total (%)
	VALYA	LUKOLE	
Alimentation	22	22	44 (36,7)
Scolarisation des enfants	15	16	31 (25,8)
Soins médicaux	18	21	39 (32,5)
Autres	5	1	6 (5)
Total	60	60	120 (100)

3.1.7 RÔLE DU MARAÎCHAGE DANS LA RÉALISATION DE CHARGES FAMILIALES

Les opinions de maraîchers par rapport au rôle du maraîchage dans la réalisation des charges familiales sont présentées dans le tableau 7 ci-dessous. Le maraîchage est une activité très capitale dans la lutte contre la pauvreté et l'insécurité alimentaire en ville comme en milieux ruraux. On remarque que 49,2% des maraîchers réalisent de grands projets et couvrent leurs besoins domestiques grâce à cette activité.

Tableau 7. Couverture des besoins ménagers

Opinion de maraîchers	Effectif	Pourcentage
Couvre les besoins	59	49,2
Ne couvre pas les besoins	61	50,8
Total	120	100,0

3.1.8 CONTRAINTES DU MARAÎCHAGE EN COMMUNE RURALE DE LUOTU

Le tableau 8 ci-après présente une appréciation sur les difficultés éventuelles du maraîchage par les maraîchers enquêtés en commune rurale de Luotu.

Tableau 8. Difficultés de pratiquer le maraîchage dans le village

Modalité de réponses par maraîcher	Effectif	Pourcentage
Manque de financement	53	44,2
Insécurité Foncière	35	29,2
Perturbation climatique	10	8,3
Vente de produits (écouler les produits)	8	6,7
Manque d'intrants maraîchers	7	5,8
Problème de transport	5	4,2
Autres	2	1,6
Total	120	100

Même si le maraîchage est une activité importante dans les villages, il est toutefois confronté à des difficultés diverses. La difficulté chez la plupart (44,2%) des maraîchers est le manque de financement suivi de l'insécurité foncière. Les autres contraintes sont faiblement représentées: la perturbation climatique (8,3), les problèmes de transport (4,2%), les problèmes d'intrants maraîchers (5,8 %). Ici intrants maraîchers signifient engrais, semences maraîchères et les produits phytosanitaires. Chez d'autres bien qu'ils produisent, l'écoulement des produits maraîchers reste un casse-tête pour 6,7% des maraîchers.

3.1.9 OPINIONS SUR L'ENCADREMENT TECHNIQUE DES MARAÎCHERS

Les avis en rapport avec l'encadrement technique des maraîchers producteurs en commune rurale de Luotu sont exprimés dans le tableau 9 ci-dessous. Il découle des résultats consignés dans le tableau 9 que la grande partie, surtout la majorité des maraîchers producteurs enquêtés (68,3%) n'ont jamais bénéficié de l'encadrement technique de la part des techniciens agricoles ou agronomes œuvrant dans les organisations ou associations de développement de la commune rurale de Luotu.

Tableau 9. Opinions sur l'encadrement technique

Opinions des enquêtés	Effectif	Pourcentage
OUI	38	31,7
NON	82	68,3
Total	120	100,0

3.1.10 PRINCIPAUX LIEUX DE VENTE DES PRODUITS MARAÎCHERS

Les principaux lieux de vente des produits maraîchers produits en commune rurale de Luotu sont présentés dans le tableau 10 ci-dessous.

Tableau 10. Lieux de vente de produits maraîchères

Opinions/ enquêtés	Effectif enquêté par village	Total (%)
	VALYA LUKOLE	
Au Champs	12 5	15 (14,2)
Marché du Centre-Ville	5 11	16 (13,3)
Marché du Village	38 43	81 (67,5)
Le long de la route	5 1	6 (5)
Total	60 60	120 (100)

Les résultats rapportés par le tableau 10 révèlent que les produits maraîchers sont plus vendus au marché du village (67,5%). Les agriculteurs écoulent rarement leurs produits au champ (14,2%), au marché de la ville (13,3%), et le long de la route (5%). Les agriculteurs de Valya et Lukole présentent les mêmes caractéristiques pour le choix de marchés d'écoulement pour leurs produits maraîchers au regard du test de Chi-2 d'indépendance ($\chi^2=9.5952$, ddl=3, p-value=0.02234).

3.2 CONSOMMATION DES PRODUITS MARAÎCHERS DANS LES MÉNAGES

3.2.1 LÉGUMES FEUILLES CONSOMMÉS DANS LES MÉNAGES

Les principaux légumes consommés au sein des ménages des maraîchers sont illustrés sur la figure 2 ci-dessous. Il ressort de cette figure que le chou (21,2%) est le légume le plus consommé par les maraîchers. Il est suivi des amarantes (18,1%), le sombé (15,4%), morelle (14,5%), chou-fleur (11,8%). Les feuilles de taros et de colocase sont le dernier groupe des légumes consommés par les ménages maraîchers.

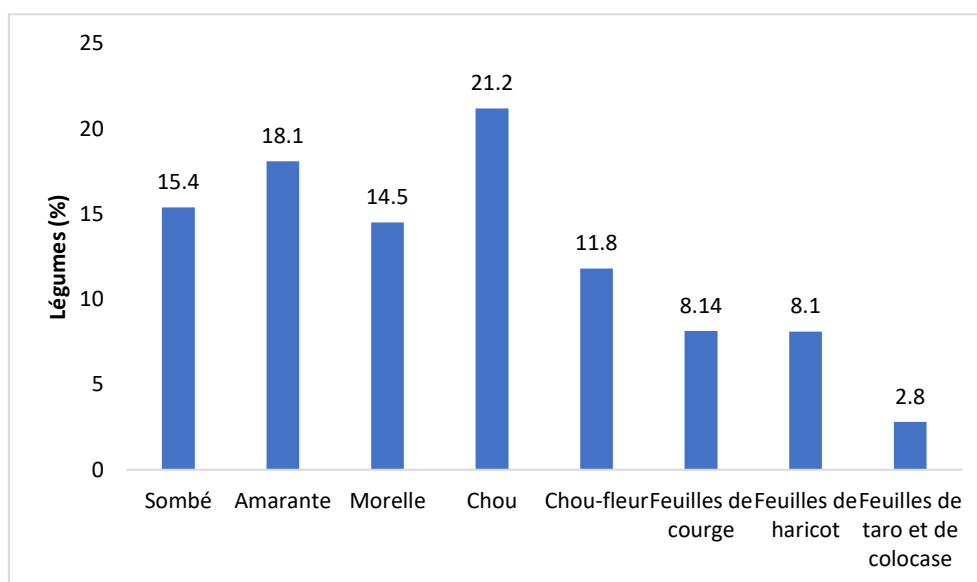


Fig. 2. Légumes consommés dans les ménages

3.2.2 REPAS CONSOMMÉ PAR MÉNAGE PAR JOUR

Dans cette section, nous présentons le rythme de consommation journalière ou fréquence de consommation journalière des aliments dans les ménages des maraîchers. La figure 3 ci-dessous nous renseigne d'avantage sur ce point.

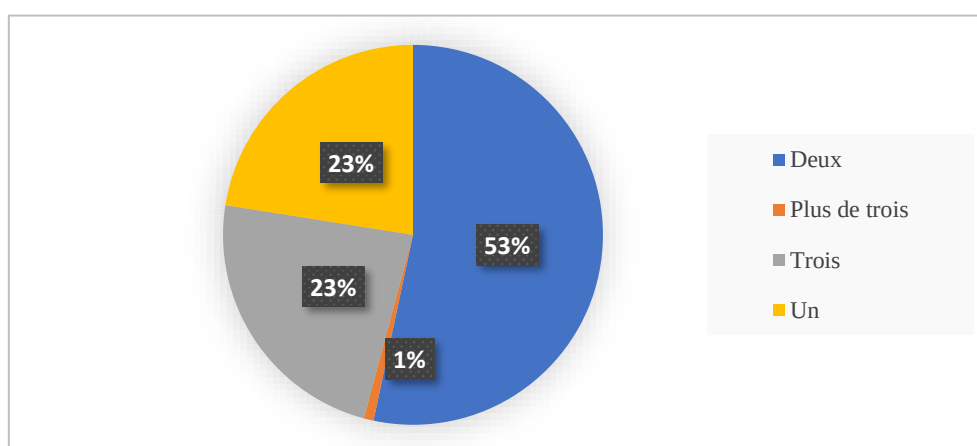


Fig. 3. Fréquence de prise de repas journalier dans un ménage maraîcher

Les éléments illustrés sur la figure 3 révèlent que 53% des ménages maraîchers enquêtés mangent deux repas par jours. Ceux qui mangent une et trois fois par jour représentent respectivement 23 % et 23%. Plus de trois fois concernent seulement 1% des ménages maraîchers sondés. Ce résultat prouve que les ménages souffrent de l'accessibilité alimentaire.

3.2.3 EVALUATION DU TAUX DES QUANTITÉS CONSOMMÉES ET VENDUES SUR LA PRODUCTION (EN %)

Les quantités consommées et vendues par catégorie de cultures sont présentées au niveau du tableau 12. Il ressort de ce tableau que le poireau (60,8%) est le produit maraîcher le plus consommé par les ménages maraîchers, suivi du chou (50,8 %), de haricot (41,7%), du maïs (35%) et de la pomme de terre (30,8%). Les autres produits sont faiblement consommés par les ménages maraîchers. Toutes fois, selon la proportion de la production, le haricot est plus consommé par les ménages maraîchers eux même qu'il est vendu (62,4%), suivie du maïs (50,1%). Tous les autres produits sont plus vendus que consommés avec à la tête le poireau (90,9%), l'ail (89,3%), la carotte (86,1%), l'oignon (85,7%), le chou (79,6%), le chou-fleur (66,9%) et les amarantes (66,5%).

Tableau 11. Quantités consommées et vendues par les ménages maraîchers en pourcentage

Cultures	F _o	F _a	%	Production moyenne (en kg)	Q. Consommé (en %)	Q. Vendue (en %)
Poireau	73	120	60,8	267,5	9,1	90,9
Choux	61	120	50,8	584	20,4	79,6
Haricots	50	120	41,7	69,3	62,4	37,6
Maïs	42	120	35	219,53	50,1	49,9
Pomme de terre	37	120	30,8	359,21	32,9	67,1
Oignon	17	120	14,2	385,88	14,3	85,7
Carottes	15	120	12,5	321,34	13,9	86,1
Choux fleur	14	120	11,7	195	37,9	66,9
Ail	8	120	6,7	67,5	10,7	89,3
Amarantes	6	120	5	15,41	32,4	66,5
Tomate	1	120	0,8	210	14,3	85,7

3.2.4 DÉPENSE ALIMENTAIRE JOURNALIÈRE EN LÉGUMES DANS UN MÉNAGE MARAÎCHER EN FRANCS CONGOLAIS

Le montant des dépenses affecté à la consommation journalière par ménage est présenté par la figure 4. Il ressort de la figure 4 que les ménages qui affectent 10000 francs congolais à la consommation journalière sont les plus représentés (27%), suivis par ceux qui allouent 5000 francs congolais (26%), 8000 francs congolais (12%). 74,9% affectent à la consommation journalière une somme supérieure ou égale à 5000 francs congolais. Ces dépenses dépendent de la taille au sein d'un ménage. La distribution du montant affecté à la consommation journalière est présentée par le tableau 13.

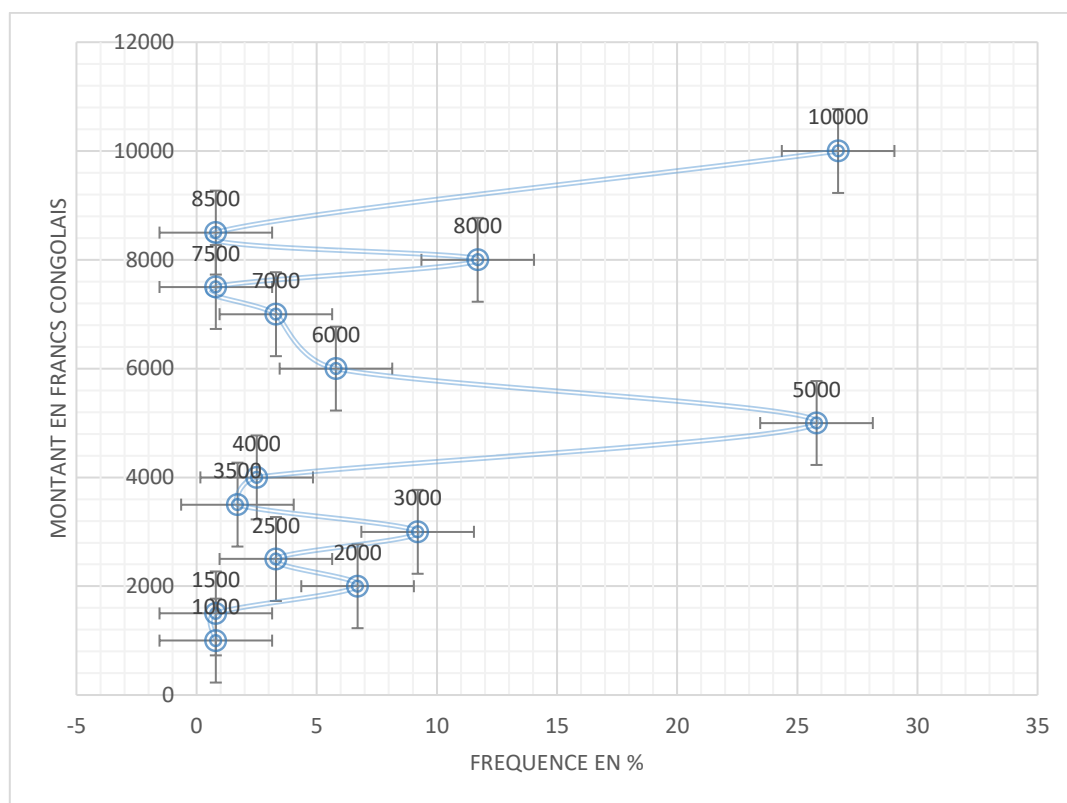


Fig. 4. Montant alloué à la consommation journalière dans un ménage maraîcher

Tableau 12. Montant affecté à la consommation journalière au sein d'un ménage (en francs congolais)

Moyenne	Médiane	Mode
6276.86 ± 2810.66	5000.00	10000.00

Il ressort du tableau 13 qu'un maraîcher respectivement de VALYA ainsi que celui de LUKOLE consomme en moyenne 6276,86 ±2810,66 francs congolais dans le cadre de l'alimentation journalière.

4 DISCUSSION

Les résultats obtenus à l'issue de la présente étude révèlent que le maraîchage offre non seulement les légumes (31,7%) pour l'alimentation humaine (Tableau 5), mais améliore les conditions de vie pour 35,8% des maraîchers enquêtés et répond aux attentes économiques [réduction du chômage pour 3,3% des maraîchers enquêtés et la réalisation d'un projet au sein de la famille (5%)] (Tableau 2); financières (activité génératrice des revenus pour 35,8% des maraîchers producteurs enquêtés) (Tableau 5) et sociales (scolarisation des enfants (24,2%), alternative durable de lutte contre l'insécurité alimentaire (30%), les besoins vestimentaires, soins médicaux (32,5%), paiement des redevances, etc.) (et 7) des agriculteurs maraîchers de la commune rurale de Luotu. Ces résultats corroborent les résultats d'enquêtes de [14] obtenus dans la zone périurbaine de Lubumbashi en République Démocratique du Congo, selon lesquels le maraîchage répond aux attentes économiques (réduction du chômage, activité principale de l'agriculture périurbaine); financières (activité génératrice des revenus) et sociales (soins médicaux, sécurité alimentaire et gestion des déchets à travers le recyclage des matières biodégradables) de la population agricole pauvre dans la zone rurale, urbaine et périurbaine. Par ailleurs, il a été démontré qu'à mesure qu'augmente la population, en particulier dans les zones où existent peu des possibilités d'emplois non agricoles, se produit un processus d'intensification des cultures. Le maraîchage est une activité très capitale dans la lutte contre la pauvreté, l'insécurité alimentaire en ville comme en milieux ruraux et une source importante d'emploi [21].

Un coup d'œil rétrospectif sur le tableau 8 montre que 49,2% des maraîchers couvrent leurs besoins domestiques grâce à cette activité. Nos résultats se rapprochent à ce que Streiffeler (1993) confirme dans une étude menée dans les villes de

l'Afrique de l'Est. Il constate à Kampala (Ouganda), que 70% des maraîchers cultivent pour l'autoconsommation, 23% pour l'autoconsommation et la vente et 7% pour la vente. En Nairobi en 1987; 70% produisaient seulement pour la consommation et 30 % vendent une partie de leur récolte. A Kisangani en RD Congo en 1997; 63% des agriculteurs produisaient seulement pour la vente que pour l'autoconsommation.

Considérant les critères de choix d'une culture maraîchère en commune rurale de Luotu (tableau 6), on se rend compte que le choix d'une culture est plus dicté par les habitudes alimentaires et culturelles (45%) ainsi que de sa rentabilité financière (44,2%). Ce qui nous lie de l'idée de [14] selon laquelle le maraîchage présente le double avantage de produire les biens alimentaires directement consommables dans les ménages ainsi que générer des revenus. Au niveau communautaire, le maraîchage réduit le taux de chômage d'une part, et d'autre part, améliore les conditions de vie de paysans maraîchers et constitue une alternative durable de lutte contre l'insécurité alimentaire en donnant un accès aux ménages à la nourriture.

Il a été constaté que le revenu en provenance du maraîchage est plus affecté à l'alimentation (36,7%), à la scolarisation des enfants (25,8%) et aux soins médicaux (32,5%) (Tableau 7). Ces résultats semblent d'accord avec ceux de [14], pour qui, au-delà d'être une source importante des revenus, le maraîchage dans le contexte socioéconomique congolais est pratiqué pour l'autosubsistance des ménages. Les ménages produisent en premier lieu pour la consommation alimentaire et vendent les excédents afin de répondre à d'autres besoins familiaux tels que la scolarisation des enfants, la santé, l'alimentation, l'achat des intrants agricoles, etc. En donnant plus d'importance à l'alimentation, cet aspect revient à l'hypothèse de César Nkuku (2006) cité par [14] qui révèle l'effet que l'homme travaille toujours pour assurer sa survie; dans les pays sous-développés, l'homme travaille et vit du jour au jour pour son alimentation, car son revenu n'étant pas suffisant, on préfère d'abord manger pour penser aux autres besoins après. Avec des si minimes revenus, on ne peut rien faire, ce qui nous ramène à penser aux deux hypothèses relatives à la fonction de consommation de Keynes. La première et la plus importante de ces hypothèses est que la propension marginale à consommer (Pmc), soit la part consommée de chaque dollar supplémentaire de revenu est comprise entre 0 et 1. Les gens sont prêts, en principe et en moyenne, à accroître leur consommation à mesure que le revenu augmente, mais moins que potentiellement à la croissance de celui-ci. Deuxièmement, Keynes pense que la part consommée du revenu appelée PMC (propension moyenne à consommer) diminue à mesure que le revenu augmente. Pour lui, l'épargne est un luxe et, en conséquence, les riches épargnent une part plus grande de leur revenu que les pauvres.

Au sujet de l'alimentation, il ressort de la présente étude que 53% des ménages maraîchers mangent deux repas par jour, 23% des ménages maraîchers mangent une seule fois par jour et 23% des ménages maraîchers mangent trois fois par jour (Figure 3). Ces résultats se rallient aux enquêtes effectuées par la coordination des opérations agricoles d'urgence en République Démocratique du Congo qui démontrent que 24 % des ménages prennent un repas par jour, 50% deux repas par jour, 19% trois repas par jour et 7% un repas tous les deux jours. Les résultats d'une régression logistique binaire ont révélé que seules cinq variables ont un impact significatif sur la sécurité alimentaire au seuil de 5%: la taille de ménage, le nombre de repas par jour, le revenu mensuel, le stockage d'aliments et le score de consommation alimentaire [22]. En commune rurale de Luotu, le chou (60,8%) est le légume le plus consommé par les ménages maraîchers. Il est suivi des amarantes (51,7%), du sombé (44,2%), de la morelle (41,7%), du chou-fleur (34,2%). Les feuilles de tarons sont le dernier groupe des légumes feuilles les plus consommés dans les ménages maraîchers. Ces cultures maraîchères offrent aux ménages agricoles une source sûre et régulière des nourritures et par conséquent réduisent l'insécurité alimentaire. L'horticulture maraîchère telle que pratiquée, fournit principalement les légumes aux familles des producteurs réduisant ainsi les dépenses alimentaires quotidiennes [14].

Il ressort du tableau 9 que la plus grande contrainte du maraîchage est le manque de financement (44,2%), suivi de l'insécurité foncière (29,2 %). Les autres contraintes sont faiblement représentées: la perturbation climatique (8,3%), les difficultés liées à la vente de produits (6,7%), le manque d'intrants (5,8 %), ainsi que le problème de transport (1,6 %). La référence [21] a trouvé des résultats similaires dans les sites maraîchers de la ville de Kinshasa. Selon lui, même si des améliorations sont observées au niveau des techniques de production, l'activité garde encore des teintes traditionnelles. Celles-ci se rapportent à certaines contraintes rencontrées dans la production maraîchère. Ces contraintes concernent, entre autres, le besoin en main-d'œuvre, les problèmes organisationnels, l'insécurité foncière, le manque d'encadrement, le coût élevé des engrais et des intrants, les multiples cas de vol, les aléas climatiques (inondations et ensablement), l'approvisionnement difficile en eau d'arrosage [23], le manque de financement, la mauvaise qualité des semences, le manque de matériel agricole, le délabrement des infrastructures routières et les cas de maladies et de destruction par les insectes [24], [26]. La référence [21] précise dès lors que les contraintes se rapportant à la commercialisation des légumes ressortent distinctement de la fluctuation de la monnaie, de la baisse des prix de vente en saison pluvieuse, des difficultés d'écoulement de la production ou de la forte concurrence; on peut encore citer les exigences des acheteurs, le transport des produits, les recouvrements de créances et les difficultés de conservation. Très récemment, [25] a montré que les ménages maraîchers font face à plusieurs autres contraintes. Selon cette étude, pour les ménages maraîchers dont l'agriculture demeure le principal moyen d'existence, le manque d'accès aux facteurs de production, notamment les terres agricoles et les semences, est une

contrainte majeure. Pour ceux qui ont cultivé, les attaques d'insectes, le manque de la main d'œuvre, l'accès limité au marché (en raison de l'enclavement) demeurent des contraintes importantes [25].

Le revenu moyen obtenu par les hommes par saison culturale selon les cultures sur une superficie moyenne de 19,33 ares est de 172,2 USD supérieur à 169,5 USD obtenu par les femmes selon les spéculations culturales pour une superficie moyenne de 12,64 ares. En plus, les hommes ont une marge bénéficiaire moyenne de 139,8 USD contre 92,18 USD pour les femmes (Tableau 4). Pour [21], la marge bénéficiaire représente également la rentabilité financière lorsqu'elle est exprimée en pourcentage. Elle est de l'ordre de 332,4 USD, soit une rentabilité évaluée à 42,8% en saison des pluies contre 510,9 USD soit 57,2% en saison sèche. Avec cette marge bénéficiaire, nous osons affirmer avec [21] et cela sous réserve des calculs de seuil de rentabilité- que le maraîchage permet non seulement l'émergence des nouvelles solidarités, mais il constitue également une activité génératrice de revenus. Globalement, ces études montrent qu'un maraîcher réalise un meilleur profit en saison sèche (683 USD) qu'en saison des pluies (502 USD).

5 CONCLUSION

La présente étude avait comme objectifs d'évaluer l'impact des activités maraîchères sur la sécurité alimentaire des ménages maraîchers en commune rurale de Luotu. Pour y parvenir, des enquêtes auprès des producteurs maraîchers ont été réalisées dans deux villages de la commune rurale de Luotu plus précisément à Valya et à Lukole. En plus, d'autres données ont été prises dans le rapport annuel de l'inspection de l'agriculture de Luotu. Le maraîchage est pratiqué non seulement pour avoir régulièrement des légumes à consommer (alimentation) au sein des ménages, pour répondre aux attentes économiques (réduction du chômage, réalisation des projets) et sociales (scolarisation des enfants, alternative durable de lutte contre l'insécurité alimentaire, soins médicaux, etc.), améliorer les conditions de vie des producteurs mais aussi, est une source importante des revenus. Bien que cette activité soit lucrative, elle est confrontée à des problèmes (manque d'intrants maraîchers, insécurité foncière, manque de financement, perturbation climatique) mais aussi l'écoulement des produits reste un problème pour les sites lointains de centre de commercialisation.

Dans le cadre de ce travail, les perspectives institutionnelles concernent trois secteurs distincts à savoir le secteur foncier, le secteur législatif et le secteur du transport. Le secteur foncier constitue un problème crucial rencontré par les maraîchers. Concernant les actions des autorités coutumières, administratives et des élites concernant le statut foncier des terres cultivées et le mode d'accès à ces terres, il est nécessaire de mettre en application des mesures légales ou administratives afin d'accroître la sécurisation foncière et de limiter les abus de pouvoir.

Le secteur du transport est lié à celui de l'aménagement des travaux publics et constitue un problème qui se pose de façon criante sur l'ensemble de la commune rurale de Luotu. Il concerne l'acheminement des produits maraîchers vers les marchés et celui des intrants agricoles vers les périmètres maraîchers. Parmi les actions à entreprendre, nous pensons spécialement à la remise en état et l'entretien des pistes de desserte agricole. Cette réalisation prendrait en compte les avis des maraîchers, premiers bénéficiaires, et nécessiterait une participation active des décideurs locaux.

La redynamisation des structures coopératives nous paraît fondamentale pour l'amélioration de conditions du secteur des maraîchers. Elle doit améliorer plusieurs facteurs, dont le faible taux de coopérativisation, les mesures d'encadrement et de sensibilisation ainsi que le renforcement des activités d'autofinancement.

REFERENCES

- [1] FAO, 2008. Sécurité alimentaire, l'information pour l'action. Introduction aux concepts de la sécurité alimentaire, Rome, 4 p. <http://www.foodsec.org>, le25.02.2020.
- [2] Mawois, M., 2009. Constitution des systèmes de culture maraîchers à proximité d'une ville: quelles marges de manœuvre des agriculteurs pour répondre à une augmentation de la demande ? Cas des systèmes de culture à base de légumes feuilles dans l'espace périurbain de Mahajanga (Madagascar). Thèse de doctorat, Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (Agro Paris Tech), 222 p.
- [3] Drechsel et al., 1999. Interactions rurales-urbaines; situation of urban and peri-urban agriculture in West Africa: « Characteristics, Challenges and need for action ». In Agriculture urbaine en Afrique de l'Ouest: une contribution à la sécurité alimentaire et l'assainissement.
- [4] FOND DES NATIONS UNIES POUR LA POPULATION (FNUAP), 2004. Etat de la population mondiale 2004. Le consensus du Caire, dix ans après: la population, la santé en matière de reproduction et l'effort mondial pour éliminer la pauvreté. <http://www.unfpa.org/swp/2004/francais/chl/> consulté le 30 Décembre 2019.

- [5] FOND DES NATIONS UNIES POUR LA POPULATION (FNUAP), 2007. État de la population mondiale 2007: libérer le potentiel de la croissance urbaine. <http://www.unfpa.org/publications/detail.cfm?ID=334&filterListType=> consulté le 20 Décembre 2019.
- [6] Thiombiano, B., 2008. Analyse de la contribution des cultures de saison sèche à la lutte contre la pauvreté au Burkina. Mémoire de fin de cycle, inédit en développement rural, Institut du Développement Rural (IDR), Burkina Faso, 72 p.
- [7] FIDA, 2001. Evaluation de la pauvreté rurale en Afrique de l'Ouest et du Centre. Rapport d'études du Fonds International de Développement Agricole, Rome, 113 p.
- [8] Alissou, A.E., 2011. Analyse des pratiques culturales maraîchères dans les bas-fonds rizicoles d'Agbédranfo-Vovokanmey (Couffo) et de Houinga (Mono) au Sud-Bénin, et effet de l'azote sur la croissance et la production du crincri (Corchorusolitorius L.). Thèse de doctorat en Sciences et Technique de Production Végétale, Université d'Abomey-Calavi (Benin), Benin, 128 p.
- [9] Houenou, A.C.E., 2019. Etude de l'efficacité des Bokashis, du compost et de la solution de biopesticide promus par le centre Songhai pour améliorer la production de la laitue et de l'amarante au Sud du Bénin. Mémoire de Master de spécialisation en production intégrée et préservation des ressources naturelles en milieu urbain et péri-urbain, Université de Liège, Belgique, 103 p.
- [10] INS (Institut National de la Statistique), 2008. Analyse globale de la sécurité alimentaire et de la vulnérabilité (CFSVA) en République Démocratique du Congo, Kinshasa, 85 p.
- [11] Mondedji A.D., Nyamador W.S., Amevoin K., Adeoti R., Abbeviabbe G., Koffiviketoh G. et Glitho I.A., 2015. Analyse de quelques aspects du système de production légumière et perception des producteurs sur l'utilisation d'extraits botaniques dans la gestion des insectes ravageurs des cultures maraîchères au Sud du Togo. In Int. J. Biol. Chem. Sci. 9 (1): 98-107.
- [12] Noubissie, E., 2015. Spéciation des composés organométalliques (Hg, Sn, Pb) dans les sols des cultures maraîchères et dans trois espèces de plantes cultivées à Ngaoundéré (Cameroun). Thèse de doctorat, Université de Pau et des Pays de l'Adour, France, 255 p.
- [13] Bognini, S., 2009. Impacts des changements climatiques sur les cultures maraîchères au Nord du Burkina-Faso: cas d'Ouahigouya. Mémoire de Maîtrise, Université de Ouagadougou, 38 p.
- [14] Tshomba K.J., Nyembo M. L., Ntumba N.F., Mushagalusa B.A., Muyambo M. E., and Nkulu M.F.J., 2015. Le maraîchage et ses fonctions dans le contexte socioéconomique de Lubumbashi en RD Congo. In International Journal of Innovation and Applied Studies, Vol. 11, n° 2, May 2015, pp. 291-302.
- [15] Kambale Ndavaro N., Dramani R., Mulondi K.G., Muhindo Sahani W., Biao S.S.H. & Natta K.A., 2021. Dynamique spatio-temporelle de l'occupation du sol et du couvert forestier dans les Hautes Terres Fraîches de Lubero (R.D. Congo). Geo-Eco-Trop., 2021, 45, 4: 641-658.
- [16] Vyakuno, E., 2006. Pression anthropique et aménagement rationnel des hautes terres de Lubero en RDC. Rapports entre société et milieu physique dans une montagne équatoriale, Tome I et II. Thèse de Doctorat, Université Toulouse 2-Le Mirail, Toulouse, 489 p.
- [17] Kasay, K., 1988. Dynamisme Démon-Géographique et mise en valeur de l'Espace en milieu équatorial d'altitude: Cas du Pays Nande au Kivu Septentrional, Zaïre. Thèse de Doctorat en Géographie. Université de Lubumbashi, Lubumbashi, 404 p.
- [18] Pecrot, A. et Leonard, A., 1960. Carte de sols et de la végétation du Congo Belge et du Ruanda-Urundi. Dorsale du Kivu A, B et C. Notice explicative de la carte des sols et de la végétation. Publications de l'Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo Belge (INEAC), Bruxelles, 124 p.
- [19] Imane, E., 2015. Vers l'intégration de l'approche genre dans la prévention et la gestion de l'insécurité alimentaire. Analyse critique du cadre d'analyse HEA /AEM. Rapports de recherche OXFAM, Avril 2015, 44 p.
- [20] R Core Team, 2021. R: A language and environment for statistical computing. R foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org/>.
- [21] Muzingu N.B., 2010: Les sites maraîchers coopérativisés de Kinshasa en RD Congo. Contraintes environnementales et stratégies des acteurs. (Thèse de doctorat), Louvain-la-Neuve, Université Catholique de Louvain, 180 pages.
- [22] Kasele B.O., Mushagalusa N.G., Mugisho K.C. et Mugoli M.I., 2016. Analyse des déterminants de la sécurité alimentaire des ménages dans le groupement de Cirunga. Résumé du travail, 1 p.
- [23] Bastin S. et Fromageot A., 2007. Le maraîchage: révélateur du dynamisme des.
- [24] campagnes sahélo-soudaniennes. *National Committee of Geography of Belgium*, Société Royale Belge de Géographie, 415-428 p.
- [25] Anonyme, 2013. Les maraîchers urbains de Lubumbashi: artisans de paix, 4 p.
- [26] PAM, 2017. Evaluation approfondie de la sécurité alimentaire en situation d'urgence (EFSA) dans la province du Nord-Kivu en 2016, RD Congo. Données collectées en Novembre-Décembre 2016, 20 p.
- [27] Moustier P. et David O., 2001. Le maraîchage périurbain dans quelques situations en Afrique, Montpellier: CIRAD; FAO, 44 p. (Série Urbanisation, alimentation et filières vivrières, 5), p.11.

Réhabilitation des routes de desserte agricole pour le développement durable de la république démocratique du Congo: Cas de territoire de Tshela

[Rehabilitation of agricultural feeder roads for the sustainable development of the Democratic Republic of Congo: Case of Tshela territory]

Mavambu Makanzu Hugo¹, Fuani Ndembe Jean², and Bola Tati Serge³

¹ISEA, Tshela, RD Congo

²Ministère de l'Agriculture Territoire de Tshela, RD Congo

³ISTM, Tshela, 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 rehabilitation of agricultural feeder roads for the sustainable development of the Democratic Republic of Congo, the case of Tshela Territory, is the overall objective pursued in this study. The agricultural service roads to be rehabilitated were estimated at 635 km, divided into sections (axis) in the 8 sectors of Tshela Territory. In 2008 out of 100.857 km rehabilitated, the Kimbenza – Seke Banza section covered a distance of 45 km or 44.6%. On the other hand, the least rehabilitated is that of Tshela in Maduda with 25.857 km or 25.6%. In 2017, the Tsanga North to Ndalù axis With 39.358 km or 27.6% out of a total of 142.115 km, was the longest distance. While, that of Loango in Dizi North with 20.21 km or 14.2% of a total rehabilitated distance. The problem of rehabilitating agricultural feeder roads still persists due to poor road maintenance, which negatively impacts the economy of Tshela Territory.

KEYWORDS: Rehabilitation, Road, Service, Agricultural, Development, Sustainable.

RESUME: La réhabilitation des routes de desserte agricole pour le développement durable de la République Démocratique du Congo, cas de Territoire de Tshela, est l'objectif global poursuivi dans cette étude.

Les routes de desserte agricole à réhabiliter étaient évaluées à 635 Km, réparties en tronçons (axe) dans les 8 secteurs de Territoire de Tshela.

En 2008 sur 100,857 Km réhabilités, le tronçon Kimbenza – Seke Banza a pris une distance de 45 Km soit 44, 6%. Par contre, le moins réhabilité celui de Tshela à Maduda avec 25, 857 Km soit 25,6%.

En 2017, l'axe Tsanga Nord à Ndalù Avec 39, 358 Km soit 27, 6% sur un total de 142, 115 Km, était la distance la plus longue.

Tandis que, celui de Loango à Dizi Nord avec 20,21 km soit 14,2% sur un total de distance réhabilité.

Le problème sur la réhabilitation des routes de dessertes agricoles persiste encore à cause de faible entretien des routes, qui impacte négativement l'économie du Territoire de Tshela.

MOTS-CLEFS: Réhabilitation, Route, Desserte, Agricole, Développement, Durable.

1 INTRODUCTION

La route joue un rôle important dans le développement économique d'un pays. Les pays européens, les USA, les émergents (Singapour, Brésil, Inde, Afrique du Sud, Ile Maurice, etc ...) ont mis un accent particulier sur le développement de leur réseau routier. ^(1, 2, 4)

Le route comme secteur porteur de croissance économique agit efficacement sur le secteur agricole, des échanges et celui de l'industrie manufacturière en permettant l'acheminement de l'impact agricole vers les zones agricoles, l'évacuation de l'imput des zones productrices vers les centres de consommation, en favorisant l'épanouissement des uns et des autres sur une voie de développement durable. ^(5,10)

En outre, la route permet le développement des échanges commerciaux et la réduction des coûts de transport.

Au niveau rural, les routes permettent de désenclaver les zones de production en améliorant l'écoulement des marchandises vers les villes réduisant ainsi les coûts de transport, améliore l'accessibilité aux services de base (services de santé, les écoles) et l'accès aux marchés des produits agricoles.

Un réseau routier bien construit et bien entretenu est essentiel à la croissance économique et à la lutte contre la pauvreté dans les pays en développement.

En République Démocratique du Congo, la réalité prouve le contraire car le réseau routier congolais accuse une incapacité qui ne lui permet pas de jouer convenablement son rôle. ^(6,11)

En réalité, les routes en RDC ne constituent pas un réseau effectif, car elles ne sont pas interconnectées, ce qui ne leur permet pas la liaison de l'arrière-pays considérée comme bassin de production et les villes comme centre de consommation.

Cette situation montre l'absence ou la faible participation du réseau routier dans le processus du développement de notre pays.

Nonobstant la faible production agricole qu'offrent les zones rurales d'arrière-pays les voies de desserte agricole sont à même incapable de permettre l'évacuation de cette production vers les centres de consommation ainsi que des produits finis de villes vers les agriculteurs ruraux. ^(7,8,9)

Cet état de chose montre l'impact jugé négatif du réseau routier congolais, très particulièrement des RIG et des RDA sur, d'une part le secteur agricole et le secteur industriel manufacturière et d'autre part, sur l'économie congolaise en général au moment où plusieurs études empiriques avaient prouvées la sensibilité qu'ont ces deux secteurs de promouvoir le démarrage du processus de croissance économique en RDC.

Notre préoccupation majeure se situe au niveau de la compréhension et de l'analyse de l'état des routes d'intérêt général (RIG) et RDA (Route de Desserte Agricole), considérées comme pièce maîtresse de développement d'un pays.

A Tshela, des projets des routes de desserte agricole souvent conçus et exécutés sans envisager la possibilité de minimiser voire d'annuler les risques d'accidents et catastrophes.

En vue de réduire la pauvreté des populations rurales et urbaines en améliorant les capacités d'évacuations des produits agricoles.

Les routes dessertes agricoles sont des secteurs porteurs de croissance économique en permettant les échanges par l'acheminement de l'imput agricole vers les zones.

2 MÉTHODES

Le territoire de Tshela est situé à l'Ouest de la République Démocratique du Congo, plus précisément au Sud- Est du Mayombe Congolais (R.D.C.), dans la Province du Kongo Central. Le Territoire de Tshela est limité: au Nord par le fleuve Tshiloango avec la Province Angolaise de Cabinda et la République du Congo Brazza; à l'Est par le Territoire de Seke - Banza; au Sud par le Territoire de Lukula et à l'Ouest par la Province Angolaise de Cabinda. Elle occupe d'une superficie de **380.825.87 ha**. Avec 8 secteurs (Maduda, Nzobe-luzi, Nganda- Tsundi, Mbanga Tshela, Bula-naku, Loango, Lubuzi plus la cité de Tshela, cet entité territoriale est enclavé.

Il a été créé, conformément à l'ordonnance n°21/430 du 23 Octobre 1937 modifiée par celle n° 21/384 du 10 Décembre 1953.

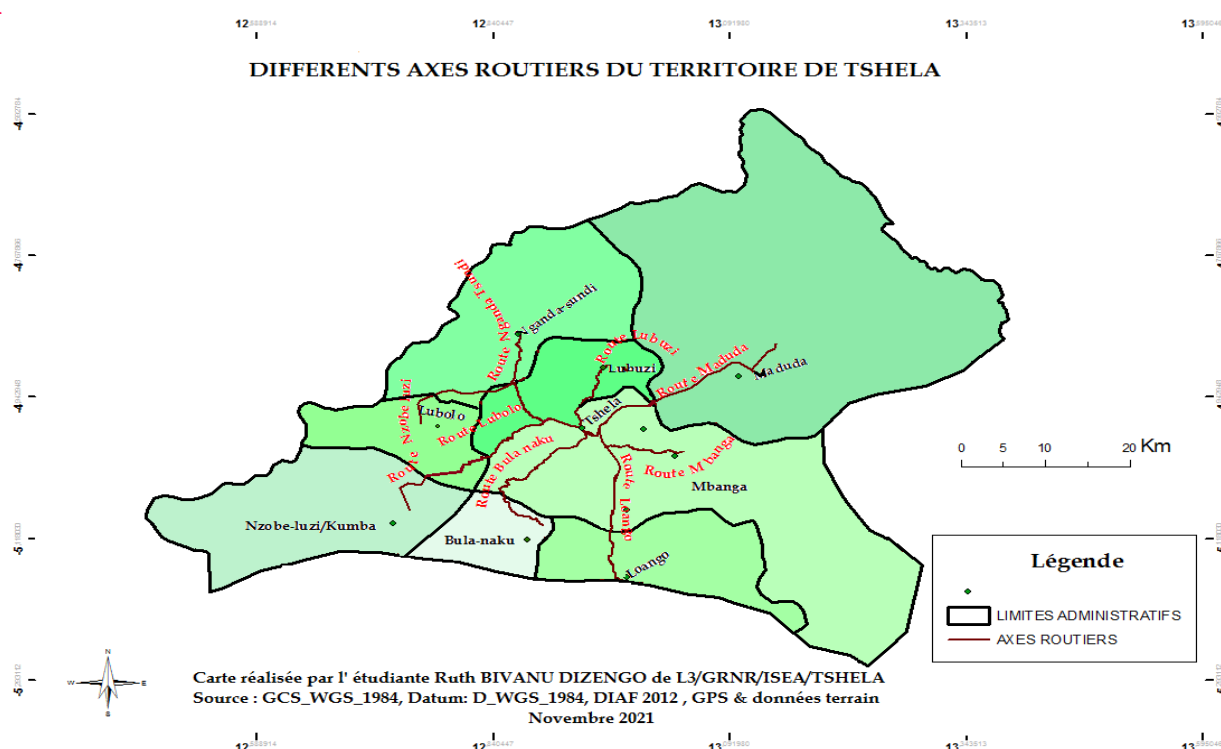


Fig. 1. Localisation des différents axes routiers connectés entre secteurs dans le territoire de Tshela

Cette figure indique que les routes de dessertes agricoles ne parviennent pas à relier les différents coins et certains marchés du Territoire. Les commerçants et les transporteurs hésitent de déplacer leurs véhicules pour se procurer des produits agricoles, craignant les accidents de circulation et de pertes de biens et matériels.

La méthode utilisée dans cette recherche est une étude retro – prospective à viser documentaire partant des méthodes structuro – fonctionnalistes qui nous ont permis de dégager les réalités sociales de terrain et identifier les fonctions correspondantes aux différents facteurs constitutifs du développement durable de la population.

La technique de la recherche documentaire nous a aidés à mettre un accent particulier sur les différents points développés lors de séances de réflexion à savoir:

- L'évaluation de l'impact des routes sur l'environnement « OCDE/Burkina – Faso (AIPCR 1194) »;
- Congrès sur le développement durables (Paris, 2007);
- Route et développement durables (étude des ONGD);
- Réponse de la filière aux questions environnementales et de sécurité (URF, 2004).

En outre, la technique d'interview dirigée nous a permis de réaliser une étude qualitative efficace auprès de différents partenaires impliqués aux enjeux du phénomène.

Une méthode historique nous a permis à ressembler, ordonner et à rassembler les faits en vue de les comprendre et de les expliquer.

Ainsi, elle nous a aidés de retracer les évolutions génétiques de l'objet d'étude.

3 RÉSULTATS ET COMMENTAIRES

Cette étude sur la réhabilitation des routes de desserte agricole pour le développement durable de la République Démocratique du Congo (cas de Territoire de Tshela), dont l'objectif global était de parler de la réhabilitation des routes de desserte agricole pour le développement durable de Territoire de Tshela où les résultats après analyses des données sont repris dans les tableaux ci – dessous:

Tableau 1. Axes routiers à réhabiliter par secteur

N°	SECTEUR	AXES ROUTIERS	Distance en Km
1	BULA NAKU	1. Nganda – Bula (chef – lieu de secteur à Nengo Dizi	± 15 km
		2. Paroisse Dizi à Kulu Singini	± 8 km
		3. Nsioni à Nganda Bula (chef – lieu de secteur de Bula Naku	± 28 km
2	LOANGO	1. Kimbenza à Khesa (pont Lukula)	± 40 km
		2. Km 111 à Khele M’bu	± 22 km
		3. Loango Kheni (chef-lieu du secteur à Loango Bendo	± 25 km
3	LUBUZI	1. Tshela (Kopuay) à Tsundi Ngala – Songo	± 25 km
		2. Lampa – Nkondo Nzeko (Kiloni)	± 18 km
		3. Tshela (chef – lieu du Territoire; section SCAM) à Yema à Ndalù	± 15 km
4	MBANGA	1. Tshela chef – lieu Territoire (arrêt Kinkonzi à Mayunda)	± 22 km
		2. Tshela (District) CFT	± 23 km
		3. Cimetière MAKABA (kinkonzi) à Loango Bendo	± 28 km
5	MADUDA	1. Mbanza Kayi à Kamba	± 12 km
		2. Phalanga à Tsanga Ngoma	± 60 km
		3. Phalanga - Kitsaku à Kiphangala	± 70 km
6	NGANDA – TSUNDI	1. Kisungu – Kikhokolo à Tsuku Luali	± 20 km
		2. Mbuma + Kiphidi à Tsuku Tadi	± 25 km
		3. Tsundi Ngala à Minienzi à Kiphidi	± 22 km
7	NZOBE LUZI	1. Tsanga Nord à Luali (Mayili)	± 75 km
		2. Tsanga Nord à Kuimba	± 15 km
		3. Kiniangi à Khiengi Kuimba	± 17 km
8	LUBOLO	1. Kintundu à Lupandji	± 17 km
		2. Kisama à Mbemba	± 15 km
		3. Nganzi à Niali	± 18 km
Total			635 Km

Il ressort de ce tableau que l’ensemble des routes à réhabiliter remonte à un total de 635 km. Le secteur de Maduda représente plus de km de routes à réhabiliter avec 142 km soit 22, 3%. Par contre, celui de Lubolo est le moins représenté avec 50 km de routes à réhabiliter soit 7,8%.

Cette suprématie élevée en distance kilométrique à réhabiliter observée dans le secteur de Maduda peut se justifier par le fait que ce dernier est l’unique secteur de Territoire de Tshela qui a une grande importance économique car hormis la production des huiles de palme, il met à la merci des consommateurs diversifiés les produits agricoles suivants: l’oignon, les arachides et les manioc.

Mais la faible distance kilométrique de secteur de Lubolo constaté pourrait se justifier par le fait que ce dernier n’a pas une grande importance économique dans le Territoire de Tshela par rapport à d’autres secteurs, car ne produisant que les huiles de palme et les bananes produits communs à tous les secteurs dudit Territoire.

Tableau 2. Types de ponts

N°	Types de ponts	Nombre	%
1	Ponts construit en matériaux durables	11	68,8
2	Ponts bûlés	2	12,5
3	Ponts dalots	3	18,7
Total		16	100

Il ressort de ce tableau que la majorité de ponts sont construits en matériaux durables avec 11 soit 68,8% sur un total de 16. Par contre, les ponts bûlés ont été les moins représentés avec 2 cas soit 12,5% sur un total de 16.

Le nombre élevé de ponts construits en matériaux durables pourrait se justifier par le fait de leur endurance soit longévité par rapport supérieur à celle de ponts bûlés.

Tableau 3. Routes réhabilitées en 2008

N°	Tronçon	Distance en km
1	Tshela – Tsanga Nord	30 km
2	Kimbenza – Seke Banza	45 km
3	Tshela – Maduda	25,857 km
Total		100,857 km

Ce tableau montre que sur les routes réhabilitées en 2008, le tronçon le plus réhabilité est celui de Kimbenza – Seke Banza avec une distance de 45 km soit 44,6%. Par contre, le moins réhabilité est celui de Tshela centre à Maduda avec 25,857 km soit 25,6%.

Cette grande importance accordée au tronçon Kimbenza – Seke Banza peut se justifier du fait que cette voie relie le Territoire de Tshela à celui de Seke – Banza.

Tableau 4. Routes réhabilitées en 2017

N°	Tronçon	Distance en km
1	Tshela – Maduda	25,857 km
2	Ntombo Yanga – Nganda Tsundi	25,341 km
3	Tsanga Nord – Ndalou	39,358 km
4	Tshela – Tsanga Nord	31,35 km
5	Loango Dizi Nord	20,21 km
Total		142,115 km

Ce tableau indique sur les routes réhabilitées en 2017, un total de 142,115 km des routes réhabilitées en 2017, le tronçon le plus long réhabilité est celui de Tsanga Nord à Ndalou avec 39,358 km, soit 27,6%. Par contre, le moins réhabilité est celui de Loango à Dizi Nord ayant 20,21 km, soit 14,2%.

Cet intérêt accordé au tronçon Tsanga Nord à Ndalou pourrait se justifier par le fait que ce tronçon est constitué de deux axes routiers reliant deux centres d'importance économique capitale, Tsanga Nord et Nganda Tsundi qui ravitaillent l'Ex – Cité de Tshela en produits agricoles de première nécessité.

4 CONCLUSION

Cette étude a été réalisée en vue de la réhabilitation des routes de desserte agricole pour le développement durable de la République Démocratique du Congo, cas de Territoire de Tshela.

La route joue un rôle important dans les pays Européens, les USA, les émergents (Singapour, Brésil, Inde, Afrique du Sud, Ile Maurice, etc ...) ont mis un accent particulier sur le développement de leur réseau routier.

Après notre étude, nous avons constaté que la plupart de tronçons des routes de desserte agricole ne sont pas réhabilités car sur 635 km des axes routiers à réhabiliter dans l'ensemble du Territoire, 242,972 km réhabilités soit 38,2% en 2008 et 2017.

Ainsi, cette faible réhabilitation des routes de desserte agricole dans le Territoire de Tshela est un frein pour le développement économique dudit Territoire. Et nous avons pu constater que les routes ne constituent pas un réseau dans ledit Territoire.

REFERENCES

- [1] AITEC 2008, Action internationale des collectivités locales et développement économique.
- [2] André P Délisie C. et Revert JP (2003); Evaluation des impacts sur l'Environnement des impacts sur l'environnement: processus, acteurs et pratiques pour un développement durable, Editions de l'école polytechnique de Montréal; 519p.
- [3] BONFLIGLIOLI Angelo (2003). Pouvoir des pauvres: la gouvernance locale pour la réduction de la pauvreté, FENU, New York.
- [4] FIDA (2001). Evaluation de la pauvreté rurale, pp 45-48.
- [5] Hertig J.A (1999); Etude d'impact sur l'environnement, traité de génie civil, presse polytechnique et universitaire Romandes, vol3, Lausanne, 453p.
- [6] Jean-Luc FICHET et Stéphane MAZARS (2013), les collectivités territoriales et le développement économique: vers une nouvelle étape?
- [7] Leduc G.A et Raymond M.A (2000); l'évaluation des impacts environnementaux, un outil d'aide à la décision, Multisondes, Québec, 403p.
- [8] Mananga B. Y'ami (2013). Bas-Congo, l'ombre de la prospérité. Essai sur les enjeux et les défis d'une province, IFEP, Kinshasa.
- [9] Mercier J.R et Bekhechi M.A (2003) l'évaluation environnemental un outil majeur du développement durable-Scramos, vol 5, P 102-139.
- [10] OCDE (1997); développement durable, stratégies de l'OCDE pour le XXIème siècle, OCDE, Paris, 202 P.
- [11] PNUD (2009). Province du Bas-Congo, pauvreté et conditions de vie des ménages, PNUD, mars.

Evaluation de la qualité microbiologique des produits agroalimentaires vendus sur les marchés de Kinshasa: Cas de viande fraîche et poissons frais vendus au marché de liberté et Rond-point Ngaba (République Démocratique du Congo)

[Evaluation of the microbiological quality of agri-food products sold on the markets of Kinshasa: Case of fresh meat and fresh fish sold at the liberté market and Ngaba roundabout (Democratic Republic of Congo)]

Matafwari Luwawa Zephirin, Biey Makaly, Kayembe Sungula, and Gizanga Valu

Département des sciences de l'environnement, Facultés des sciences et Technologies, Université 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: Fresh meat and fresh fish badly affected, constitute an excellent medium of culture, a ground favorable to the propagation and the multiplication of a multitude of microbial contaminations. They are considered as vehicles of many diseases in humans.

Our study aimed to assess the microbiological quality of fresh meat and fresh fish placed on the KINSHASA markets, during the period from July 9, 2019 to December 2020, i.e. eighteen months.

After prospective investigation and bacteriological analysis, the results showed that the fresh meat and fresh fish sold in our markets were really contaminated. The presumptive test revealed 56.6% positive samples out of the hundred percent of samples, including 43.3% total coliforms and 13.3% faecal coliforms.

After culture, the results obtained indicate the presence of germs indicating hygienic quality, *Pseudomonas* (9.80%), *Proteus vulgaris* (13.7%), *Streptococci* (15.7%), and toxigenic germs (33, 3%). Which, *Staphylococcus aureus* (7.8%), salmonella (11.8%) and *Escherichia coli* (13.7%). Among the microbial germs found in fresh meat and fresh fish,

the most soiled in microorganisms is fresh fish (21.1%), followed by pork (20%), and the least contaminated, beef (15.5%).

The NGABA roundabout market awoke more contaminated products (32.2%), compared to the freedom market 24.4%.

In terms of the relationship between microbial germs and sales environments, we found a statistically significant relationship of coliforms ($p=0.007$) and sales next to garbage (waste), wooden tables ($p=0.042$), for however, no statistically significant relationship was found between germs and exposure of meat and fish to unwashed knives ($p=0.313$), sellers' clothes ($p=0.884$), dust and flies ($p=0.097$) at the same market. On the other hand, a statistically significant relationship was observed between microbial germs (coliforms) ($p=0.003$) and sale in the presence of flies ($p=0.044$), but no statistically significant relationship was found between germs and sale alongside garbage ($p=0.683$), unwashed knives ($p=1.000$), wooden tables ($p=0.695$), clothes sold ($p=1.000$) and dust ($p=0.945$).

KEYWORDS: Microbiological quality, Food products, Meat, fish, risks.

RESUME: La viande fraîche et les poissons frais mal concerné, constitue un excellent milieu de culture, un terrain favorable à la propagation et à la multiplication d'une multitude de contaminations microbiennes. Elles sont considérées comme véhicules de nombreuses maladies chez les humains.

Notre étude avait comme objectif d'évaluer la qualité microbiologique de viandes fraîches et poissons frais mise sur les marchés de KINSHASA, durant la période allant du 9 juillet 2019 au mois décembre 2020, soit dix-huit mois.

Après enquête prospective, et analyse bactériologique, les résultats ont montrés que les viandes fraîches et poissons frais vendus dans nos marchés ont été réellement contaminés. Le test de présomption a révélé 56,6% des échantillons positifs sur le cent pour cent des échantillons, dont 43,3% des coliformes totaux et 13,3% coliformes fécaux.

Après culture, les résultats obtenus, indique la présence des germes indicateurs de la qualité hygiénique, *Pseudomonas* (9,80%), *Proteus vulgaris* (13,7%), *Streptocoques* (15,7%), et des germes toxigène (33,3%). Lesquels, *Staphylocoque aureus* (7,8%), *salmonelle* (11,8%) et *l'Escherichia coli* (13,7%). Parmi les germes microbiens trouvés dans les viandes fraîches et poissons frais,.

le plus souillés en microorganismes est les poissons frais (21,1%), suivi de viande de porc (20%), et le moins contaminés, la viande bovine (15,5%).

Le marché de rond-point NGABA a réveillé plus de produits contaminés (32,2%), par rapport au marché de liberté 24,4%.

En termes de relation entre les germes microbiennes et les milieux de vente, nous avons constaté une relation statistiquement significative des coliformes ($p=0,007$) et la vente à côté des immondices (déchets), les table en bois ($p=0,042$), par contre aucune relation statistiquement significative n'a été trouvé entre les germes et l'exposition des viandes et poissons sur les couteaux non lavés ($p=0,313$), tenues des vendeurs ($p=0,884$), des poussières et mouches ($p=0,097$) au même Marché. En revanche, il a été observé une relation statistiquement significative entre les germes microbiennes (coliformes) ($p=0,003$) et la vente en présence des mouches ($p=0,044$), mais aucune relation statistiquement significative n'a été trouvé entre les germes et la vente à côté des immondices ($p=0,683$), les couteaux non lavés ($p=1,000$), les table en bois ($p=0,695$), tenues des vendues ($p=1,000$) et les poussières ($p=0,945$).

MOTS-CLEFS: Qualité microbiologique, Produits agroalimentaire, Viandes, poisson, risques.

1 INTRODUCTION

Les viandes et les poissons représentent une part importante des besoins nutritionnelle de l'homme. Ils désignent l'ensemble des matières alimentaires que l'homme obtient par la mise à mort des mammifères domestique /sauvage réputés comestibles (CHOUGUI NADIA, 2015). Ces produits sont l'un des aliments les plus anciens, et l'un des plus répandus aujourd'hui sur la planète. Elles sont loin d'être stériles, certaines quantités de germes s'y trouve et reste souvent non nocive, mais quand, il dépasse le seuil toléré, l'aliment devient insalubre à la consommation (BOURLIOUX P., 2000). Les microorganismes responsables de l'altération et d'intoxication se développent facilement dans les aliments frais non acides comme la viande, le poisson, (NDIAYE, 2002). La viande fraîche et poisson frais mal concerné, constitue un excellent milieu de culture, un terrain favorable à la propagation et à la multiplication d'une multitude de contaminations microbiennes. Dans le cas d'une charge microbienne importante, cela peut engendrer des problèmes sanitaires graves et constituent une menace pour la santé, met en péril tout un chacun. Dans le cas échéant, elles doivent recevoir les mêmes attention et précautions pour les divers traitements (DENAI N., 2001).

En République Démocratique du Congo en générale, et à KINSHASA en particulier, l'absence des services d'hygiène et d'inspection sur l'abattage des animaux par les petits commerçants dans des lieux publics, met en doute la qualité de celle-ci au risque de contamination (BOURLIOUX P., 2008). Les risques de contamination constituée par les agents biologiques pathogènes ou opportunistes potentiellement présents sur les viandes et poissons à un impact négative sur la santé de l'homme. Les maladies d'origine alimentaire constituent une charge supplémentaire chez les vulnérables, avec perte économique considérable: Les couts associés aux traitements, à l'hospitalisation et à la mortalité. Le contrôle de qualité microbiologique des viandes méritent une attention particulière d'autant plus que les viandes contaminés est un problème de santé publique. (CATHERINE MAGRAS, 2009).

Au regard de ce qui précède, nous nous somme posé la question de savoir si les viandes fraîches et les poissons frais vendus dans nos marchés sont-ils exemptés des germes microbiennes? Reliant l'environnement de vente et ces viandes, peut-il y avoir une différence significative entre les microorganismes et les différents matériel utilisé lors d'abattage ou de vente?

Cette étude a pour objectif principale, d'évaluer la qualité microbiologique des viandes fraîches et poissons frais vendu sur nos marchés et de fournir les données épidémiologiques les plus pertinentes pour lancer un programme de lutte. Il s'agit plus particulièrement de comparer la prévalence des microorganismes pathogènes dans les viandes et poissons ayant un contact direct ou indirect avec l'environnement de vente.

MILIEU

La ville de Kinshasa s'étend sur 9.965 km². Elle est à l'Ouest du pays entre 3,9 et 5,10° de latitude Sud et entre 15,2 et 16,6° de longitude Est. Elle est limitée au Nord-Est par la province MAYINDOMBE ET KWANGO;

Au Sud par celle du Congo centrale,

Au Nord-Ouest et à l'Ouest par la République du Congo (Brazzaville), sur une frontière naturelle formée par une partie du Fleuve Congo.

La Ville de Kinshasa est reliée directement aux Provinces KWANGO-KWILU et Congo centrale par route et avec les autres Provinces par eau et air. Le Fleuve Congo avec ses affluents baigne aussi la Ville de Kinshasa. Il constitue la toile de fond du réseau national de transport intégré, eau, route, et complété par la voie aérienne qui met en liaison cette Ville avec toutes les autres provinces du pays.

On parle parfois de la Ville Province de Kinshasa parce que Kinshasa est non seulement la capitale et une ville, mais aussi une province constituée de 24 communes urbanisées et 6 communes rurales (Saint Moulin et KALOMBO, 2005). Les enquêtes ont été réalisées à KINSHASA, précisément aux marchés de liberté située dans la commune de MASINA et le marché de Rond-point NGABA dans la commune du même nom. Les choix des deux marchés étaient basés sur les conditions environnementales insalubres, avec la présence des mouches, des poussières et du matériel non désinfectés à laquelle la vente s'effectue.

2 MATERIEL ET METHODES

Nous avons utilisés la méthode prospective, en projetant des descentes sur terrains pour récoltés des données et prélevés les échantillons qui nous ont servis d'analyse microbiologique au laboratoire de bactériologie. Cette enquête était en deux étapes, la pré-enquête, et enquête effective. La Pré-enquête a été servie pour nous rassurer de l'effectivité de la vente de viande fraîche de porc, de bovine de de poissons dans les marchés ciblés. Elle a été suivie de la prise de contact avec les vendeurs et tenir compte de l'environnement de vente, en observant la présence des facteurs qui pourraient influencer la contamination des viandes. Il s'agit: la présence des immondices, exposition (sur la table en bois, les sols, les vieux sacs ou des bâches), le manipulateurs (tenu: propre ou sales), la présence des mouches et des poussières. L'enquête effective: a fait appel à la technique d'entretien (des interrogations sur une enquête préétablis). Hormis ces interrogations, nous avons ensuite séance tenante achetés les viandes de porc, bovine et poissons. Les résultats sont présentés sous formes des tableaux et figures.

2.1 PÉRIODE D'ÉTUDE

L'évaluation de la qualité microbiologique des viandes et poissons vendu à KINSHASA a été réalisé de la période allant de mois de septembre 2019 au décembre 2020, soit 15 mois et un total de 15 descentes sur terrain ont eus lieu pendant cette étude en raison de trois échantillons par descente à cause de la rareté de viande bovine.

2.2 MATÉRIEL DE PRÉLÈVEMENT

Le matériel utilisé pour le prélèvement comprenait, les papiers en aluminium stérile pour mettre les échantillons et le coffre isotherme ou glacière pour éviter l'altération des viandes. Les échantillons étaient prélevés aseptiquement sur un papier aluminium stérile et acheminé au laboratoire dans le bag isotherme à la température variant de 2 à 8°C pour réaliser le dénombrement de coliformes totaux et fécaux, ainsi identifiés les différents espèces de coliformes totaux. Le matériel et équipement utilisés pour ces analyses sont standards et conformes à la norme NF ISO 7218: 1996 relatif aux règles générales pour les examens.

Le prélèvement s'est réalisé aseptiquement dans le souci de n'est pas modifié la microflore présent dans les échantillons et d'avoir un prélèvement représentatif.

Le prélèvement se réalisait le plus souvent la matinée au moment où les vendeurs de viandes locales abattaient (vache, porc,) et le poisson étalé provenant directement du fleuve.

2.3 MÉTHODE D'ÉCHANTILLONNAGE

Au total 90 échantillons ont été prélevés dont 45 échantillons par marché, avec modalité de 15 échantillons a été prélevé sur les trois espèces choisies.

2.3.1 TECHNIQUES D'ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

Les échantillons ont été analysés selon les procédures officielles (normes ISO sur les principes d'hygiène alimentaires). Les micro-organismes dénombrés et identifiés étaient essentiellement:

2.3.2 PRÉPARATION DE LA SUSPENSION MÈRE ET DE LA DILUTION DÉCIMALE

La préparation de la suspension mère (SM) et des dilutions décimales (DD) est réalisée selon les directives de la norme NF V 08-010 relatives à la préparation des dilutions en vue de l'examen microbiologique.

2.3.3 DILUTIONS DÉCIMALES

Une dilution des produits à étudier précède obligatoirement toute étude quantitative: On établit en général une gamme de dilution en progression géométrique de raison -10, soit 1/10, 1/100, 1/1000, 1/10.000, ...

Au moment de l'ensemencement, des dilutions décimales (10⁻¹ à 10⁻⁵) à partir de la SM ont été réalisées en fonction de l'espèce microbiologique recherchée et de la richesse présumée du produit en germes microbiens.

Les dilutions ont été effectuées dans des tubes contenant au préalable 9ml d'eau peptone ou bouillon nutritif. Chaque tube est vigoureusement agité à l'aide d'un vortex pour favoriser la répartition des germes en suspension.

2.3.3.1 TEST DE PRÉSUMPTION POUR LES COLIFORMES TOTAUX

Les coliformes totaux, ont été dénombrés sur milieu de bouillon lactose, et incubation à 37°C pendant 24 heures. Par contre les coliformes fécaux (C.F.), a été recherché en culture sur le milieu de bile esculine en incubation à 44°C pendant 18h à 24 heures.

Milieu de culture: Bouillon lactosé ou bouillon nutritif

Principe: Les prises d'essai de l'échantillon est incorporées dans le milieu de culture liquide pour permettre la croissance d'un micro-organisme. La croissance se traduit par l'apparition de trouble du milieu.

Technique: Réalisation de la dilution de facteur 10. Prendre une série de 5 tubes numéroté 1, 2, 3, 4, 5, contenant 9ml de milieu de culture.

- Homogénéiser la suspension microbienne à prélever (agitation par mouvement circulaire pendant quelque secondes).
- Ouvrir et flamber le tube.
- Ouvrir le tube contenant 9 ml de diluant, flamber l'ouverture;
- Au tube 1, ajouter 1 ml de l'échantillon d'enrichissement d'une manière stérile et mélanger soigneusement.
- Prélever 1 ml dans le tube 1 et le transférer dans le tube 2, mélanger.
- Prélever 1 ml dans le tube 2, et le transférer dans le tube 3, et mélanger.
- Prélever 1 ml dans le tube 3 et le transférer dans le tube 4, et mélanger.
- Prélever 1 ml dans le tube 4, et le jeter.

Les dilutions ainsi obtenus sont incubée à 37°C pendant 24 heures.

Interprétation des résultats: La croissance de germes se caractérise par l'apparition du trouble dans le milieu.

Tableau 1. Interprétation des résultats du test de présomption

N°	T1	T2	T3	T4	Nombre des bactéries par ml d'échantillon
1	-	-	-	-	Echantillon négatif (absence des bactéries)
2	+	-	-	-	10 bactéries /ml d'échantillon
3	+	+	-	-	100 bactéries /ml d'échantillon
4	+	+	+	-	1000 bactéries /ml d'échantillon
5	+	+	+	+	10.000 bactéries /ml d'échantillon

2.3.3.2 RECHERCHES DES GERMES INDICATEURS DE LA QUALITÉ HYGIÉNIQUE

La recherche des germes pathogènes et toxinogènes à lieu après enrichissement. Elle est basée sur l'emploi des milieux sélectifs solide et accompagnée souvent d'une identification ou confirmation de la souche.

PRINCIPE DE NUMÉRATION:

Chaque bactérie vivant introduit dans la masse d'un milieu gélosé favorable donne en principe naissance à une colonie repérable à l'œil nu. En conséquence si un produit ou sa dilution estensemencé dans un milieu gélosé le nombre des colonies qui se sont développées correspond au nombre des bactéries présentes dans le volume considéré ou plus précisément aux unités formant colonie (UFC).

ENSEMENCEMENT:

- Prélever à l'aide de la pipette stérile 1 ml de la dilution la plus grande (ou 1/1000).
- Introduire dans une boîte de pétri contenant le milieu de culture.
- Mélanger et tapoter de manière que tout le milieu soit imbibé de la dilution.
- Aspirer à l'aide de pipette si le liquide flotte encore à la surface de milieu gélosé.
- Incuber à l'étuve à la température de 37°C pour les germes indicateurs de qualité hygiénique et à 44°C pour la recherche des coliformes fécaux.

INTERPRÉTATION:

Après le temps d'incubation exigé, sortir les boîtes de pétri de l'incubateur (étuve), observer soit à la loupe, s'il y a présence des colonies.

2.3.3.3 IDENTIFICATION DES COLIFORMES:

L'identification des bactéries s'effectue en utilisant la méthode de la galerie de LEMINOR. Après la lecture de milieu d'isolement après 24 heures, les milieux contenant des colonies poussées, nous permet de poursuivre l'identification des germes.

REPIQUAGE:

Les colonies poussées sur gélose MacConkey, probablement colonies lactose positif sont repiquées sur les milieux KLIGLER, citrate de Simmons et MIU, puis incubés à 37°C pendant 24 heures. Les colonies poussées sur MSA, ont permis de réaliser le test de staphylocoagulase afin d'identifier l'indicateur de toxi-infection alimentaire.

LECTURE ET INTERPRÉTATION:

Milieu de Kligler: Ce milieu de culture est préparé en tube, coulé en culot et en pente, composé de deux sucres, le glucose dans le culot et le lactose en pente, on recherche également le gaz et le sulfure d'hydrogène (H₂S). Ce milieu donne le résultat suivant:

- Fermentation du glucose se manifeste par le virage du milieu en jaune dans le culot.
- Fermentation de lactose sur la pente.
- Production de sulfure d'hydrogène (H₂S). Elle se manifeste par le noircissement du milieu.
- Production de gaz, apparition de bille d'air.
- Production de pigment. La plupart des bacilles pyocyaniques (*Pseudomonas aeruginosa*) présentent sur la portion inclinée un développement pigmenté en violet foncé, à reflet nacré.
- Odeur particulière surtout *Proteus* et *Providencia*, mais aussi *Salmonella*, *Shigella*, *Citrobacter* et *Pseudomonas*.
- Présence ou absence d'envahissement ou « swarming », formation d'un film qui envahit toute la surface de la pente, propre à certains *Proteus*.
- Brunissement de la pente, typique pour *Providencia*, *Proteus morganii*.

CITRATE DE SIMMONS:

Milieu préparé en tube, composé d'un seul sucre le citrate et coulé en pente. Le développement s'accompagne par le fait de virer l'indicateur (bleu de bromothymol) au bleu. Le milieu non ensemencé est vert.

SIM ou M.I.U.:

Milieu préparé en tube à essai et coulé en culot. Dans ce milieu, on recherche la mobilité de germe, la production de sulfure d'hydrogène et la formation de l'indole.

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 RESULTATS D'ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

3.1.1 DENOMBREMENT (TEST DE PRESOMPTION)

Tableau 2. Résultat globale de la contamination des produits en coliformes fécaux et coliformes totaux

N°	Germes dénombrés	effectif	%
01	Coliformes totaux	39	43,3
02	Coliformes fécaux	12	13,3
	Total (N=90)	51	56,6

43,3% de la contamination en coliformes totaux et 13,3% en coliformes fécaux.

Tableau 3. Résultats globaux de viandes fraîches et poissons frais contaminés

Produits analysés	Site de prélèvement					
	Marché de liberté		Marché de Rond-point NGABA		total	%
	effectif	%	effectif	%		
Viande bovine	6	6,6	8	8,9	14	15,5
Viande de porc	8	8,9	10	11,1	18	20
poissons	8	8,9	11	12,2	19	21,1
Total (N=90)	22	24,4	29	32,2	51	56,6

Les poissons a été majoritaire en contamination (21,1%), suivi de la viande de porc (20%) et la viande bovine (15,5%).

Tableau 4. Fréquence des coliformes totaux dans les produits analysés sur les deux sites de prélèvements

Marché de liberté								
Coliformes totaux	Viande bovine		Viande de porc		Poisson		Total	%
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%		
Présence	5	11,1	6	13,3	7	15,6	18	40
Absence	10	22,2	9	20	8	17,8	27	60
Total (N=45)	15	33,5	15	33,3	15	33,3	45	100
Marché de Rond-point NGABA								
Coliformes totaux	Viande bovine		Viande de porc		Poisson		Total	%
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%		
Présence	7	15,6	8	17,8	6	13,3	21	46,7
Absence	8	17,7	7	15,6	9	20	24	53,3
Total (N=45)	15	33,3	15	33,4	15	33,3	45	100,0

Les coliformes totaux représentent 46,7% au marché de NGABA et 40% au marché de liberté.

Tableau 5. Présence des coliformes fécaux dans les produits analysés

Marché de NGABA								
Coliformes fécaux	Viande bovine		Viande de porc		Poissons		Total	%
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%		
Présence	1	2,2	2	4,4	5	11,1	8	17,8
Absence	14	31,1	13	28,9	10	22,2	37	82,2
Total (N=45)	15	33,3	15	33,3	15	33,3	45	100,0
Marché de liberté								
Coliformes fécaux	Viande bovine		Viande de porc		Poissons		Total	%
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%		
Présence	1	2,2	2	4,4	1	2,2	4	8,9
Absence	14	31,1	13	28,9	14	31,1	41	91,1
Total (N=45)	15	33,3	15	33,3	15	33,3	45	100,0

17,8% des coliformes fécaux au marché de rond-ngaba et 8,9% au marché de liberté.

Tableau 6. Charge bactérienne en coliformes totaux dans les échantillons de viandes et poissons dénombré prélevé dans les deux marchés

Marché de liberté				Marché de RP NGABA			
N°	Viande bovine	Fréquence=5	%	N°	Viande bovine	Fréquence=7	%=100
1	10 ²	1	20	1	10 ²	2	28,6
2	10 ³	3	60	2	10 ³	3	4,8
3	10 ⁴	1	20	3	10 ⁴	2	28,6
	Viande de porc	Fréquence=6	100		Viande de porc	Fréquence=8	100
1	10 ²	1	16,7	1	10 ²	4	50
2	10 ³	3	50	2	10 ³	3	37,5
3	10 ⁴	2	33,3	3	10 ⁴	1	12,5
	Poisson	Fréquence=7	100		Poisson	Fréquence=6	100
1	10 ²	3	42,8	1	10 ²	3	50
2	10 ³	4	57,2	2	10 ³	2	33,3
3	0	0	0	3	10 ⁴	1	16,7
	Total (N=90)	18 (20%)	100,0		Total	21 (23,3%)	100

Le marché de NGABA a une fréquence élevée en charge bactérienne avec 23,3%, contre 20% du marché de liberté.

Tableau 7. Charge bactérienne en coliforme fécaux dans les échantillons de viandes et poissons prélevé dans les deux marchés

Marché de Rond-point NGABA				Marché de liberté			
N°	Viande bovine	Fréquence=1	%	N°	Viande bovine	Fréquence=1	%
1	10 ³	1	100	1	10 ²	1	100
2	0		0	2		0	0
3	0		0	3		0	0
	Viande de porc	Fréquence=2	100		Viande de porc	Fréquence=2	100
1	10 ³	1	50	1	10 ³	1	50
2	10 ⁴	1	50	2	10 ⁴	1	50
3	0	0	0	3	0	0	0
	Poisson	Fréquence=5	100		Poisson	Fréquence=1	100
1	10 ²	1	20	1	10 ³	1	100
2	10 ³	1	20	2	0	0	0
3	10 ⁴	3	60	3	0	0	0
	Total (N=45)	8			Total (N=45)	4	
	Total général (N=90)	8	8,9%			4	4,4%

Tableau 8. Résultat globale des germes identifiés dans les viandes fraîches et poissons frais sur les deux sites de prélèvement

Germes	Viande bovine		Viande de porc		Poissons		Total	%
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%		
1.Escherichia coli	1	1,96	2	3,92	3	5,88	6	11,8
2.Enterobacter	4	7,84	1	1,96	4	7,84	9	17,6
3.Klebsiella oxytoca	2	3,92	3	5,88	1	1,96	6	11,8
4.Staphylocoque aureus	1	1,96	2	3,92	1	1,96	4	7,84
5.Streptocoques sp	1	1,96	3	5,88	4	7,84	8	15,7
6.Salmonella sp	1	1,96	2	3,92	3	5,88	6	11,8
7.Pseudomonas	1	1,96	1	1,96	3	5,88	5	9,8
8.Proteus vulgaris	2	3,92	3	5,88	2	3,92	7	13,7
Total (N=51)	13	25,5	17	33,3	21	41,2	51	100

L'Enterobacter a une prévalence élevée avec un taux de 17,6%, suivi de Streptocoque sp (15,7%), ainsi que Proteus vulgaris (13,7%), Escherichie coli (11,8%).

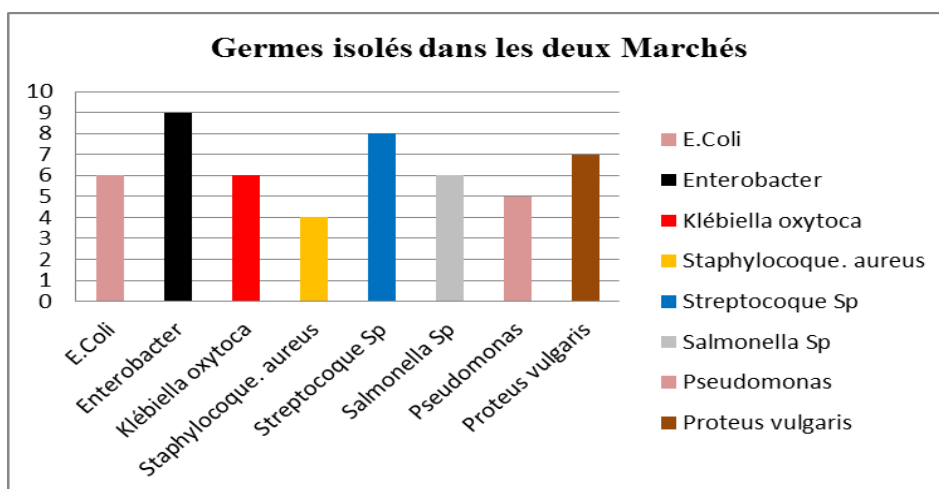


Fig. 1. Germes isolés dans les deux marchés

Tableau 9. Fréquence des germes toxinogènes dans les deux marchés

Germes toxinogènes	Fréquence	%
Présence	17	33,3
Absence	34	66,7
Total (N=51)	51	100,0

La prévalence de germes toxinogènes est de 33,3% dans l'ensemble des germes isolés.

Tableau 10. Fréquence des germes toxinogène selon le site de prélèvement

Marché de liberté								
Germes toxinogènes	Viande bovine		Viande de porcs		Poisson		Total	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
E. coli	0	0	1	1,96	1	1,96	2	3,92
S.aureus	0	0	1	1,96	0	0	1	1,96
Salmonella	0	0	1	1,96	1	1,96	2	3,92
Total (N=51)	0	0	3	5,89	2	3,92	5	9,8
Marché de Rond-point NGABA								
E. coli	2	3,92	1	1,96	2	3,92	5	9,80
S.aureus	1	1,96	1	1,96	1	1,96	3	5,88
Salmonella	1	1,96	1	1,96	2	3,92	4	7,84
Total (N=51)	4	7,84	3	5,88	5	9,80	12	23,5
Total Général N=51	4	7,8	6	11,8	7	13,7	17	33,3

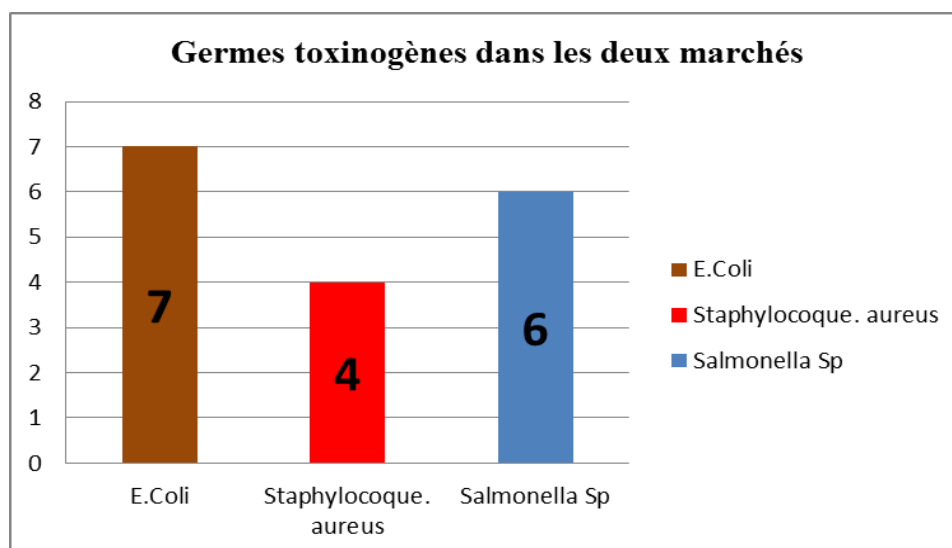


Fig. 2. Germes toxinogènes dans les deux marchés

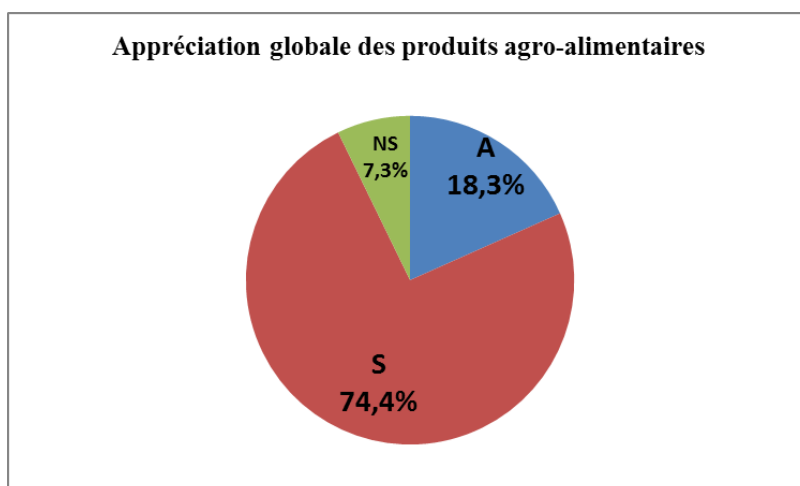


Fig. 3. Appréciation globale des produits agroalimentaires analysés

Les viandes fraîches et poissons analysés de nos marchés, révèlent une fréquence de 7,3% des produits non satisfaisant, 18,3% de produits acceptable et 74,4% de produits satisfaisant.

4 DISCUSSION

Au total 90 échantillons des viandes fraîche et poissons frais a été analysé tout au long de notre étude. Les résultats obtenus montrent qu'une fréquence de 43,3% en coliformes totaux et 13,3% des coliformes fécaux.

En termes de souillures, les poissons ont été majoritaires avec une fréquence de 21,1%, suivis de la viande de porc 20% et la viande bovine (15,5%). Après le test de présomption, il ressort une fréquence de 46,7% des coliformes totaux au marché de NGABA et 40% des coliformes totaux au marché de liberté. Les coliformes totaux sont des entérobactéries qui incluent des espèces bactériennes qui vivent dans l'intestin des animaux homéothermes, mais aussi dans l'environnement en général (sols, végétation et eau). Les coliformes sont des hôtes typiques du gros intestin de l'homme et des animaux (ISO 6107). La présence de coliformes totaux dans les viandes est plutôt un indicateur de risque peu spécifique de sa qualité.

En revanche, la fréquence de coliformes fécaux est de 17,8% dans les échantillons prélevés au marché de rond-ngaba et 8,9% au marché de liberté. La présence des coliformes totaux et fécaux dans les produits alimentaires est un reflet tangible des conditions d'hygiène fécales. Leur recherche constitue un aspect primordial pour contrôler la qualité de la viande dans un environnement insalubre et un paramètre indiquant les conditions hygiéniques. La charge microbienne en coliformes totaux et fécaux dans les viandes et poissons, reflète la qualité hygiénique des viandes mises à la disposition des consommateurs est due aux opérations de découpe et de vente. Les critères microbiologiques, indiquent la quantité acceptable des coliformes totaux dans les aliments soit inférieure à 10^3 UFC/g de l'échantillon. La justification de la contamination de poisson peut être due à la pollution de nos affluents où sont capturés les poissons, soit la mauvaise manipulation des vendeurs. Les coliformes sont des bacilles appartenant à la famille des Enterobacteriaceae, mais certains sont dans la famille de Micrococcaceae. Après identification, l'analyse bactériologique a démontré une prévalence des germes de 56,6%. Ces germes sont d'une part les bacilles et d'autres parts les coques. Parmi les germes identifiés dans les viandes représente 17,6% d'Enterobacter, suivi de Streptococcus Sp (15,7%), Proteus vulgaris (13,7%), E.Coli, Klebsiella oxytoca, Pseudomonas (9,8%) et Salmonella Sp, tous ont chacun un taux de (11,8%), et le Staphylococcus aureus a (7,84%). Le Pseudomonas, principal indicateur d'altération et de modification des caractères organoleptiques. Sa présence note une contamination secondaire, en défaveur de la bonne conservation de la viande. La présence de l'Escherichia coli, atteste une contamination fécale provenant de la mauvaise condition d'abattage associée certainement à la mauvaise manipulation post-abattage ou captage des poissons dans une rivière d'eaux usées. La présence est un risque pour la santé publique. Sa présence atteste une contamination fécale provenant de la mauvaise manipulation par les vendeurs. Les risques hygiéniques liés à la présence de l'E. Coli dans les viandes constituent un problème sérieux de santé publique (COHEN et KARIB, 2006). La charge de S.aureus dans les viandes analysées dans les deux marchés est de 7,84%. Le 1,9%, est isolé dans la viande de porc, et de 5,88% au Rond-point NGABA dans tous les échantillons. Sa présence est un indicateur d'hygiène de manipulation manuelle des produits artisanalement. Sa présence dans les viandes et poissons indique, qu'ils ont été contaminés lors de la manipulation suite à une hygiène insuffisante. Le marché de Rond-point NGABA a une prévalence supérieure de 23,5% en germes toxigènes par rapport au marché de liberté (9,8%).

Cependant, les poissons ont été plus contaminé en germes toxigène avec une fréquence de 9,80% et la viande de porc (5,88%) pour le marché. Pour le marché de liberté, la viande de porc a été plus contaminé, avec un taux de 5,89% (Tableau7). Nos résultats sont similaires à ceux trouvés par LALATIANA OLIVIA en 2006 dans son étude « contribution à l'étude de la qualité microbiologique d'un aliment de rue dans la ville de TALATAN'NY VOLONONDRI (MADAGASCAR): cas de Koba Ravina » (41). Ces germes toxigènes ont un impact négatif sur la santé, car ces bactéries produisant les toxines même en faible dose, peuvent entraîner des troubles digestifs ou la mort à l'absence des soins appropriés. Le *Streptococcus*, sa présence, est un indicateur de la pollution fécale.

L'analyse bi-variée décrit les facteurs statistiquement associés à la contamination des échantillons testés. Après analyse, la relation entre la présence des germes microbiens et les viandes. En termes de relation entre les germes microbiens et les milieux de vente, nous avons constaté une relation statistiquement significative des coliformes ($p=0,007$) et la vente à côté des immondices (déchets), les tables en bois ($p=0,042$), par contre aucune relation statistiquement significative n'a été trouvée entre les germes et l'exposition des viandes et poissons sur les couteaux non lavés ($p=0,313$), les tenues des vendeurs ($p=0,884$), la présence des poussières et mouches ($p=0,097$) au même Marché. En revanche, il a été observé une relation statistiquement significative entre les germes microbiens (coliformes) ($p=0,003$) et la vente en présence des mouches ($p=0,044$), mais aucune relation statistiquement significative n'a été trouvée entre les germes et la vente en présence des immondices ($p=0,683$), les couteaux non lavés ($p=1,000$), les tables en bois ($p=0,695$), tenues des vendeurs ($p=1,000$) et les poussières ($p=0,945$).

Sur le 100% des viandes et poisson analysés, une fréquence de 7,3% de viandes ont été non-satisfaisantes, et 74,4% des résultats satisfaisants. Par contre, nous observons une fréquence de 18,3% des produits acceptables.

5 CONCLUSION

Nous voici à la fin de notre étude qui avait pour objectif général d'évaluer la qualité microbiologique de viandes fraîches et poissons frais mis en vente sur les marchés de la ville de KINSHASA, durant la période allant du septembre 2019 au mois décembre 2020.

Les résultats de notre étude démontrent que les viandes fraîches et poissons frais ont révélé la présence des germes toxigènes et d'autres indicateurs de qualité hygiénique et commerciale, et ont indiqué qu'une contamination due soit par les contacts avec du matériel non désinfectés, et la mauvaise conservation.

Au regard des résultats obtenus, nous suggérons aux autorités politico-administrative et sanitaire de la ville de Kinshasa de redynamiser et élaborer une réglementation générale en matière de vente des produits alimentaires afin d'éviter les risques aux consommateurs et améliorer la sécurité sanitaire. A ce niveau, l'état doit mettre l'accent sur l'information et l'éducation des vendeurs.

Aux vendeurs: ils doivent se conformer aux normes édictées par le gouvernement concernant l'hygiène dans les lieux de vente. Appliquer les cinq «5M», la main d'œuvre, le milieu, le matériel, la méthode et les matières premières, selon la recommandation de l'Organisation Mondiale de la Santé, en hygiène alimentaire.

REFERENCES

- [1] Acha, P. N., B. 2005. Zoonoses et maladies transmissibles communes à l'homme et aux animaux. Vol. 1: bactérioses et mycoses; 3e éd. Organisation Mondiale de la Santé Animale, Paris, 2005, 382 p.
- [2] ANONYME 2. 1976, Aspects microbiologiques de l'hygiène des denrées alimentaires. FAO/OMS. Genève.
- [3] AFNOR, Contrôle qualité des produits alimentaires: Contrôle microbiologique. Paris: AFNOR 5ème édition. 1993. 809 pages.
- [4] BRIGITTE (M), COLLIN (P), ERIK (M), 2005. La qualité microbiologique des aliments: maîtrises et critères. 2ème édition. 355 p.
- [5] BOURGEOIS C.M., et Leveau J.V., 1991. Techniques d'analyses et contrôle dans les industries agro-alimentaires. 2ème Edition, Lavoisier. p454.
- [6] CATHERINE MAGRAS, MICHEL LAROCHE, et JULIEN FOSSE, 2009, Sécurité microbiologique des viandes: De nouvelles données quantitatives. Quels apports pour une meilleure maîtrise ?, 2009.
- [7] CAROLINE LEVY, Principaux facteurs influençant l'efficacité de la lumière pulsée pour la décontamination des microorganismes pathogènes et d'altération des denrées alimentaires, Université d'Avignon, INRA, 2010. Français, thèse, pp 3-192.
- [8] CHOUGUI NADIA 2015, technologie et qualité des viandes, université d'Abderrahman Mira du BEJARA.

- [9] CHRISTINE RICOUX, BARBARA GASZTOWT, Evaluation des risques sanitaires liés à l'exposition de fort consommateurs des produits de la pêche de rivière contaminés par des toxiques de l'environnement.
- [10] Code de l'hygiène de la République Démocratique du Congo, Ministère de la Sante Publique – avril 2015.
- [11] CODEX ALIMENTARIUS, Normes codex pour les aliments diététiques. 1ère édition. Rome: FAO/OMS, 91 pages.
- [12] FAO, 2007, Perspective et directive de la législation alimentaire et nouvelle modèle de la loi alimentaire.pg 105-254.
- [13] FAO et OMS, « Manuel sur le contrôle de la qualité des produits alimentaires », Washington, 1995.
- [14] JAFFLOL C., alimentation et santé dans l'histoire humaine: paradoxe et incertitude de notre siècle, 2011, pg 54-78.
- [15] JOUVE J.L., La qualité microbiologique des aliments: maîtrise et critères. 2ème Edition: CNERNA-CNRS, commission «évaluation de la qualité microbiologique des aliments » Paris: Polytechnica, 1993, 394 pages.
- [16] GUIRAUD J.P., Microbiologie alimentaire.: Dunod, Paris, 1998, 652 pages. ISOARD P.
- [17] LALATIANA OLIVIA R., Contribution à l'étude de la qualité microbiologique d'un aliment de rue dans la ville de TALANIRYVOLONODRY (MADAGASCAR), 2006, thèse.
- [18] LEYRAL, GUY, 2007, microbiologie et toxicologie des aliments, DOIN éditeurs, 2007, pages 290.
- [19] MURIELLE NAITALI, « risques microbiologiques », sciences et techniques agroalimentaires, pages 529-572.
- [20] MUTEBA KALALA Damien, Caractérisation des modes de consommation alimentaire des ménages à KINSHASA: Analyse des interrelations entre modes de vie et habitudes alimentaires, 2014, Thèse, académie universitaire Wallonie Europe. Université de liège-gembloux agro-bio tech.
- [21] OMS, Stratégie mondiale de l'OMS pour la salubrité des aliments, 2001. Genève: Organisation Mondiale de la santé, 8 pages.
- [22] OMS/FAO: norme générale pour les contaminants et les toxines présents dans les produits de consommation humaine et animale. Amendement: 2010, 2012, 2013, 2014, 2015. Codex 193-1995.
- [23] OMS, Salubrité des aliments et maladies d'origines alimentaire, Genève, 2007, Aide-mémoire n° 237.
- [24] RAKOTONDRAMANANA N.H., Aperçu sur la qualité bactériologique des aliments préparés et vendus sur la voie publique à Antananarivo. 1998, Thèse. Université d'Antananarivo, ESSA, dép. Elevage: Mémoire de fin d'étude.
- [25] SAINT-MOULIN L. et KALOMBO, Atlas de l'organisation administrative de la République Démocratique du Congo, CEPAS, Kinshasa, 2005.
- [26] SALIFOU C.F.A., BOKO K.C, ATTAKPA.Y.E, AGOSSA R, OGBANKOTAL, FAROUGOUS, MENSAH, YOUSAO A K.I, Evaluation de la qualité bactériologique de viande fraîche de bovins abattus aux abattoirs de Cotonou- Porto-Novo au cours de la chaîne de distribution. Journal of Animal & Plant Sciences, 2013. Vol.17, Issue 2: 2567-2579 Publication du 9/4/2013.
- [27] SYLVAIN PORET, 2011, « Normes de qualité dans l'agroalimentaire », INRA-ALUSE et école polytechniques, chaire FDIR.

Évaluation des risques psychosociaux parmi les sages-femmes et maïeuticiens du Centre Hospitalier Universitaire Yadalgo Ouédraogo (Burkina Faso)

[Psychosocial risk assessment among midwives and maieuticians of the Yadalgo Ouedraogo University Hospital Center (Burkina Faso)]

Bocar Baïla Diédhiou¹, Armandine Eusebia Roseline Diatta¹, Habib Touré², Bibata Aïda Belemvire¹, and Mor Ndiaye¹

¹Service de Médecine du travail et Médecine Légale, FMPO, UCAD, Senegal

²Faculté des Sciences Techniques et de Santé de Conakry, Guinea Conakry

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: It consisted in evaluating psychosocial risk factors among midwives/maieuticians of Yalgado Ouédraogo University Hospital Center of Ouagadougou. Methodology: This was a descriptive, cross-sectional and analytical study, carried out using an anonymous self-questionnaire. The Karasek scale was used to identify risk situations. Data were entered and analyzed using Epi info version 7.0 software. The significance level chosen was $p < 5\%$ to assess the link between socio-professional variables and stress. Result: A total of 42 midwives/maieuticians were participated in the study. The average age was 38 years old. Women predominated (71.4%). The average weekly working hours was 45 hours. The average number of monthly guards was 6. The average seniority in the profession was 10.5 years. The prevalence of psychosocial risks was 88.1% for psychological demand, 57.1% for low decision latitude and 64.3% for low social support. Value conflicts (71.4%), job and work insecurity (52.4%) and emotional demands (21.4%) were collected. The prevalence of job train was 52.4% and that of isostrain was 26.2%. The correlation between socio-professional variables and stress was not statistically significant ($p > 0.05$). Conclusion: Psychosocial risks are omnipresent among midwives/maieuticians. It is urgent to promote the creation of occupational health services in care settings in order to improve the psychosocial environment and to detect the suffering of caregivers early.

KEYWORDS: Psychosocial risks, midwives/maieuticians, karasek, Burkina Faso.

RESUME: Objectifs: Il consistait à évaluer les facteurs de risques psychosociaux parmi les sages-femmes/maïeuticiens du Centre Hospitalier Universitaire Yalgado Ouédraogo de Ouagadougou. Méthodologie: Il s'agissait d'une étude descriptive, transversale et analytique, réalisée à l'aide d'un auto-questionnaire anonyme. L'échelle de Karasek était utilisée pour identifier les situations à risque. Les données étaient saisies et analysées grâce au logiciel Epi info version 7.0. Le seuil de signification choisi était de $p < 5\%$ pour évaluer le lien entre les variables socioprofessionnelles et le stress. Résultats: Au total, 42 sages-femmes/maïeuticiens avaient participé à l'étude. L'âge moyen était de 38 ans. Les femmes prédominaient (71,4%). La moyenne d'heures de travail hebdomadaire était de 45 heures. Le nombre moyen de garde mensuelle était de 6. L'ancienneté moyenne dans la profession était de 10,5 ans. Les prévalences des risques psychosociaux étaient de 88,1% pour la demande psychologique, 57,1% pour la faible latitude décisionnelle et 64,3% pour le faible soutien social. Les conflits de valeur (71,4%), l'insécurité de l'emploi et du travail (52,4%) et l'exigence émotionnelle (21,4%) étaient colligés. La prévalence du job train était de 52,4% et celle de l'isostrain était de 26,2%. La corrélation entre les variables socioprofessionnelles et le stress n'était pas statistiquement significative ($p > 0,05$). Conclusion: Les risques psychosociaux sont omniprésents chez les sages-femmes/maïeuticiens. Il urge de promouvoir la création des services de santé au travail dans les milieux de soins afin d'améliorer l'environnement psychosocial et de détecter précocement la souffrance des soignants.

MOTS-CLEFS: Risques psychosociaux, sages-femmes/maïeuticiens, karasek, Burkina Faso.

1 INTRODUCTION

Le travail occupe une place importante dans notre vie et contribue à l'équilibre de notre psychisme. Il peut dans certains cas, affecter négativement ce bien-être et être source de stress professionnel [1]. L'évolution du monde du travail a entraîné l'intensification du rythme de travail, la diminution des effectifs, la flexibilité et la précarité des emplois. Toutes ces conditions ont placé au-devant de la scène, des risques professionnels encore peu étudiés par les politiques et les entreprises. Il s'agit notamment, des risques psychosociaux dits « risques émergents » constitués, du « stress », de la « violence », du « harcèlement moral », de la « souffrance au travail » [2]. Il est important de souligner la particularité des sages-femmes/maïeuticiens très exposés à ce type de risque. Ces professionnels accumulent des risques propres liés à leur travail (risques biologiques et psychosociaux élevés). Cela est lié au contact récurrent avec des personnes en souffrance, à la fluctuation des horaires de travail et au contact avec un public parfois hostile [3]. En France, un travailleur sur deux, déclare être stressé au travail et avoir ressenti intensément les rythmes imposés et/ou un manque de reconnaissance au regard de l'implication déployée [4]. Au Burkina Faso, la rareté voire l'inexistence des études portant spécifiquement sur les risques psychosociaux (RPS) chez les sages-femmes/maïeuticiens, justifie le choix porté sur cette étude. En effet, leur charge de travail est importante, de même que les contraintes qu'ils vivent au quotidien. Le décalage croissant entre l'engagement et l'idéal de départ est une réalité faite de contraintes, d'exigences de la patientèle, de relations compliquées avec certaines institutions. A cela s'ajoute, la perception d'un sentiment de faible reconnaissance pouvant induire un mal-être, voire une souffrance au travail. Cette étude avait pour but, d'évaluer les facteurs de risques psychosociaux chez les sages-femmes/maïeuticiens du Centre Hospitalier Universitaire Yalgado Ouédraogo (CHU/YO). La finalité était de contribuer à l'amélioration du bien-être des sages-femmes/maïeuticiens d'état en milieu hospitalier burkinabé.

2 MÉTHODOLOGIE

• Cadre d'étude

La présente étude avait été réalisée au niveau du département de gynécologie obstétrique du Centre Hospitalier Universitaire Yalgado Ouédraogo (CHU/YO). Ce centre est l'un des hôpitaux de référence du Burkina Faso et a une mission de soins, d'enseignement et de recherche.

• Type, période d'étude

Il s'agissait d'une étude transversale, descriptive et analytique. L'enquête avait été réalisée sur une période de 2 mois précisément, du 1^{er} mai 2021 au 30 juin 2021.

• Population d'étude

La population d'étude était les sages-femmes/maïeuticiens travaillant au département de gynécologie obstétrique du CHU/YO. Etaient inclus, ceux présents au moment de l'étude et ayant accepté d'y participer. Les professionnels en congé (administratif ou de maternité), en arrêt maladie ou ceux ayant mal rempli les questionnaires n'étaient pas inclus. La population étudiée comptait 53 sages-femmes/maïeuticiens au moment de l'étude.

• Collecte des données

La collecte des données avait été réalisée à l'aide d'un questionnaire auto-administré, anonyme. Ce questionnaire renseignait sur les caractéristiques socioprofessionnelles; l'environnement professionnel; les risques psychosociaux. Le questionnaire de Karasek dans sa version française (Karasek's Job Content Questionnaire; KJCQ) était utilisé pour coter trois dimensions de l'environnement psychosocial au travail (demande psychologique, latitude décisionnelle, soutien social). Le questionnaire comporte 26 questions: 9 pour la demande psychologique (DP), 9 pour la latitude décisionnelle (LD) et 8 pour le soutien social (SS). La demande psychologique évalue, la quantité, la rapidité, la complexité, l'intensité, le morcellement et la prévisibilité du travail. Son score est donné par la formule: $Q_{10}+Q_{11}+Q_{12}+(5-Q_{13})+Q_{14}+Q_{15}+Q_{16}+Q_{17}+Q_{18}$. Il est calculé sur 36 avec une médiane à 21. Elle est significative, si le score de la médiane est supérieur à 21. La latitude décisionnelle apprécie les marges de manœuvre, le développement des compétences. Son score est obtenu par la formule: $4 \times Q_4 + 4 \times (5-Q_6) + 4 \times (Q_8) + 2 \times (5-Q_2) + 2 \times (Q_5) + 2 \times (Q_7) + 2 \times (Q_1) + 2 \times (Q_3) + 2 \times (Q_9)$. Le soutien social estime l'appui professionnel et émotionnel par les supérieurs et les collègues. Son score est donné par la formule: $Q_{19}+Q_{20}+Q_{21}+Q_{22}+Q_{23}+Q_{24}+Q_{25}+Q_{26}$. Les réponses proposées (sur une échelle de Likert en 4 points) sont: « pas du tout d'accord », « pas d'accord », « d'accord » et « tout à fait d'accord ». Ce qui permet de les coter de 1 à 4 et de calculer un score pour chacune des trois dimensions. On calcule ensuite la valeur de la médiane de chacun des scores, c'est-à-dire la valeur qui partage l'ensemble de la population enquêtée en deux parties égales. Quatre situations sont identifiées dans ce modèle: « autonomie faible- exigences faibles », « autonomie faible - exigences élevées », « autonomie élevée - exigences faibles », « autonomie élevée - exigences élevées ».

Le « Job strain » ou « tension au travail » est la combinaison faible latitude/forte demande. En pratique, si le score de la demande psychologique est supérieur à 20 et le score de latitude décisionnelle inférieure à 71, le salarié est dans le cadran « tendu » et est considéré en situation de « job strain ». L'isostrain est la combinaison d'une situation de job strain et d'un faible soutien social, inférieur à 24 [5].

- **Analyse des données**

Les données étaient saisies et analysées grâce au logiciel Epi info version 7.0. La comparaison entre les proportions était effectuée à l'aide du test de Khi-2. L'appréciation du niveau de stress au travail était faite selon l'échelle de Karasek. Le lien entre les caractéristiques socioprofessionnelles et le stress était recherché. Le seuil de signification choisi était de $p < 5\%$.

- **Considérations éthiques**

Nous avons formulé une demande manuscrite d'autorisation auprès du directeur du CHU/YO laquelle, avait bénéficié d'une suite favorable pour mener l'enquête. Le consentement éclairé des participants avait été obtenu avant leur inclusion dans le protocole. L'anonymat et la confidentialité étaient garantis.

3 RESULTATS

3.1 CARACTÉRISTIQUES DÉMOGRAPHIQUES

Au total, 42 agents avaient participé à l'étude soit un taux de participation de 79,2%. L'âge moyen de l'échantillon était de 38 ans avec des extrêmes de 23 à 47 ans et un écart-type de 5,7. L'échantillon était composé de 28,6% d'hommes ($n=12$) et 71,4% de femmes ($n=30$). Le sex-ratio (H/F) était de 0,4 en faveur des femmes. La majorité était mariée (71,4%). Les célibataires représentaient 28,6%. Plus de $\frac{3}{4}$ de l'échantillon (89,2%) avaient un âge supérieur à 30 ans. En revanche, 10,8% avaient un âge inférieur ou égal à 30 ans. Le cyclomoteur était le principal moyen de transport (64,3%). Par contre, 35,7% des travailleurs disposaient d'un véhicule. La pratique sportive était régulière chez 71,4% et irrégulière chez 28,6% des enquêtés. La pratique de loisirs était régulière chez 61% et irrégulière chez 39%.

3.2 CARACTÉRISTIQUES PROFESSIONNELLES

La moyenne d'heures de travail par semaine était de 45 heures avec des extrêmes de 34 et 56 heures. Le nombre moyen de permanence mensuelle était de 7 avec des extrêmes de 0 à 18. La moyenne de garde mensuelle était de 6 variant de 5 à 7 gardes. La moyenne d'ancienneté dans la profession était de 10,5 ans et celle dans l'hôpital était de 4 ans. La charge de travail était adaptée chez 18% des enquêtés. En revanche, elle était excessive tout le temps dans 48,7% des cas et parfois excessive dans 33,3% des cas. La participation à l'organisation et au fonctionnement de service était effective chez 85% des professionnels à des degrés différents: tout le temps (30%), souvent (37,5%) et rarement (17,5%). Par contre, 15% n'y avaient jamais participé. La tenue des réunions de service était effective dans 95,1% des cas à des degrés différents. Les impacts de ces réunions sont répertoriés dans le tableau I.

Tableau 1. Répartition des médecins selon la tenue des réunions de service et leurs impacts

Variables	Effectifs (n)	Pourcentages (%)
Tenue des réunions de service		
Régulière	11	26,8
Parfois	15	36,6
Rarement	13	31,7
Jamais	2	4,9
Impacts des réunions de service		
Tout le temps	7	18
Souvent	20	51,2
Rarement	12	30,8

3.3 ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL

- **Qualité des relations avec les autres collègues**

La majorité de l'échantillon (52,4%) la jugeait détendue et amicale et 38,1% la jugeaient souvent détendue et amicale. Par contre, elle était parfois hostile et tendue dans 9,5% des cas.

- **Qualité des relations avec les patients et leurs accompagnants**

Elle était détendue et amicale chez 81% des professionnels à des degrés différents: souvent (62%) et tout le temps (19%). En revanche, elle était parfois hostile et tendue dans 19% des cas.

- **Qualité des relations avec les médecins du service**

Quarante pour cent (40%) des professionnels la trouvaient détendue et amicale tout le temps et 47,5% la trouvaient souvent détendue et amicale. Mais, 12,5% des professionnels la jugeaient parfois hostile et tendue.

- **Qualité des relations avec le supérieur hiérarchique immédiat**

Elle était détendue et amicale la plupart du temps (90,5%). Cependant, 9,5% des travailleurs la trouvaient parfois hostile et tendue.

- **Inférence de la profession sur la vie privée**

La profession interférait dans la vie privée chez 95,1% des enquêtés à des degrés différents: souvent (51,2%), tout le temps (2,4%) et rarement (41,4%). La profession n'interférait jamais dans la vie privée chez 4,9% des enquêtés.

3.4 PRÉVALENCE DES RISQUES PSYCHOSOCIAUX

La médiane du score global de la latitude décisionnelle était de 69 points. Elle était inférieure à la valeur de référence du score de Karasek qui est de 71 points. La médiane de la demande psychologique était à 23 points (supérieure à 20, la valeur de référence du score de Karasek). La médiane du score de soutien social était de 24 points (égale à la valeur de référence du score de Karasek). Le score global de l'exigence émotionnelle était compris entre 9 et 20 points. La médiane était de 13 points. Le score total des conflits de valeur était compris entre 6 et 8 et celui de l'insécurité de la situation était compris entre 1 et 4. Les prévalences du Job strain et de l'isostrain étaient respectivement, de 52,4% et de 26,2%.

3.5 FACTEURS ASSOCIÉS AUX RISQUES PSYCHOSOCIAUX

- **Association entre caractéristiques sociodémographiques et stress**

L'âge, le sexe, la situation matrimoniale, la pratique sportive et la consécration de temps aux loisirs n'étaient pas statistiquement corrélés au stress dans notre série ($p > 0,05$) (voir tableau II).

Tableau 2. Association entre caractéristiques sociodémographiques et stress

Caractéristiques sociodémographiques	Stressés (%)	Non stressés (%)	P-value
Age	51,3% (n=19)	48,7% (n=18)	0,52
• ≤30 ans	15,8% (n=3)	5,6% (n=1)	
• >30ans	84,2% (n=16)	94,4% (n=17)	
Sexe	52,4% (n=22)	47,6% (n=20)	0,63
• Masculin	58,3% (n=7)	41,7% (n=5)	
• Féminin	50% (n=15)	50% (n=15)	
Situation matrimoniale	50% (n=20)	50% (n=20)	0,44
• Célibataires	37,5% (n=3)	62,5% (n=5)	
• Mariés	53,1% (n=17)	46,9% (n=15)	
Activités sportives	52,4% (n=22)	47,6% (n=20)	0,111
• Régulières	36,4% (n=8)	20% (n=4)	
• Irrégulières	63,6% (n=14)	80% (n=16)	
Activités de loisirs	51,2% (n=21)	48,8% (n=20)	0,113
• Régulières	47,6% (n=10)	75% (n=15)	
• Irrégulières	52,4% (n=11)	25% (n=5)	
Moyen de transport	52,4% (n=22)	47,6% (n=20)	0,24
• Voiture	40% (n=6)	60% (n=9)	
• Cyclomoteur	59,3% (n=16)	40,7% (n=11)	

• **Association entre caractéristiques professionnelles et stress**

L'ancienneté dans l'hôpital, l'ancienneté dans la profession, la moyenne d'heures de travail hebdomadaire, la charge de travail, la participation au fonctionnement du service n'étaient pas statistiquement liées au stress ($p>0,05$) (voir tableau III).

Tableau 3. Relations entre les caractéristiques professionnelles et l'état de stress

Caractéristiques professionnelles	Stressés (%)	Non stressés (%)	P-value
Ancienneté à l'hôpital	52,4% (n=22)	47,6% (n=20)	0,38
≤4 ans	77,3 (n=17)	60% (n=12)	
>4 ans	22,7% (n=5)	40% (n=8)	
Ancienneté professionnelle	52,4% (n=22)	47,6% (n=20)	0,40
≤10 ans	50% (n=11)	50% (n=10)	
>10 ans	50% (n=11)	50% (n=10)	
Moyenne d'heures de travail	57,1% (n=20)	42,9% (n=15)	0,40
≤ 45	15% (n=3)	6,67% (n=1)	
>45	85% (n=17)	93,35% (n=14)	
Charge de travail	56,4% (n=22)	43,6% (n=17)	0,22
Excessive	68,2% (n=15)	76,5% (n=13)	
Adaptée	31,8% (n=7)	23,5% (n=14)	
Participation au fonctionnement	55% (n=22)	45% (n=18)	0,72
Oui	83,4% (n=19)	83,3% (n=15)	
Non	13,6% (n=3)	16,7% (n=3)	

• **Caractéristiques de l'environnement professionnel et stress**

L'environnement professionnel n'était pas statistiquement lié au stress ($p > 0,05$) (cfr tableau IV).

Tableau 4. Relations entre environnement professionnel et état de stress

Environnement professionnel	Stressés (%)	Non stressés (%)	P-value
Qualité des relations avec les médecins	52,5% (n=21)	47,5% (n=19)	0,41
• Bonne	90,5% (n=19)	84,2% (n=16)	
• Mauvaise	9,5% (n=2)	15,9% (n=3)	
Qualité des relations avec les collègues	52,4% (n=22)	47,6% (n=20)	P=0,113
• Bonne	90,9% (n=20)	90% (n=18)	
• Mauvaise	9,1% (n=2)	10% (n=2)	
Qualité des relations avec le supérieur hiérarchique	52,4% (n=22)	47,6% (n=20)	0,38
• Bonne	95,5% (n=21)	85% (n=17)	
• Mauvaise	4,5% (n=1)	15% (n=3)	
Qualité des relations avec les patients	52,4% (n=22)	47,6% (n=20)	0,62
• Bonne	81,8% (n=18)	80% (n=16)	
• Mauvaise	18,2% (n=4)	20% (n=4)	
Inférence de la vie professionnelle sur la familiale	53,7% (n=22)	46,3% (n=19)	0,57
• Oui	90,9% (n=20)	94,7% (n=18)	
• Non	9,1% (n=2)	5,3% (n=1)	

4 DISCUSSION

La principale limite de notre étude était la méthodologie. Il s'agissait de la subjectivité des réponses. Un sujet souffrant de stress professionnel peut ne pas répondre objectivement au questionnaire. La prévalence des risques psychosociaux pourrait être donc sous-estimée. Le modèle de Karasek, bien qu'il soit l'instrument le plus utilisé pour évaluer les risques psychosociaux, reste insuffisant. Il est un outil de perception des conditions de travail qui ne donne pas une mesure objective.

L'âge moyen était de 38 ans soit, une population relativement jeune. Cette jeunesse de l'échantillon se superpose à celle de la population du Burkina Faso dans son ensemble [6]. Les femmes étaient plus représentées. En effet, la mission dévolue à cette catégorie professionnelle est, le suivi, l'accompagnement des femmes enceintes avant, pendant et après l'accouchement. La particularité de ce métier qui s'intéresse essentiellement à l'appareil génital féminin, explique la prédominance des femmes dans notre échantillon.

Six principaux facteurs de risques psychosociaux (RPS) ont été identifiés par un collège d'expert. Il s'agit, de l'intensité du travail, des exigences émotionnelles, de l'autonomie dans le travail, des rapports sociaux au travail, des conflits de valeur et de l'insécurité de la situation de travail [7]. La prévalence de la demande psychologique était très élevée (88,1%). En effet, la pression au travail et la quantité excessive de travail sont des facteurs très marquants dans notre étude. L'intensité du travail et le temps de travail allongé constituent un facteur correspondant au concept de demande psychologique qui évoque à la fois, la quantité de travail, la pression temporelle et la complexité des tâches [8]. La latitude décisionnelle comprend, la marge de manœuvre, l'utilisation, le développement des compétences et la participation dans les prises de décisions [9]. Or, l'absence de développement des compétences et l'impression de ne pas être reconnue pour son travail, entraînent l'insatisfaction au travail. Dans notre série, 57,1% de l'échantillon souffraient d'une faible latitude décisionnelle. Ce résultat est proche de celui retrouvé par Hegg-Deloye chez des paramédicaux au Canada [2]. Ces sages-femmes/maïeuticiens étaient également confrontés à un faible soutien social au travail (54,7%). Dans l'étude de Laraqui, le faible soutien social affectait 52,4% des travailleurs [10]. En effet, les rapports sociaux au travail couvrent à la fois, le soutien social perçu, la dimension récompense, la justice organisationnelle et les formes de violence telles que, le harcèlement moral [11]. L'absence de soutien social est identifiée parmi les variables les plus fortement associées au burnout [12]. La prévalence des conflits de valeur était très élevée (71,4%). Cette valeur était inférieure à celle observée par Ebatetou dans son étude (85,33%) [13]. Ce conflit de valeur pourrait générer une souffrance éthique lorsque le soignant a le sentiment de ne pas avoir les moyens nécessaires pour faire un travail de qualité en vue d'une prise en charge adaptée ou lorsque, la réalisation d'actes techniques médicaux est mal maîtrisée [14]. Ces conflits de valeur induisent une augmentation de l'insatisfaction au travail. L'insécurité de l'emploi et du travail était rapportée par 52,4% des enquêtés. Cela s'expliquerait par la précarité actuelle de l'emploi. Ce résultat se rapproche de celui trouvé par Dujarier en France chez des agents du secteur public (67%) qui stipulaient « vivre des changements imprévisibles ou mal préparés » [15]. L'insécurité de la situation de travail

fondée sur la sécurité de l'emploi, du salaire et de la carrière, constitue un facteur d'insatisfaction au travail [16]. L'exigence émotionnelle était colligée chez 21,4% des enquêtés. Elle regroupe le travail émotionnel et le contact avec la souffrance. Le travail émotionnel prérequis à la fonction de soignant, consiste à contrôler et à façonner ses propres émotions pour mieux maîtriser celles des patients [17]. Le personnel soignant, en contact quotidien avec des personnes en souffrance, est particulièrement affecté par les exigences émotionnelles associées à des sentiments négatifs, à l'insatisfaction au travail et au stress [18]. La majorité de l'échantillon était en situation de stress (job strain). Cela traduit l'ampleur de ce dernier dans le secteur de la santé. Mais, la prévalence du stress diffère d'une étude à l'autre en fonction du type de questionnaire proposé, des scores utilisés, de la population cible et du lieu de l'enquête. Elle était de 60,7% chez le personnel du service d'urgences du centre hospitalier universitaire de Sfax en Tunisie [19]. Les situations de forte demande psychologique et de faible latitude décisionnelle sont génératrices de stress susceptible d'être aggravé par le manque de soutien social [20].

L'analyse statistique ne notait pas de différence significative entre le stress ressenti et l'âge des professionnels ($p=0,52$). Par contre, Laraoui au Maroc avait noté que l'âge moyen des sujets stressés ($41,6 \pm 7,3$ ans) était significativement plus élevé que celui des non stressés ($40,3 \pm 6,5$ ans) ($p < 0,001$) [20]. Cette corrélation semble controversée. Pour certains auteurs, l'âge n'est pas un facteur déterminant de la souffrance psychique [21]. En Tunisie, Chakroun avait noté une association significative entre le stress au travail et l'âge. Le risque d'être dans un cadran tendu était plus élevé chez les individus jeunes (moins de 30 ans) que chez les individus âgés au moins de 30 ans [19]. Cela serait lié au manque d'expérience et de ressources psychologiques pour faire face aux exigences du travail. Les professionnels de sexe masculin étaient plus affectés par le stress. La différence n'était pas significative ($p=0,30$). En revanche, Laraoui avait retrouvé une plus grande susceptibilité du stress chez les femmes [20]. Ces dernières sont plus exposées aux situations de high job strain liées à une latitude décisionnelle faible contrastant avec une charge de travail élevée [22]. La majorité de l'échantillon était mariée. Toutefois, aucune corrélation statistiquement significative entre le stress ressenti et le statut matrimonial n'avait été observée ($p=0,63$). L'impact du statut matrimonial dans la survenue du stress au travail est encore un sujet de controverse. Le mariage semble être un facteur protecteur contre le burnout [23].

L'ancienneté professionnelle n'était pas statistiquement liée au stress ($p=0,40$). Par contre, Abdo avait observé que les années d'expériences étaient un facteur prédictif de la survenue de l'épuisement professionnel [24]. La corrélation n'était pas statistiquement significative entre le stress et les horaires de travail dans notre étude ($p=0,40$). Mais, Van der Doef avait retrouvé un lien entre la charge de travail élevée et la survenue de l'épuisement émotionnel [25]. En effet, la charge de travail fait partie des aspects organisationnels qui demandent des efforts physiques et psychiques constants [26].

5 CONCLUSION

Les risques psychosociaux sont omniprésents chez les sages-femmes/maïeuticiens. Cette omniprésence résulte de la complexité du travail et d'un problème d'organisation, aggravés par des conditions précaires dans lesquelles s'effectue le travail. La réduction de la morbidité et de la mortalité materno-infantile reposent sur la qualité des soins délivrés. Or, ces professionnels ne peuvent jouer pleinement leur rôle s'ils sont dans un état de souffrance professionnelle. Autrement dit, leur bien-être de santé pourrait constituer un indicateur de la qualité et de la sécurité des soins. Ainsi, il urge d'améliorer leurs conditions de travail et de promouvoir la création des services de santé au travail dans les milieux de soins. La finalité serait de réguler l'environnement psychosocial et de détecter précocement la souffrance des soignants.

REFERENCES

- [1] E.H.M. Ba, F. Ba, J.A.D. Tine, M.H. Thiam, "Burn-out des troupes sénégalaises engagées dans les opérations extérieures: cas de la mission de maintien de la paix au Darfour," *L'information psychiatrique*, vol. 91, no. 9, pp. 762–766, 2015.
- [2] S. Hegg-Deloye, P. Brassard, J. Prairie, D. Larouche, N. Jauvin, A. Tremblay, et al, "Portrait global de l'exposition aux contraintes psychosociales au travail des paramédics québécois," *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, vol. 16, no. 3, 2014.
- [3] R. Bourbonnais, C. Brisson, M. Vézina, "Long-term effects of an intervention on psychosocial work factors among healthcare professionals in a hospital setting," *Occup Environ Med*, vol. 68, no. 7, pp. 479–86, 2011.
- [4] Bulletin Épidémiologique Hebdomadaire, 9 juin 2009, n°25-26 Santé mentale et travail: comprendre pour surveiller. [Online] Available: <https://www.santepubliquefrance.fr/docs/bulletin-epidemiologique-hebdomadaire-9-juin-2009-n-25-26-sante-mentale-et-travail-comprendre-pour-surveiller> (consulté, le 16/7/2021).
- [5] I. Niedhammer, J.F. Chastaing, L. Gendrey, S. David, S. Degioanni, "Propriétés psychométriques de la version française des échelles de la demande psychologique, de la latitude décisionnelle et du soutien social du « Job Content Questionnaire » de Karasek : résultats de l'enquête nationale SUMER," *Santé Publique*, vol. 18, no. 3, pp. 413–27, 2006.
- [6] Cinquième Recensement Général de la Population et de l'Habitation du Burkina Faso.

- Disponible sur: https://www.insd.bf/contenu/documents_rgph5/RAPPORT_PRELIMINAIRE_RGPH_2019.pdf (consulté, le 16/7/2021).
- [7] M. Gollac, M. Bodier, "Mesurer les facteurs psychosociaux de risque au travail pour les maîtriser, DARES, Ministère du travail et de l'emploi, avril 2011". [Online] Available: http://travail-emploi.gouv.fr/IMG/pdf/rapport_SRPST_definitif_rectifie_11_05_10.pdf. (Consulté, le 16/7/2021).
- [8] E. Garrosa, C. Rainho, B. Moreno-Jimenez, M.J. Monteiro, "The relationship between job stressors, hardy personality, coping resources and burnout in a sample of nurses: a correlational study at two time points," *Int J Nurs Stud*, vol. 47, no. 2, pp. 205–15, 2010.
- [9] A. Robert, J. Karasek, "Job demands, job decision latitude, and mental strain: implications for job redesign," *Administrative Science Quarterly*, vol. 24, no. 2, pp. 285–308, 1979.
- [10] O. Laraquia, N. Manarb, S. Laraquib, R. Hammoudab, F. Deschamps, C.H. Laraqui, "Risques psychosociaux et syndrome d'épuisement professionnel des professionnels de soins hospitaliers," *Arch Mal Prof Env*, vol. 80, no. 5, pp. 386–397, 2019.
- [11] M.F. Hirigoyen. Que sais-je. le harcèlement moral au travail. Paris: Presse universitaire de France. 2014. [Online] Available: https://www.puf.com/content/Le_harc%C3%A8lement_moral_au_travail. (Consulté, le 16/7/2021).
- [12] A. Duquette, S. Kérowc, B.K. Sandhu, L. Beaudet, "Factors related to nursing burnout: a review of empirical knowledge," *Issues Ment Health Nurs*, vol. 14, no. 4, pp. 337–58, 1994.
- [13] E.E. Ataboho, J.K. Bakala, P. Atipo-Galloye, P.R.K. Menga, et al, "Évaluation des facteurs de risques psychosociaux chez les Professionnels de Santé à Pointe-Noire (Congo)," *Health Sciences and Diseases*, vol. 21, no. 8, pp. 108–13, 2020.
- [14] C.M. Surawicz, J. Edward Berk, "Distinguished lecture: avoiding burnout: finding the balance between work and everything else," *Am J Gastroenterol*, vol. 109, no. 4, pp. 511–4, 2014.
- [15] M.A. Dujarier, "Au-delà du stress au travail, une sociologie des agents publics au contact des usagers," *Sociol Trav*, vol. 52, no. 3, pp. 429–31, 2010.
- [16] Dares 2007-15.1. Contact avec le public: près d'un salarié sur quatre subit des agressions verbales. [Online] Available: <https://travail-emploi.gouv.fr/IMG/pdf/2007.04-15.1.pdf>, (Consulté, le 16/07/2021).
- [17] J.M. Diefendorff, E.M. Richard, M.H. Croyle, "Are emotional display rules formal job requirements? Examination of employee and supervisor perceptions," *J Occup Organ Psychol*, vol. 79, no. 2, pp. 273–98, 2006.
- [18] J. Diefendorff, R.J. Erickson, A.A. Grandey, J.J. Dahling, "Emotional display rules as work unit norms: a multilevel analysis of emotional labor among nurses," *J Occup Health Psychol*, vol. 16, no. 2, pp. 170–86, 2011.
- [19] W.O. Chakroun, I. Rejeb, L. Kammoun, A. Nasri, et al, "Évaluation du stress chez le personnel des urgences: enquête dans un service d'urgences tunisien," *Annales françaises d'anesthésie et de réanimation*, vol. 32, no. 9, pp. 565–571, 2012.
- [20] O. Laraqui, S. Laraqui, D. Tripodi, A. Caubet, C. Verger, C.H. Laraqui, "Evaluation du stress chez le personnel de santé au Maroc: à propos d'une étude multicentrique," *Arch Mal Prof Env*, vol. 69, no. 5-6, pp. 672–682, 2008.
- [21] D. Tripodi, B. Keriven-Dessomme, P. Lombrail, M. Lacouture, A.S. Chabot, M.T. Houdebine, et al, "Evaluation des risques professionnels perçus chez le personnel du centre hospitalo-universitaire de Nantes," *Arch Mal Prof Env*, vol. 68, no. 5, pp. 457–73, 2007.
- [22] K.L. Belkic, P.A. Landsbergis, P.L. Schnall, D. Baker, "Is job strain a major source of cardiovascular disease risk?," *Scand J Work Environ Health*, vol. 30, no. 2, pp. 85–128, 2004.
- [23] V.O. Lasebikan, M.O. Oyetunde. "Burnout among Nurses in a Nigerian General Hospital: Prevalence and Associated Factors," *ISRN Nurs*, vol. 2012, pp. 402157, 2012.
- [24] S.A.M. Abdo, R.M. El-Sallamy, A.A.M. El-Sherbiny, I. Kabbash, "Burnout among physicians and nursing staff working in the emergency hospital of Tanta University, Egypt," *East Mediterr health J*, vol. 21, no. 12, pp. 906–15, 2016.
- [25] M.V.D. Van der Doef, F.B. Mbazzi, C. Verhoeven, "Job conditions, job satisfaction, somatic complaints and burnout among East African nurses," *J Clin Nurs*, vol. 21, no. 11-12, pp. 1763–75, 2012.
- [26] A.B. Bakker, E. Demerouti, "The Job Demands-Resources Model. State of the art," *Journal of Managerial Psychology*, vol. 22, no. 3, pp. 309–28, 2007.

Transmission du paludisme dans la commune de à Karimama au Nord-Est du Bénin

[Malaria transmission in the district of Karimama in North-East of Benin]

**YADOLETON Anges^{1,2,3}, DRAMANE Gado¹, BADOU Yvette³, TCHIBOZO Carine³, HOUNKANRIN Gildas³, SANOUSI Falilath³,
and BABA-MOUSSA Lamine⁴**

¹Ecole Normale Supérieure de Natitingou, Université Nationale des Sciences, Technologies, Ingénierie et Mathématiques (UNSTIM),
Benin

²Centre de Recherche Entomologique de Cotonou, Benin

³Laboratoire des Fièvres Hémorragiques Virales et des Arbovirus, Benin

⁴Laboratoire de Biologie et de Typage Moléculaire en Microbiologie, Département de Biochimie et de Biologie Cellulaire, Faculté des
Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi, 05 BP 1604 Cotonou, 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: Background: In order to know the level of malaria transmission in the city of Karimama in the north East of Benin, an entomological study was carried out in this city from January to December 2020.

Method : Firstly, the study was based on sampling adults mosquitoes by Human Landing Catches (HLC) in two villages performed monthly over two consecutive nights (8:00 PM to 6:00 AM) in 4 randomly selected compounds. These populations of mosquitoes were completed by Indoor Pyrethrum Spray Catches (PSC) in 10 other selected compounds; the same compounds in each sampling method being consistently used throughout the study.

The head-thoraces of these females from the human landing catches were tested for the presence of CircumSporozoite Protein (CSP). Finally, Knocked down mosquitoes falling on white bed sheets were preserved for identification of species and characterization of molecular forms within the *An. gambiae* complex were performed using Polymerase Chain Reaction (PCR).

Results: i)-During the year of study, 9.019 female mosquitoes were caught by PSC against 21.474 by HLC among which, 26% were *Anopheles* species from HLC; ii)- In this city surveyed, the main malaria parasite *Plasmodium falciparum* was transmitted by *Anopheles gambiae* s.s where transmission was high from June to October during the rainy season and declined during the dry season (December-May); iii) - The Entomological Inoculation Rates (EIRs) were significantly higher (138 infection bites/person/night) during the rainy season than those obtained during the dry season (138 infection bites/person/night) ($P < 0.05$). Conclusion: The present study showed that malaria transmission is unimodal in the city of Karimama and the main malaria parasite, *Plasmodium falciparum* was transmitted by *Anopheles gambiae* s.s. These findings will be very useful for National Malaria Control Program authorities in the choice of the method to fight against malaria in this city.

KEYWORDS: Malaria; Transmission; *Anopheles gambiae*; Karimama.

RÉSUMÉ: Dans le but de connaître le niveau de transmission du paludisme dans la ville de Karimama, une étude entomologique a été réalisée dans cette ville de janvier à décembre 2020.

Dans un premier temps, des captures de moustiques sur appât humain ont été effectuées dans deux villages à un rythme de 2 nuits consécutives par mois. Ces captures sur appât humain ont été complétées par des captures au pyréthre effectuées à l'intérieur des maisons et ceci 2 fois par mois dans 10 habitations choisies également dans les mêmes zones de capture. Dans un deuxième temps, le thorax des moustiques capturés sur appât humain a été utilisé pour rechercher la positivité en protéine circum sporozoïte (CS) de

Plasmodium falciparum par la méthode de titrage immunoenzymatique (ELISA-CSP). Enfin, la technique de Polymerase Chain Reaction (PCR) a été utilisée dans le but de connaître les différentes espèces du complexe *Anopheles gambiae* assurant la transmission du paludisme.

Il ressort de ces travaux que : i) 21.474 moustiques adultes ont été capturés sur appât humain contre 9.019 par aspersion intradomiciliaire avec une population de *Anopheles gambiae* qui représentait 26% des captures sur appât humain; ii) La transmission du paludisme est assurée par *Anopheles gambiae* s.s avec une forte incidence pendant la saison pluvieuse (Juin - Novembre) et une déclinaison pendant la saison sèche (décembre-mai) ; iii) Le Taux d'Inoculation Entomologique en est significativement plus important en saison pluvieuse (138 piqures infectantes par personne par mois (pi/h/mois)) qu'en saison sèche (8pi/h/mois) ($P < 0,05$).

La présente étude a montré que la transmission du paludisme est unimodale dans la ville de Karimama et est assurée en grande partie par *An. gambiae* s.s. Ces résultats obtenus seront d'une grande utilité pour la prise de décision en matière du choix de lutte anti vectorielle contre le paludisme dans la ville de Malanville.

MOTS-CLEFS: Paludisme; transmission; *Anopheles gambiae*; Karimama

1 INTRODUCTION

Première affection parasitaire mondiale, le paludisme constitue un réel problème de santé publique qui menace plus d'un milliard de personnes à travers le monde (OMS, 2015). Il demeure l'un des fléaux majeurs dans les pays les plus pauvres de l'Amérique du Sud à l'Asie du Sud-est, en passant par l'Afrique subsaharienne où 88% des cas et décès ont été estimés (OMS, 2016). En 2015, au niveau mondial, le nombre de cas de paludisme est estimé à 214 millions associé à une mortalité évaluée à 438 000 (OMS, 2016) ce qui fait de cette maladie, une cause principale de morbidité dans les pays endémiques, affectant particulièrement les enfants de moins de cinq ans, les femmes enceintes et les sujets immunodéprimés.

Au Bénin, il demeure la première cause de fréquentation dans les formations sanitaires avec une fréquence de 37% chez les adultes et 41% chez les enfants de moins de 5 ans (Akogbeto et al., 2010).

Le plan stratégique national de lutte contre cette maladie dans la plupart des pays en Afrique au sud du Sahara repose sur 3 composantes majeures à savoir: i) le traitement curatif précoce par les Combinaisons Thérapeutiques à base d'Artémisinine (CTA); ii) le Traitement Préventif Intermittent (TPI) par la Sulfadoxine-Pyriméthamine chez la femme enceinte; iii) la lutte antivectorielle.

Selon Akogbeto et al. (2010), la transmission du paludisme en Afrique au sud du Sahara reste hétérogène du fait des variations climatiques d'une part mais aussi, de l'existence de certains faciès qui rendent cette transmission pérenne.

Les travaux de Yadouleton et al. (2010), Djenontin et al. (2010) ont montré que de nombreuses espèces anophéliennes assurant cette transmission de façon permanente, temporaire ou occasionnelle, mais elle reste en grande partie dominée par *Anopheles gambiae* sensus stricto. Dès lors, l'étude des moustiques vecteurs et de la dynamique de la transmission est un préalable indispensable non seulement pour comprendre l'épidémiologie du paludisme mais aussi pour mettre en place un contrôle efficace et ciblé de ces vecteurs (Omumbo et al., 2005).

Au Bénin, la diversité bioclimatique du sud forestier au nord savanicole induit des faciès de transmission variés. Des travaux antérieurs dans le pays ont montré l'implication de *Anopheles gambiae* sensus stricto (Giles), de *Anopheles Arabiensis* (Akogbeto et Di Deco, 1995) et de *Anopheles funestus* (Giles) (Djenontin et al., 2010) dans la transmission du paludisme. Mais peu de travaux ont été réalisés sur la transmission du paludisme en zone de savane sèche au nord du pays notamment dans la ville de Karimama. Cette étude vise à répondre en partie à ce manque de données sur la transmission du paludisme dans cette zone au nord du Bénin.

Les résultats de ces travaux permettront aux responsables du Programme National de Lutte contre le Paludisme de disposer des données récentes pour l'élaboration d'une bonne stratégie de lutte contre le paludisme dans cette ville.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 ZONES DE COLLECTE DES DONNÉES

La collecte des données s'est déroulée dans la ville de Karimama (12°03N, 3°23E) au Nord-Est du Bénin de Janvier à décembre 2020. Le choix de cette ville se justifie par l'existence de plusieurs sites rizicoles notamment celui de Monsey qui s'étend sur plusieurs hectares et qui constitue de véritables gîtes de moustiques en particulier ceux de *Anopheles gambiae* (Yadouleton et al., 2010).

La ville de Karimama est caractérisée par un climat de type Soudanien avec deux saisons dont une sèche (Décembre-Mai) et une pluvieuse (Juin-Novembre). La végétation est faite de savane arborée, arbustive et herbacée souvent clairsemée sous l'influence de

l'agriculture caractérisée par la production de l'igname, du coton et du petit mil.. La moyenne annuelle des précipitations est de 1300 mm et les températures moyennes mensuelles varient entre 23°C et 45°C.

Notre étude a été réalisée dans les arrondissements de Guénè et de Médécali dans la commune de Karimama (Figure 1).

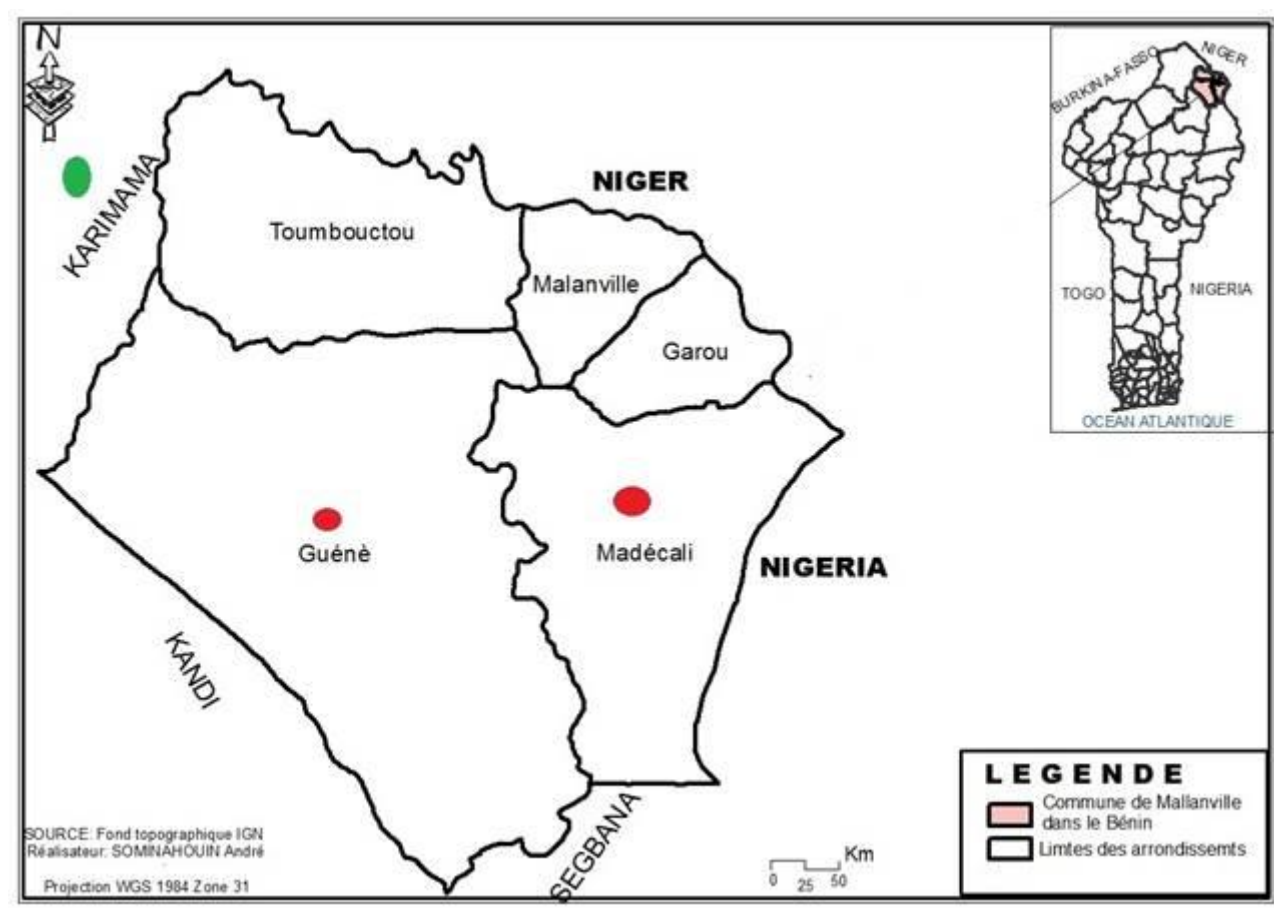


Fig. 1. Carte de la ville de Karimama indiquant le site d'étude

2.2 DYNAMIQUE DE LA TRANSMISSION DU PALUDISME

2.2.1 COLLECTE DES MOUSTIQUES SUR LE TERRAIN

Le recueil des données a reposé sur un suivi entomologique longitudinal réalisé de janvier à décembre 2020 grâce à des captures de nuit sur sujets humains. Des captures mensuelles de moustiques agressifs ont été réalisées de 21h à 6h du matin, sur des sujets humains volontaires qui, au préalable, ont donné leur consentement favorable pour le déroulement de l'activité. Les captureurs ont été placés à l'extérieur et à l'intérieur de 2 habitations situées dans un quartier de forte densité humaine. Le choix de ce quartier a été fait suivant la méthode d'Anderson (1993) et l'orientation du choix des habitations choisies pour servir de lieu de capture a été faite suivant la technique de bouteille (Snedecor et Cochran, 1971).

La collecte s'est déroulée à un rythme de 2 nuits consécutives par mois. Ces lieux de capture n'ont pas varié tout au long de l'étude.

Les moustiques capturés ont été conservés individuellement dans des tubes à hémolyse bouchés avec du coton et gardés par tranche horaire et par point. En plus des captures sur appât humain, des captures au pyréthre ont été aussi effectuées à l'intérieur de deux autres maisons dans le même quartier pour compléter les captures sur appât humain et ceci une fois par mois.

Avant les pulvérisations, toutes les ouvertures des maisons ont été fermées avec des draps de manière à réduire au maximum la sortie des moustiques. Ces habitations ont été les mêmes d'un passage à l'autre. Des draps blancs sont étalés dans les cases de façon à récupérer les moustiques qui tombent sous le choc de l'effet de la bombe utilisée.

2.2.2 INDICES ENTOMOLOGIQUES DE LA TRANSMISSION DU PALUDISME

En un lieu donné, plusieurs facteurs influencent la transmission du paludisme du moustique à l'homme. L'estimation quantitative de cette transmission se fait à travers un certain nombre d'indices mathématiques calculés à partir des données recueillies lors des travaux entomologiques.

▪ Densité agressive

Encore appelée taux d'agressivité, elle est le produit de la densité anophélienne en relation avec l'Homme (m) et du taux d'anthropophilie (a). Elle s'exprime en nombre de piqûres d'anophèles par homme par unité de temps. Elle s'obtient en capturant les anophèles venant piquer l'homme et en divisant le nombre d'anophèles capturés par le nombre de sujets utilisés, par unité de temps.

▪ Taux d'infection des anophèles ou indice sporozoïtique (s)

Le taux d'infection (s) est la proportion de moustiques infectés dans une population. Il s'exprime sous forme de pourcentage (nombre de moustiques infectés sur nombre de moustiques examinés fois cent)

▪ Taux d'inoculation entomologique (h)

C'est le nombre de piqûres infectantes que reçoit un homme pendant une période donnée.

C'est le produit du taux de piqûre par l'indice sporozoïtique.

$$h = ma \times s$$

ma = agressivité

S = indice sporozoïtique

2.2.3 TRAITEMENT DES MOUSTIQUES

Les moustiques ont été identifiés le lendemain matin des captures suivant le genre et l'espèce à partir de la clé d'identification morphologique (Gillies et De Meillon, 1968). Les Anophèles isolés ont été dénombrés par lot horaire et par lieu de capture puis conservés sur du silicagel dans des tubes eppendorf à -20°C au laboratoire.

Pour les manipulations, chaque moustique anophèle a été découpé en 2 parties: la partie tête-thorax pour la recherche de l'infection en utilisant la méthode de titrage immunoenzymatique (ELISA-CSP) et la partie carcasse (abdomen, ailes, pattes) pour la détermination des diverses espèces et formes moléculaires du complexe *An. gambiae* par la technique de PCR.

2.2.3.1 RECHERCHE D'INFECTION: LE TITRAGE IMMUNOENZYMATIQUE (ELISA-CSP)

Le thorax des moustiques capturés sur appât humain a été utilisé pour rechercher la positivité en protéine circum sporozoïte (CS) de *P. falciparum*. La mise en évidence de l'antigène C.S. a été réalisée par la méthode ELISA selon la technique de Burkot et al. (1987) et modifiée par Wirtz et al. (2002) afin de calculer l'indice sporozoïtique avec des anticorps monoclonaux. Nous avons utilisé le monoclonal 2A10 conjugué à la peroxidase et un substrat chromogène ABTS pour détecter les puits positifs. Les résultats ont permis de déterminer le taux d'infection des anophèles (ou indice sporozoïtique) suivant le protocole ci-après.

2.2.3.2 IDENTIFICATION DES MOUSTIQUES: PCR ESPÈCES

Les *An. gambiae* sensus lato issus des captures sur appât humain et identifiés à partir de la clé de détermination ont été passés à la biologie moléculaire (PCR) selon le protocole de Scott et al. (1993). Cette recherche a permis de connaître les espèces qui assurent la transmission du paludisme dans cette ville suivant le protocole ci-dessous:

3 RÉSULTATS

3.1 DYNAMIQUE DES POPULATIONS D'ANOPHÈLES: VARIATIONS MENSUELLES DE LA DENSITÉ AGRESSIVE (MA)

De janvier à décembre 2020, 21.474 moustiques adultes ont été capturés (intérieur + extérieur) sur appât humain contre 9.019 par aspersions intradomiciliaires. Les moustiques capturés sur appât humain étaient constitués majoritairement du genre *Culex* (79%). Les 21% restant étaient constitués majoritairement de 94% de *An. gambiae* s.l et 0,7% de *An. pharoensis*, *An. ziemanni*, *An. funestus* (Tableau 1).

Les résultats de capture sur homme montrent que les fortes densités anophéliennes (Figure 2) ont été observées au cours de la saison pluvieuse (juin-octobre) notamment au cours du mois d'Aout avec 204 p/h/mois contre 3,04 p/h/mois obtenus en Avril, un des mois les plus secs de cette localité.

Tableau 1. Composition de la faune culicidienne récoltée à partir des captures sur appât humain et par aspersion intra-domiciliaire dans les habitations à Karimama de janvier à décembre 2020

Espèces	Karimama			
	Capture sur appât humain		Capture par aspersion intra-domiciliaire	
	Habitation A (Int + Ext)	Habitation B (Int + Ext)	Habitation A	Habitation B
Total moustiques capturés	10.718	10.756	4.473	4.546
Nbre de séances de captures	24	24	12	12
Nbre de captureurs	192	192	-	-
Total de <i>Culex</i> Spp	8.532	8.483	4.013	4.090
Total des <i>Anopheles</i> Spp	2.063	2.156	400	389
<i>An. gambiae</i> s.l	2012	2105	353	332
<i>An. pharoensis</i>	15	18	22	28
<i>An. ziemanni</i>	35	33	25	29
<i>An. funestus</i>	01	00	0	0
Total des <i>Aedes</i> spp	105	102	38	42
Total des <i>Masonia</i> spp	18	15	22	25

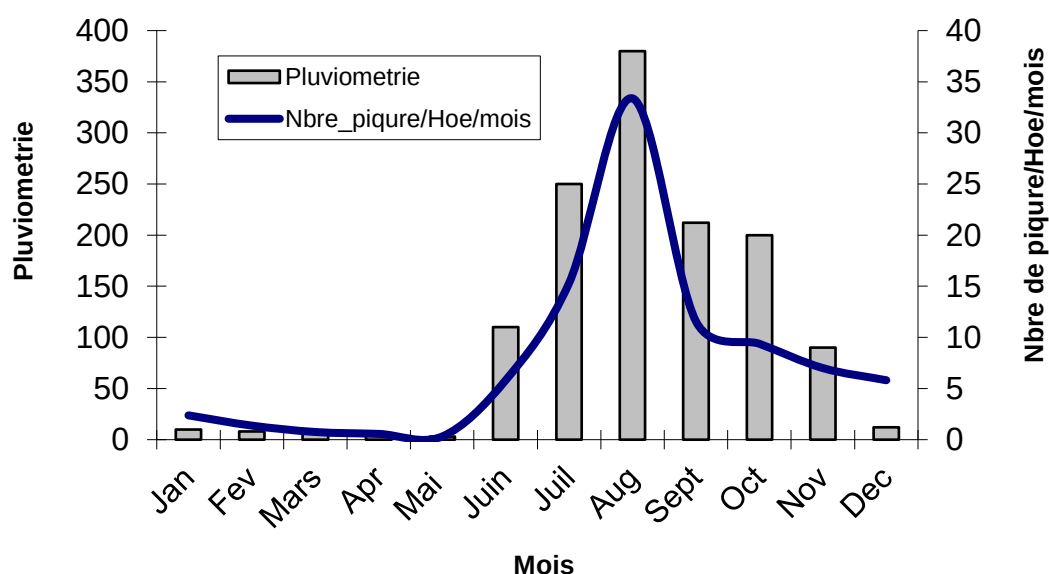


Fig. 2. Variation de la densité agressive de *An. gambiae* s.l (ma) en fonction de la pluviométrie à Karimama

3.2 IDENTIFICATION DES ESPÈCES

L'analyse moléculaire des 685 *An. gambiae* s.l. collectés par aspersion intradomiciliaire a montré la présence de deux sous espèces du complexe *An. gambiae* s.l: *An. gambiae* s.s majoritaire (98%) et *An. arabiensis* minoritaire (2%).

3.3 VARIATIONS MENSUELLES DU TAUX D'INOCULATION ENTOMOLOGIQUE

Le taux d'inoculation entomologique (TIE) a été estimé selon la formule de Fontenille et al. (1990) en multipliant l'indice sporozoïtique moyen (s) par le nombre de piqure par homme et par nuit (p/h/n).

A Karimama, la transmission du paludisme est unimodale (Figure 3). Elle va de juin à novembre avec un maxima en Août et un minima en mai.

On note un TIE annuel global de 147 piqures infectantes par personne par an (pi/h/an). Cependant le TIE connaît une grande variation saisonnière. L'analyse statistique au seuil de 5% montre que le TIE en est significativement plus importante en saison pluvieuse qu'en saison sèche ($P < 0,05$). Il est de 138 piqures infectantes par personne par mois (pi/h/mois) en saison pluvieuse contre 8 pi/h/mois en saison sèche (Figure 3).

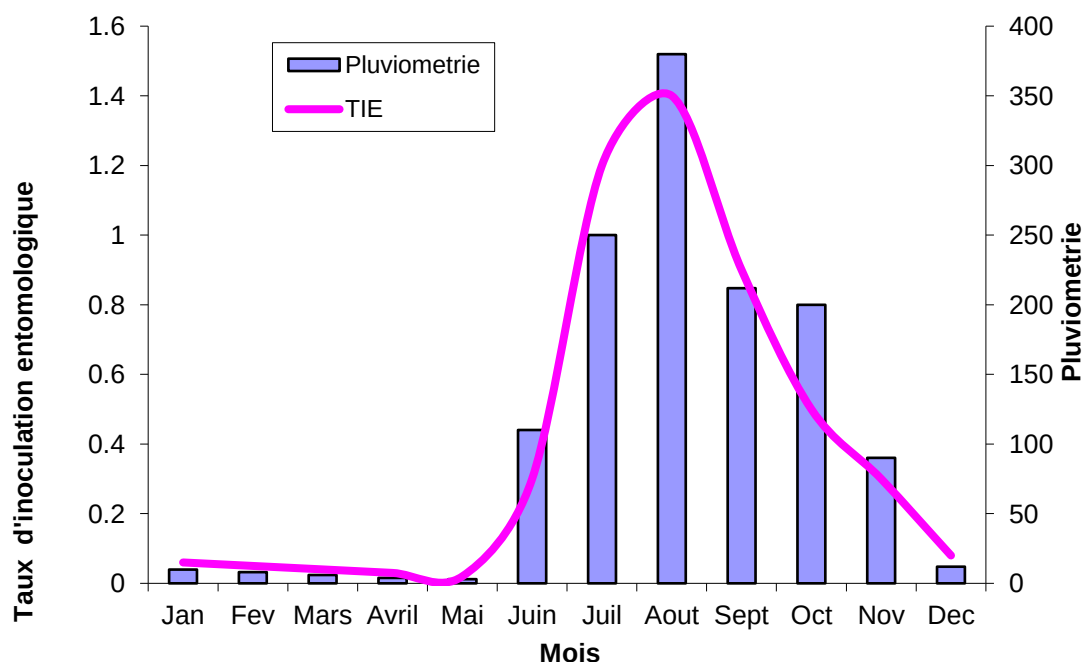


Fig. 3. Variation saisonnière du taux d'inoculation entomologique en fonction de la pluviométrie dans la ville de Karimama

4 DISCUSSION

L'étude des moustiques vecteurs et de la dynamique de la transmission est un préalable indispensable non seulement pour comprendre l'épidémiologie du paludisme mais aussi pour mettre en place un contrôle efficace et ciblé de ces vecteurs (Omumbo et al., 2005). L'étude que nous avons menée dans la ville de Karimama a pour but de connaître le niveau de transmission du paludisme dans cette ville.

Le suivi entomologique réalisé pendant une année dans les habitations a permis d'identifier plusieurs espèces anophéliennes. Mais quelle que soit la zone de collecte, *An. gambiae* s.l. demeure l'espèce majoritaire qui assure la totalité de la transmission du paludisme. Selon Christophe et al. (2011), Akogbéto et al. (1995), la mauvaise urbanisation de certaines villes de l'Afrique de l'Ouest, sans ou avec une insuffisance des canaux d'évacuation des eaux usées favorise la formation de gîtes larvaires de *An. gambiae* s.l., ce qui accentue la transmission du paludisme, comme c'est le cas de la ville de Karimama.

Les résultats de nos travaux de recherche montrent que la densité anophélienne est plus importante en saison pluvieuse qu'en saison sèche et confirment les travaux de Manga et al. (1997) au Cameroun et de Klinkenberg et al. (2008) au Ghana et de Yadouléon et al. (2010). Cette augmentation du nombre de piqures dans les habitations pendant la saison des pluies par rapport à la saison sèche s'explique par l'existence de plusieurs poches d'eau plus importantes en saison pluvieuse qu'en saison sèche. La manière la plus plausible d'expliquer l'existence de ces multiples poches d'eau est d'admettre l'inexistence de plan d'urbanisation correcte pour la ville de Karimama avec pour effet corolaire des points d'eau partout et qui constituent de véritables gîtes de moustiques.

Par ailleurs, bien que la transmission du paludisme soit faible en saison sèche, elle existe et est rendue possible grâce à des poches d'eau se retrouvant au niveau des sites rizicoles et maraîchers et qui sont continuellement entretenues par les paysans. Ces poches d'eau constituent des gîtes potentiels quasi permanents pour le développement des larves de *An. gambiae* s.l. C'est cette situation qui explique la transmission permanente du paludisme urbain dans les quartiers situés le long des périmètres maraîchers. Ainsi, ces quartiers sont des "réservoirs de virus" pour les autres quartiers pendant les saisons sèches.

Le suivi entomologique fait au cours de nos travaux de recherche montre une augmentation du taux d'inoculation entomologique (TIE) dans les habitations pendant la saison pluvieuse. Cet accroissement du TIE dans une région de paludisme stable n'est pas synonyme d'une aggravation du paludisme-maladie du fait d'une saturation des piqûres infectées. Des travaux similaires conduits par Dossou-Yovo et al. (1998), et Matthys et al. (2006) en Côte d'Ivoire ont montré que la saison pluvieuse augmente la densité de la faune culicidienne sans modifier l'incidence annuelle des accès palustres. Ces auteurs concluent que l'augmentation du nombre de moustiques associée à l'irrigation n'entraîne pas nécessairement l'accroissement de la transmission du paludisme.

Le TIE annuel à Karimama est de 147 pi/h/an en 2016. Mais dans le passé, les travaux de Akogbeto et al. (1992) toujours dans le même pays indiquent un TIE annuel plus élevé (245,78 pi/h/an) dans la même zone. La diminution du TIE, 24 ans après pourrait s'expliquer par l'utilisation généralisée des moustiquaires imprégnées d'insecticides à longue durée d'action (MILD), qui ont refait surface depuis quelques temps en Afrique au sud du Sahara (Kelly-Hope et al., 2008). En effet, la lutte anti-vectorielle par une utilisation généralisée des MILD a montré que cette stratégie pouvait réduire la morbidité palustre de 50 à 60 % et la mortalité générale de 20% en Afrique (Alonso et al., 1991, Alonso et al., 1993, D'Alessandro et al., 1995, Binka et al., 1996). Dans l'île de Bioko en Guinée Equatoriale, l'utilisation simultanée de la PID, des MILD et des CTA a conduit, en 4 ans (de 2003 à 2007), à une réduction de 90% de la positivité des anophèles en antigène circumsporozoïtique de *P. falciparum*. Dans la même période, la parasitémie palustre chez les enfants de moins de 5 ans a chuté de 42 à 18% et la mortalité dans le même groupe d'âge a été réduite de 70%.

5 CONCLUSION

La présente étude a montré que la transmission du paludisme est unimodale dans la ville de Karimama et est assurée en grande partie par *An. gambiae* s.s.

Ces résultats obtenus seront d'une grande utilité pour la prise de décision en matière du choix de lutte anti vectorielle contre le paludisme dans la ville de Karimama.

REFERENCES

- [1] Akogbéto M. Etude de la transmission du paludisme côtier lagunaire: Cas d'un village construit sur un lac d'eau saumâtre. Ann Soc Belge Méd Trop. 75: 219-227. 1995.
- [2] Akogbéto M, Padonou GG, Gbénou D, Irish S et al. A potential alternative against pyrethroid resistant *Anopheles gambiae* in Benin, West Africa. Malar J. 9: 204. 2010.
- [3] Anderson N, Hobo L. Sociologie des sans-abris. Paris Nathan. 1993.
- [4] d'Alessandro U, Olaleye BO, McGuire W, Langerock P et al. Mortality and morbidity from malaria in Gambian children after introduction of an impregnated bednet programme. Lancet. 345: 479-83. 1995.
- [5] Alonso PL, Lindsay SW, Armstrong JR, Conteh M et al. The effect of insecticide-treated bed nets on mortality of Gambian children. Lancet. 337: 1499-1502. 1991.
- [6] Alonso P L, Lindsay SW, Armstrong S, Keita K et al. A malaria control trial using insecticide-treated bed nets and targeted chemoprophylaxis in a rural area of the Gambia, west Africa. Trans R Soc Trop Med Hyg. 2: 37-44. 1993.
- [7] Bruce-Chwatt, LJ. Malaria and its control: present situation and future prospects. Annu Rev Public Health. 8: 75-110. 1987.
- [8] Carnevale P, Mouchet J. Vector control and malaria control. Med Trop. 50: 391-398. 1990.
- [9] Christophe AN, Billy TF, Cyrille N, Benjamin MD et al. *Anopheles gambiae* distribution and insecticide resistance in the cities of Douala and Yaounde (Cameroon): influence of urban agriculture and pollution. Malar J. 10: 154. 2011.
- [10] Coz J. Contribution étude du complexe *Anophèles gambiae* Répartition géo graphique et saisonnière en Afrique occidentale Cahiers ORSTOM, Sér. Entomologie médicale et parasitologie XI. 3-33. 1967.
- [11] Coz J, Hamon J, Sales S, Eyraud R, Accrombessi R. Etudes entomologiques sur la transmission du paludisme humain dans une zone de forêt humide dense de la région de Sassandra, République de Côte d'Ivoire. Cah Orstom Ser Entomol Med Parasitol. 4: 13-41. 1966.
- [12] Darriet F, Guillet P, N'Guessan R, Doannio JMC et al. Impact de la résistance d'*Anopheles gambiae* s.s. à la perméthrine et à la deltaméthrine sur l'efficacité des moustiquaires imprégnées. Méd Trop. 58: 349-354. 1998.

- [13] Detinova TS, Gillies MT. Observations on the Determination of the Age Composition and Epidemiological Importance of Populations of *Anopheles gambiae* Giles and *Anopheles funestus* Giles in Tanganyika. *Bull World Health Organ.* 30: 23-28. 1964.
- [14] Djènontin A, Bio-Bangana S, Moiroux N, Henry MC et al. Culicidae diversity, malaria transmission and insecticide resistance alleles in malaria vectors in Ouidah-Kpomasse-Tori district from Benin (West Africa): A pre-intervention study. *Parasit Vectors.* 3: 83. 2010.
- [15] Dossou-yovo J, Doannio JMC, Diarrassouba S, Chauvancy G. Impact d'aménagement des rizières dans la ville de Bouaké, Côte-d'Ivoire. *Bull Soc Path Exot.* 91: 327-333. 1998.
- [16] Favia G, Della Torre A, Bagayoko M, Lanfrancotti. Molecular identification of sympatric chromosomal forms of *An. Gambiae* and further evidence of their reproductive isolation. *Insect Mol. Biol.* 6: 377-383. 1997.
- [17] Gillies MT, De Meillon D. The Anophelinae of Africa South of the Sahara. *Publ South Afri Inst Med Res.* 54: 343. 1968.
- [18] Hamon J. et al. Le paludisme dans la zone pilote antipaludique de Bobo-Dioulasso Haute-Volta, Deuxième partie Enquêtes entomologiques, Troisième partie Résultats des enquêtes entomologiques. *Cahiers ORSTOM.* 1959.
- [19] Hougard JM, Duchon S, Darriet F, Zaim M et al. Comparative performances, under laboratory conditions, of seven pyrethroid insecticides used for impregnation of mosquito nets. *Bulletin of the World Health Organization.* 81: 324-333. 2003.
- [20] Kelly-Hope L, Ranson H, Hemingway J. Lessons from the past: managing insecticide resistance in malaria control and eradication programmes. *Lancet Infect Dis.* 8: 387-9. 2008.
- [21] Klinkenberg E, McCall PJ, Michael DW, Amerasinghe FP et al. Impact of urban agriculture on malaria vectors in Accra, Ghana. *Malar J.* 7: 151. 2008.
- [22] Manga L, Bouchite B, Toto JC, Froment A. La faune anophélienne et la transmission du paludisme dans une zone de transition forêt-savane au centre du Cameroun. *Entomologie medicale.* 91: 4-9. 1997.
- [23] Matthys B, Vounatsou P, Raso G, Tschannen AB et al. Urban farming and malaria risk factors in a medium-sized town in Cote d'Ivoire. *American Journal of Tropical Medicine Hyg.* 75: 1223-1231. 2006.
- [24] Mouchet J. Biodiversité du paludisme dans le monde. Ed. John libbey Eutotext. 428 pp. 2004.
- [25] OMS. Ecologie des moustiques, Genève 1967, 24 p.
- [26] OMS: Rapport sur la santé mondiale 2003.
- [27] OMS. Rapport sur le paludisme dans le monde 2014. Genève WHO/HTM/GMP/2015.2. 2015.
- [28] OMS. Rapport sur le paludisme dans le monde 2015. Genève WHO/HTM/GMP/2016.2. 2016.
- [29] Omumbo JA, Guerra CA, Hay SI, Snow RW. The influence of urbanisation on measures of *Plasmodium falciparum* infection prevalence in East Africa. *Acta Trop* 93: 11–21. 2005.
- [30] Robert V, Carnevale P, Ouedraogo V, Petrarca V et al. La transmission du paludisme humain dans un village de savane du Sud-Ouest du Burkina Faso. *Ann Soc belge Méd Trop.* 68: 107-121. 1988.
- [31] Scott JA, Brogdon WG, Collins FH. Identification of single specimens of the *Anopheles gambiae* complex by the polymerase chain reaction. *Am J Trop Med Hyg.* 49: 520-529. 1993.
- [32] Snedecor GW, Cochran WG.: Méthodes statistiques. Edition: Association de coordination Technique Agricole. 649 pp. 1971.
- [33] Touré YT, Petrarca V, Traore SF, Coulibaly A, Maiga HM, Sankaré O, Sow M, Di Deco MA, Coluzzi M. The distribution and inversion polymorphism of chromosomally recognized taxa of the *Anopheles gambiae* complex in Mali, West Africa. *Parassitologia.* 40: 477–511. 1998.
- [34] Wirtz RA, Ballou WR, Schneider I, Chedid L et al. Evidence for genetic differentiation between the molecular forms M and S within the Forest chromosomal form of *Anopheles gambiae* in an area of sympatry. *Insect Mol Biol.* 11: 11–19. 2002.
- [35] Yadouléton AW, N'Guessan R, Allagbé H, Asidi A, Boko M, Osse R, G. Padonou, Gazard K, Akogbéto M: The impact of the expansion of urban vegetable farming on malaria transmission in major cities of Benin. *Parasites & Vectors* 3: 118. 2010.
- [36] Zaim M, Guillet P. Alternative insecticides: an urgent need. *Trends Parasitol.* 18: 161-163. 2002.

Facteurs de mortalité des arbres dans la réserve de biosphère de Yangambi: Site d'ISEKELENDE (Province de la Tshopo, RD Congo)

[Tree mortality factors in the Yangambi biosphere reserve: ISEKELENDE site (Tshopo Province, DR Congo)]

O. Mbala¹, L. Okungo², D. Yenga³, B. Basosila⁴, and O. Lokonga⁵

¹Division Provinciale de l'Environnement et Développement Durable, Tshopo, RDC, BP 1309 Kisangani, RD Congo

²Institut Facultaire des sciences Agronomique de Yangambi (IFA-Yangambi), Département de Phytotechnie, PB 1232 Kisangani, BP 28 Yangambi, RD Congo

³Institut Facultaire des sciences Agronomique de Yangambi (IFA-Yangambi), Département des Eaux et Forêts, BP 1232 Kisangani, PB 28 Yangambi, RD Congo

⁴Institut Facultaire des sciences Agronomique de Yangambi (IFA-Yangambi), Département d'Economie Agricole, PB 1232 Kisangani, PB 28 Yangambi, RD Congo

⁵Université de Kisangani, Département de sciences biotechnologiques, BP 2012 Kisangani, 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 knowledge of the functioning of our forest ecosystems protected is an issue of the maintenance of the planetary balance as regards its biodiversity and its climate. Its floristic dynamic apprehended by the mortality of trees, has formed the base of this study in the site of Isekelende at the biosphere reserve of Yangambi (Tshopo, D.R. Congo). Collected in a device of 6 ha, the results arising from this study have shown that the rate of tree mortality is more than 4 times higher than the tropical average. The causes differ according to the type of mortality. For the mortality on foot, the aging and the Fungal pathologies are the causes mainly observed while for the Chablis, we cannot say with statistical certainty that the frequencies and the wind speeds which are the main causes. A spatial distribution of dead trees identified highlights a relief of specific gaps. This mosaic is positively correlated to the direction of the prevailing wind of Yangambi.

KEYWORDS: Factors, mortality, tree, biosphere, reserve.

RESUME: La connaissance du fonctionnement de nos écosystèmes forestiers protégés est un enjeu du maintien de l'équilibre planétaire en ce qui concerne sa biodiversité et son climat. Sa dynamique floristique appréhendée par la mortalité des arbres, a constitué le socle de cette étude dans le site d'Isekelende, dans la réserve de biosphère de Yangambi (Tshopo, RD Congo). Recueillies dans un dispositif de 6 ha, les résultats découlant de cette étude ont montré que le taux de mortalité des arbres est plus de 4 fois supérieure à la moyenne tropicale. Les causes diffèrent selon le type de mortalité. Pour la mortalité sur pied, le vieillissement et les pathologies fongiques sont les causes principalement observées alors que pour les chablis, on ne peut dire avec certitude statistique que les fréquences et les vitesses du vent qui en sont les principales causes. Une distribution spatiale d'arbres morts identifiés met en évidence un relief des trouées particulières. Cette mosaïque est positivement corrélée à la direction du vent dominant de Yangambi.

MOTS-CLEFS: Facteurs, mortalité, arbres, réserve, biosphère.

1 INTRODUCTION

La forêt est le milieu naturel qui marque le plus haut degré d'évolution de la végétation sur la planète. La forêt vit, évolue, meurt et se régénère. La dynamique d'évolution de la forêt appréhendée sur le taux de mortalité des arbres fournit une mesure de la santé de la forêt [1].

Bien que la mortalité des arbres soit difficile à prévoir, on s'attend à ce qu'elle continue d'augmenter en raison des changements climatiques, surtout dans les régions où la fréquence des phénomènes météorologiques extrêmes, notamment la sécheresse, est en hausse. L'augmentation de la mortalité des arbres a une incidence sur la dynamique de l'écosystème forestier, l'approvisionnement en bois et sur le bilan de carbone [2]. L'appréhension de son seuil général au sein des forêts naturelles et protégées de la cuvette centrale congolaise traduit une idée sectorielle du phénomène dans des forêts qui composent cette cuvette. La réserve de biosphère de Yangambi est l'une de ses forêts composantes.

Les mécanismes impliqués dans la dynamique forestière sont variés, tels que les perturbations à grande échelle, chablis, substitution, renouvellement par glissement d'unités circulaires... et interviennent à des pas de temps et des échelles d'espace très différents [3].

La présente étude a été menée dans le site d'Isekelende situé dans la partie sud de la réserve de biosphère de Yangambi. Ce site a été choisi à cause de sa diversité ainsi que de sa densité floristique pour y révéler le taux de mortalité des arbres, ses causes et son impact sur les forêts de la réserve.

Il est efficace qu'un aménagement soit basé sur la connaissance de la dynamique forestière causée par des perturbations naturelles afin de monter des mécanismes appropriés à la préservation de la biodiversité et de l'intégrité écologique des forêts [4].

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

Cette étude a été réalisée dans la réserve de biosphère de Yangambi située à 100 km à l'ouest de Kisangani, RD Congo (figure 1). La réserve couvre une superficie de 6 297 km². Les données ont été collectées dans le site d'Isekelende, situé à la partie Sud de la réserve. Ce site constitue la zone tampon de la réserve. Dans cette zone, seule les activités de recherches, de l'écotourisme et de l'éducation environnementale sont autorisées [5].

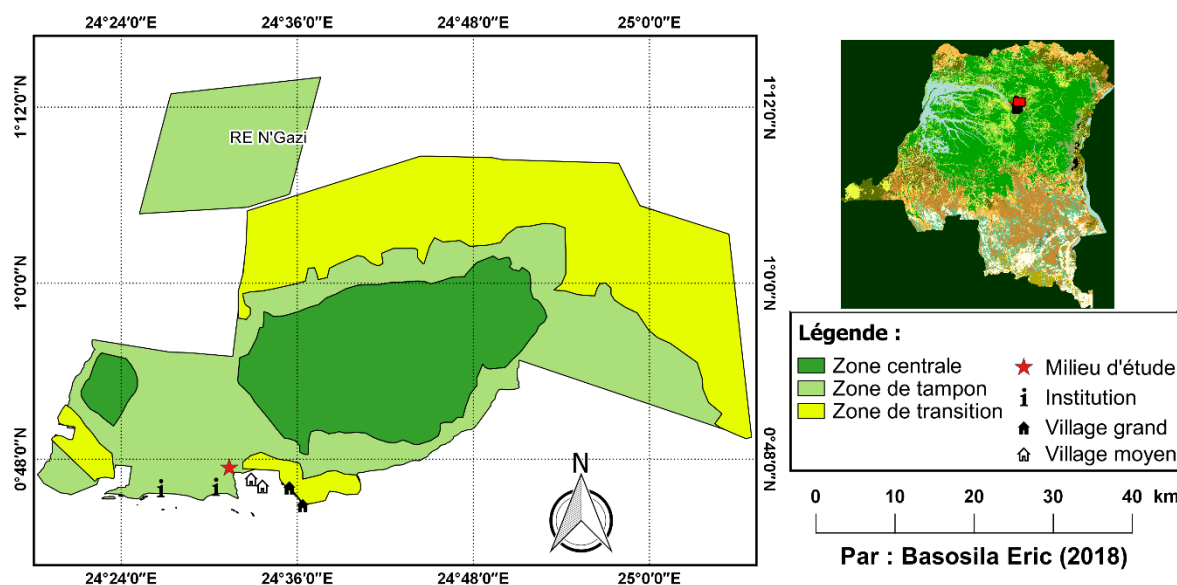


Fig. 1. Milieu d'étude et Réserve de la biosphère de Yangambi

Tel que mesuré dans la région de Yangambi, la réserve reçoit une précipitation annuelle de $1839,5 \pm 205,7$ mm (1980-2012). La durée de la saison sèche est de $3,3 \pm 1,3$ mois avec des précipitations mensuelles inférieures à 100 mm, en décembre-février. La température est élevée et constante tout au long de l'année avec un minimum de $24,2 \pm 0,4$ °C en juillet et un maximum de

25,5± 0,6°C en mars. Les sols dans le plateau de Yangambi sont des ferralsols, composés principalement de sable de quartz, kaolin, d'argile et d'oxydes de fer hydratés [6].

Les méthodes ont été constituées des techniques suivantes:

- L'inventaire d'arbre (morts et vivants) de DHP ≥ 10 cm réalisé sur une étendue de 6 ha. Le dispositif a repris 6 parcelles de 1 ha chacune. Les données collectées des arbres morts (sur pied ou chablis) concernaient l'effectif de la population, les diamètres à hauteur de poitrine de ces arbres (DHP ≥ 10 cm) par le Relascope de Bitterlich [7], leurs coordonnées cartésiennes; leurs noms scientifiques. L'angle de la direction de chute des arbres été également prélevés, en cas de chablis, avec un GPS. Ceci aboutissant à l'identification des différentes directions tel que défini dans le tableau 1.
- La recherche des causes de mortalité: catégorisation des souches selon les écroulements, les pourrissements des souches, les dessèchements des tiges [8].
- Prélèvement climatologique sur les directions et vitesse du vent de Yangambi couvrant une période de 8 ans (de 2008-2015) dans le Programme National de Climatologie de Yangambi pour identifier l'existence ou non d'une corrélation des chutes des arbres avec le vent.

Tableau 1. Définition des différentes directions de chute des arbres (chablis) en fonction de la plage d'angle (α) de ladite chute

Abréviation	Signification: arbre tombé vers	Plage d'angle en degré (°)
N	Nord	$101,25 \geq \alpha > 78,75$
NNE	Nord Nord Est	$78,75 \geq \alpha > 56,25$
NE	Nord Est	$56,25 \geq \alpha > 33,75$
ENE	Est Nord Est	$33,75 \geq \alpha > 11,25$
E	Est	$11,25 \geq \alpha > 348,75$
ESE	Est Sud Est	$348,75 \geq \alpha > 326,25$
SE	Sud Est	$326,25 \geq \alpha > 303,75$
SSE	Sud Sud Est	$303,75 \geq \alpha > 281,25$
S	Sud	$281,25 \geq \alpha > 258,75$
SSO	Sud Sud Ouest	$258,75 \geq \alpha > 236,25$
SO	Sud Ouest	$236,25 \geq \alpha > 213,75$
OSO	Ouest Sud Ouest	$213,75 \geq \alpha > 191,25$
O	Ouest	$191,25 \geq \alpha > 168,75$
ONO	Ouest Nord Ouest	$168,75 \geq \alpha > 146,25$
NO	Nord Ouest	$146,25 \geq \alpha > 123,75$
NNO	Nord Nord Ouest	$123,75 \geq \alpha > 101,25$

2.1 VARIABLES CHOISIES

- **Diamètre:** les arbres de grand diamètre sont habituellement les plus touchés par les mortalités. L'augmentation de la hauteur avec le diamètre expose ces individus aux vents plus sévères qui sévissent à plus haute altitude, les rendant ainsi plus vulnérables [9].
- **Densité du peuplement:** la quantité de dommage d'un peuplement est inversement corrélée à sa densité. Les peuplements plus denses ont une meilleure capacité à dissiper le vent et ne permettent pas au vent de pénétrer dans le peuplement [10].
- **L'intensité de la perturbation:** L'un des premiers facteurs à examiner pour comprendre la vulnérabilité aux chablis est la vitesse du vent (intensité), facteur fortement corrélé au taux de chablis durant une tempête (sévérité). La force appliquée à l'arbre augmente avec la vitesse du vent: plus la vitesse du vent est élevée et plus grand sera le nombre d'individus qui dépasseront leur moment critique et qui casseront ou déracineront [10].
- **Direction du vent:** À vitesse égale, des vents provenant de directions non habituelles peuvent causer plus de dommage que des vents dominants. Les individus exposés à des vents qui proviennent relativement de la même direction s'adaptent à ces conditions [11].

2.2 ANALYSES DES DONNÉES

Les données ont permis de calculer la surface terrière (ST), surface de la trouée créée, la densité du peuplement (DP) selon les expressions de Malaise [12]:

$$DP = \frac{Ep}{1ha}; ST = \pi \frac{(DBH)^2}{4}; Stc = 2ST; Stp = ST.$$

Avec Ep (effectif de la population), DBH (Diameter Breast Height correspondant du diamètre à hauteur de poitrine, DHP), π (3,14), Stc (surface de la trouée créée par chablis) et Stp (surface de la trouée créée par la mortalité sur pied). La Stc est considérée comme le double de la surface terrière au fait de la mise en place de deux trous après un chablis.

Les données recueillies ont été saisies sur le tableur Excel pour faciliter les traitements et la construction des graphiques. Le logiciel R Studio (version 3.4.3) a permis de réaliser les statistiques descriptives, le test t de Student et l'analyse de variance et de corrélation de Pearson. Dans le cadre de la présente étude, la significativité des résultats est jugée au seuil d'erreur de 5 % ($p \leq 0,050$). Le logiciel QGIS (version 2.18.18) nous a permis de réaliser les différentes cartes présentées dans ce travail.

3 RÉSULTATS

3.1 CARACTÉRISTIQUES DES PEUPEMENTS

Tableau 2. Caractéristiques des peuplements: nombre d'individus, taux de mortalité des arbres (par chablis et sur pied) (%), densité de la population (nombre d'individus/ha), DBH moyen (cm) et nombre d'individus morts classés dans leurs espèces respectives

	Total des arbres	Arbres mort	Chablis	Morts sur pied
No. d'individus	2 906	140	28	112
Taux (%)	100,00	4,81	0,96	3,85
Densité (no. d'individus/ha)	484	23	5	19
Diamètre moyen (cm)		33,6±19,5	41,1±20,6	31,7±18,9
Espèces identifiées:				
<i>Panda oleasa</i>		4	0	4
<i>Scorodophleus zenkeri</i>		3	1	2
<i>Diospyros bipendense</i>		2	0	2
<i>Pterocarpus soyauxii</i>		2	1	1
<i>Annonidium mannii</i>		1	0	1
<i>Cola gigantea</i>		1	1	0
<i>Hannoa klaineana</i>		1	0	1
<i>Klainedoxa gabonensis</i>		1	0	1
<i>Polyalthia suaveolens</i>		1	0	1
<i>Vitex welwischii</i>		1	0	1
Non identifiée		123	3	14

Le site d'Isekelende recouvre 2 906 arbres de DHP ≥ 10 cm. Un taux de mortalité d'arbre de 4,81 % est révélé. Les chablis couvrent 20 % de mortalité (0,96/4,81) contre 80 % des morts sur pieds (3,85/4,81). Chaque ha renferme en moyenne, 23 arbres morts pour 5 chablis et 19 morts sur pieds. 17 individus sur 140 ont été identifiés: 14 d'entre eux étaient des arbres morts sur pieds. Ainsi, *Panda oleasa* suivi du *Scorodophleus zenkeri*, *Diospyros bipendense* et *Pterocarpus soyauxii* étaient les espèces les plus identifiées. Les arbres affectés par les chablis ont des DBH moyens (41,1±20,6 cm) significativement supérieurs à ceux des arbres morts sur pieds (31,7±18,9 cm) ($t = 2,333$; $p = 0,021$). La figure 2 met en évidence cette différence.

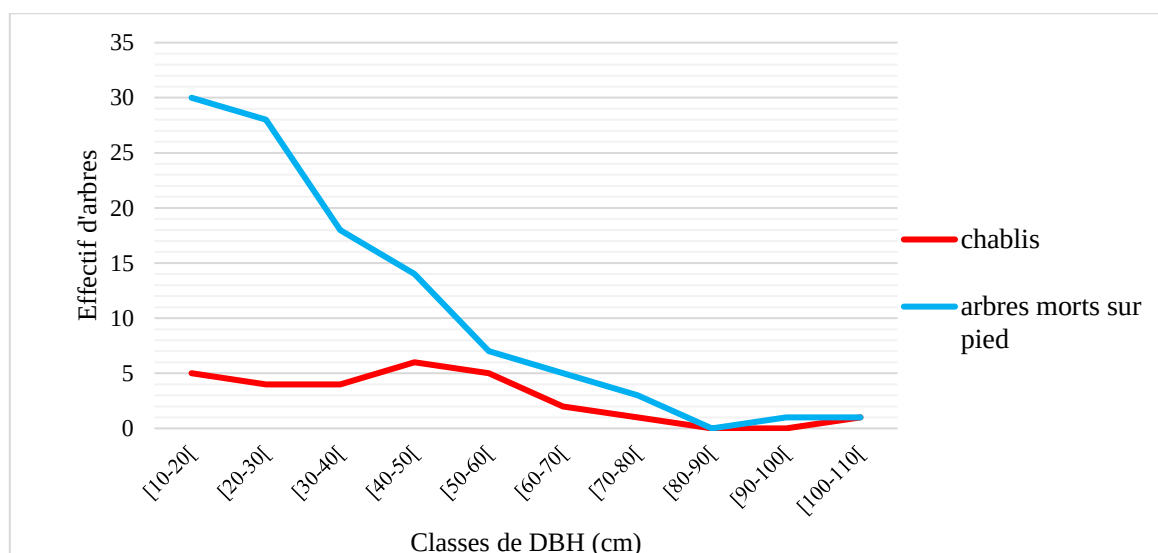


Fig. 2. Types de mortalité des arbres: évolution de nombre d'individus morts en fonction des DBH

En effet, il se dégage de la figure 2 que l'effectif des arbres morts sur pieds diminue rapidement quand le diamètre augmente alors que les arbres affectés par les chablis n'affichent qu'une diminution moins importante à partir de diamètres ≥ 60 cm. Plus de la moitié des cas de mortalité concernent les individus de DBH compris entre 10 cm et 40 cm.

3.2 PERTES EN SURFACES TERRIÈRE ET EN COUVERT FORESTIER

La figure 3 illustre que les 140 individus morts identifiés dans cette étude totalisent $16,5 \text{ m}^2$ ($11,9 \text{ m}^2 + 4,6 \text{ m}^2$) de surface terrière pour les 6 ha étudiées, soit 0,03 % de la surface totale. Ce résultat entraîne une trouée dans la forêt équivalente à une surface de $21,1 \text{ m}^2$ ($9,2 \text{ m}^2 + 11,9 \text{ m}^2$).

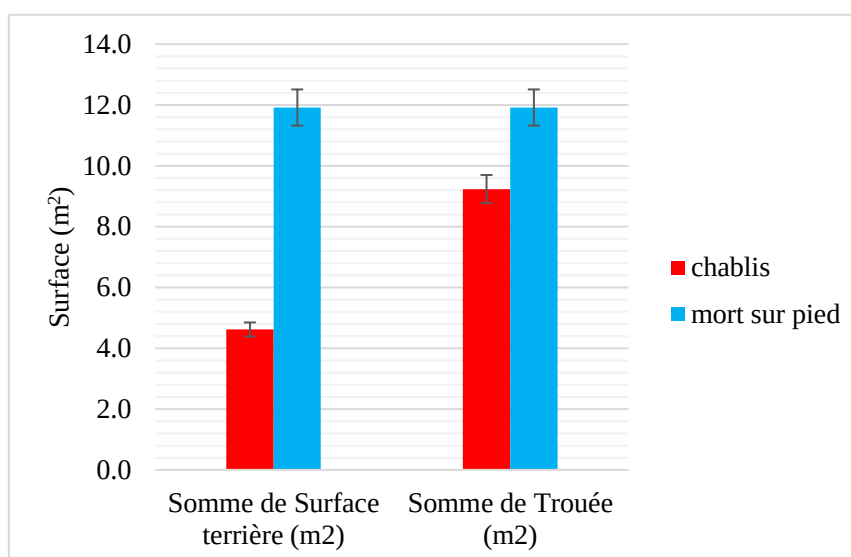


Fig. 3. Perte en surface terrière (m²) et du couvert forestier (m²)

On peut remarquer, bien que la proportion des chablis identifiée soit moins importante que celle des arbres morts sur pieds, l'analyse de la trouée créée n'indique qu'une faible différence entre ces deux types de mortalités. Cela est dû à la faculté des chablis de créer plus de trouées que les arbres morts sur pied. Ainsi, le chablis se voit avoir une grande influence sur la création des trouées dans la forêt, sur la mosaïque forestière et sur le cycle sylvogénétique.

Le point suivant analyse quelques facteurs pouvant influencer la mortalité des arbres.

3.3 FACTEURS FAVORISANT LA MORTALITÉ DES ARBRES

3.3.1 FACTEURS FAVORISANTS LE CHABLIS

La figure 4 présente et analyse les résultats des indicateurs définis. Excepté la direction ENE, SSO et NNO, les chablis ont été identifiés dans toutes les autres directions.

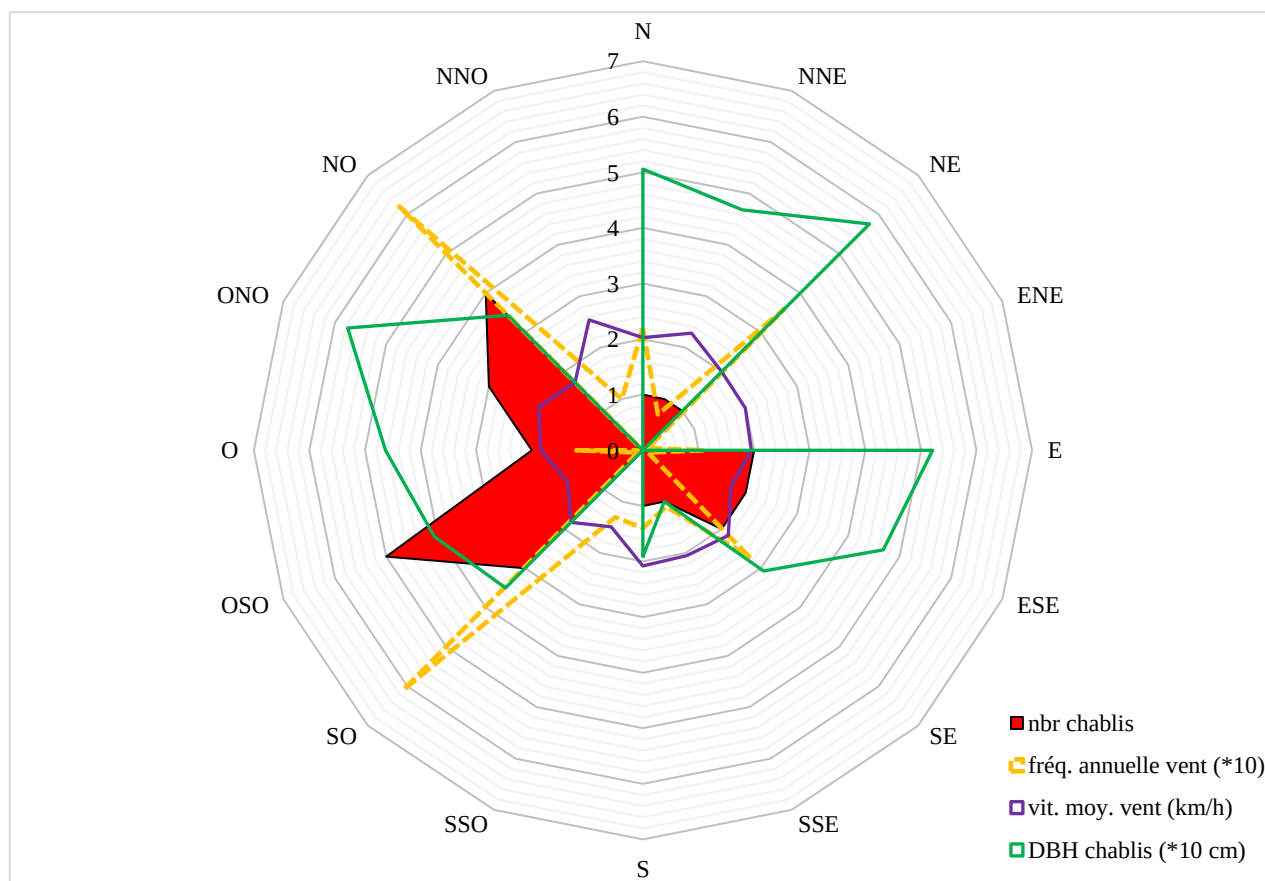


Fig. 4. Nombre de chablis, diamètre des chablis, fréquence annuelle et vitesse moyenne du vent de Yangambi en fonctions des différentes directions

L'analyse de la figure 4 révèle que les arbres avaient plus tendance à tomber vers l'Ouest. En effet, ils avaient tendance à tombés plus vers la direction OSO (5 arbres) suivi de NO (4 arbres), ONO (3 arbres) et O (2 arbres). Le vent également a eu tendance à prendre la direction Ouest, où il a une fréquence annuelle de 62 jours vers NO suivi de 61 jours vers SO. L'analyse de corrélation indique que les directions de chute des arbres (chablis) sont liées à 28,9 % à la fréquence annuelle des vents de Yangambi ($r = 0,289$; $p = 0,277$).

Par contre, en lisant la vitesse du vent illustré par la même figure, la direction Nord est le plus réputé avec les vents relativement élevé avec une vitesse moyenne de 2,54 km/h pour NNO suivi de 2,28 km/h pour NNE. Les vents relativement les plus faibles sont identifiés vers la direction OSO (1,47 km/h) et SSO (1,49 km/h). L'analyse de la variance des vitesses moyennes de ces différentes directions indique que le vent a la même vitesse dans toutes les directions ($F = 0,621$; $p = 0,851$).

Les arbres ayant de plus gros DBH avaient tendance à tomber dans toutes les directions, sauf vers la direction Sud où on observe que des arbres de petite DBH. L'analyse de corrélation stipule que la chute des arbres de différentes DBH n'est liée significativement ni à la fréquence moyenne du vent ($r = -0,151$; $p = 0,622$), ni à sa vitesse moyenne ($r = -0,082$; $p = 0,789$). Par son coefficient de corrélation négative, le constat est que le vent (de grande vitesse et/ou de grande fréquence) a plus tendance à être lié à la chute des arbres de petite DBH, bien que moins significativement.

Des causes probables de mortalité évoquées et analysées ci-dessus peuvent s'ajouter, avec les observations faites, le poids de la cime (figure 5) et le vieillissement de l'arbre.



Fig. 5. Chablis multiples pour cause probable: le poids de la cime

Quant à l'influence de la densité du peuplement sur la mortalité des arbres, la figure 6 accompagnée des analyses des corrélations, indique que la mortalité des arbres en générale (a) (qu'il soit par chablis (b) ou sur pied (c)) n'est pas significativement liée à la densité du peuplement dans notre étude { (a) [$r = 0,344$; $p = 0,504$]; (b): [$r = -0,194$; $p = 0,712$]; (c): [$r = 0,349$; $p = 0,497$] }.

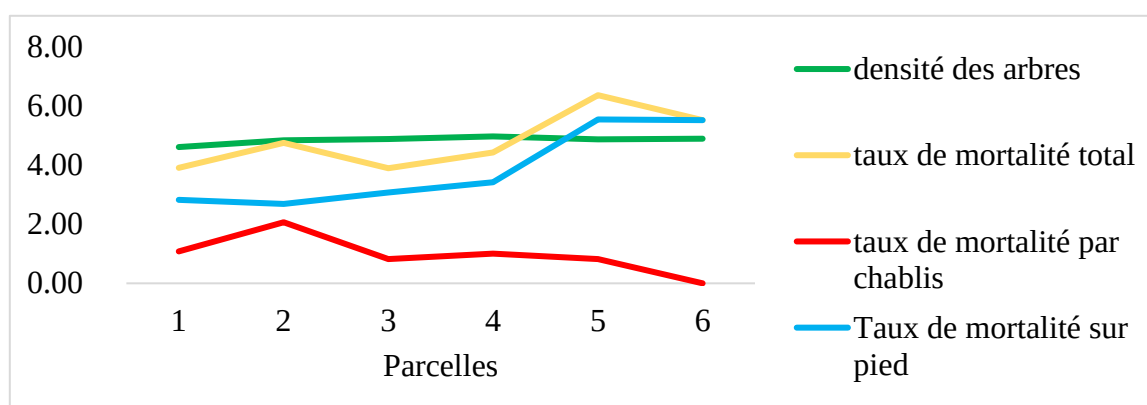


Fig. 6. Analyse des corrélations entre la densité du peuplement (10^2 arbres) et la mortalité des arbres et ses différents types

3.3.2 FACTEURS FAVORISANT LA MORTALITÉ SUR PIED

L'appréciation des facteurs influençant la mortalité des arbres sur pieds a été évaluée empiriquement par des méthodes d'observations. Elles peuvent être subjectives certes, mais elle donne une idée sur les causes probables. Les résultats desdites observations ont révélé que la mortalité sur pied aurait pour causes, le vieillissement de l'arbre (figure 7) et certaines pathologies dues à la colonisation des arbres par les champignons et certaines algues (figure 8).



Fig. 7. Mort sur pied pour cause: vieillissement de l'arbre



Fig. 8. Mort sur pied pour cause: champignons

3.4 DISTRIBUTION SPATIALE DE LA MORTALITÉ DES ARBRES

La distribution spatiale des arbres morts sur pieds et par chablis est illustrée par la figure 9. L'analyse globale de cette figure affiche une distribution des arbres morts un peu particulière. En effet, nous pouvons lire des couloirs parallèles des arbres morts prenant la direction NE-SO dans les six parcelles de 1 ha chacune. La parcelle située au coin NE (coin supérieur droit sur la figure) n'a pas enregistré des chablis.

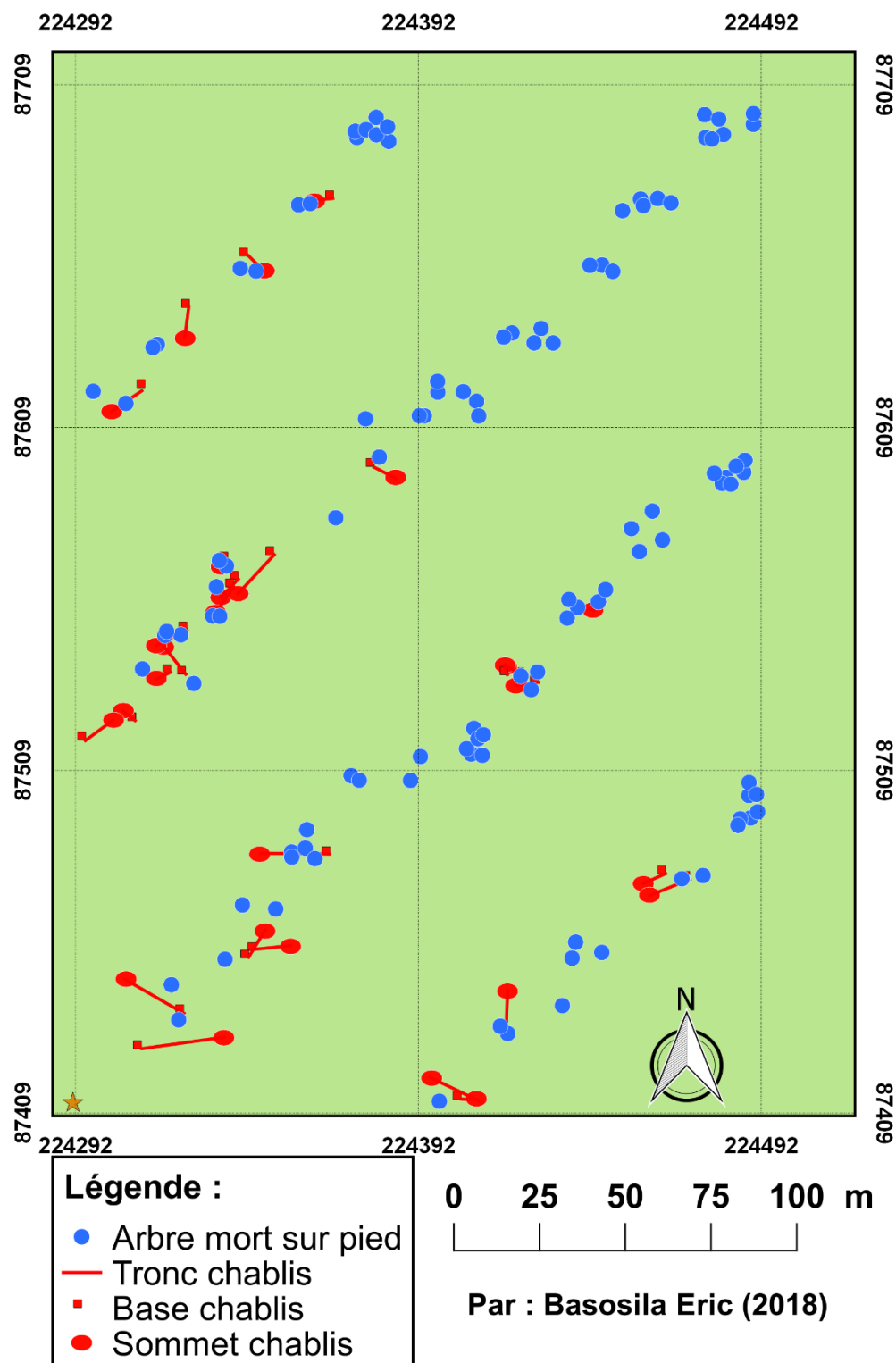


Fig. 9. Distribution spatiale de la mortalité des arbres

4 DISCUSSIONS

Le taux de mortalité moyenne estimé dans le site d'Isekende est de 4,81 %, ce qui est largement supérieur à la moyenne de 1 % estimée en forêts tropicales [13]. Ces mortalités étaient plus sur pieds (3,85 %) que par chablis (0,96 %).

Excepté les résultats de Manka (2010) dans une forêt au sud-ouest de Québec (Témiscamingue, Canada), caractérisé par une grande diversité des perturbations, où on affiche des taux de mortalité largement inférieur à celui observé dans cette étude à Isekelende. En effet, ce taux est estimé à 0,82% dans la forêt dense humide sempervirente de l'Uppangala en Inde [14], à 0,98 % en Guyane Française [15]. Toutefois, quelques estimations faites dans certaines études approchent celle de notre étude, notamment celle de [16] à Pasoh en Malaisie (1,48 %) et à Barro Colorado Island au Panama (2,03 %). [17] trouvent plus tard des taux de mortalité compris entre 1,04% (à Pasoh, Malaisie) et 17,06% (à Mudumalai, forêt sèche du sud de l'Inde) pour les juvéniles de moins de 10 cm de DBH.

Des épisodes de mortalité et de dépérissement des forêts à grande échelle sont survenus après des vagues de sécheresse et de chaleur importantes, souvent accompagnées d'infestations d'insectes et d'éclosions de maladies. Cependant, l'interaction entre la variation climatique et les processus écologiques forestiers est complexe et il est difficile d'établir si les changements climatiques sont la seule cause de l'augmentation de la mortalité [2]. C'est dans ce sens que nous avons utilisé plusieurs indicateurs (biotique et non) pour tenter d'identifier la cause de cette forte mortalité à Isekelende.

Les résultats de notre étude indiquent une tendance générale selon laquelle les taux de mortalité baissent progressivement en fonction des classes de diamètre inférieures vers les classes supérieures.

Les mortalités (chablis et sur pied) identifiées ne sont pas significativement liés à l'ensemble d'indicateurs étudiés, bien qu'elles soient liées à près de 30 % à la fréquence annuelle du vent et à 34 % par la densité du peuplement. Nous pensons que les faibles corrélations entre chablis et vitesse du vent seraient dues au fait que les données climatiques utilisées dans cette étude concernent le milieu de Yangambi d'une façon globale. Cette réalité soutient l'idée que le site d'Isekelende pourrait profiter d'un microclimat. En outre, nous pensons que les autres indicateurs non pris en compte dans cette étude telle que la pluviométrie, les facteurs pédologiques, la topographie, la hauteur des arbres et les pathologies pourraient aussi avoir d'influences significatives sur la mortalité des arbres.

La cartographie des individus d'arbres morts nous présente une distribution en agrégats assez particuliers. Ces agrégats sont composés à leur tour des groupuscules d'individus morts suivant une courbe linéaire et parallèle, mais en position diagonale par rapport au dispositif adopté. Cette courbe s'est allongée relativement à la direction du vent dominant à Yangambi (NNE), soit du NE-SO.

5 CONCLUSION ET SUGGESTIONS

La présente étude avait pour but de contribuer à l'étude facteurs de mortalités des arbres à Yangambi (Tshopo, R.D. Congo), dans son site d'Isekelende. Les mortalités par chablis et sur pieds étaient particulièrement analysées. Les données recueillies provenaient d'un dispositif de 6 ha repartis en 6 parcelles de 1 ha chacune. La population d'arbres inventoriée (vivant ou mort) avec au moins 10 cm de DBH était de 2 906 individus. Un taux de mortalité supérieure à la moyenne des forêts tropicales a été identifié (4,81%). Pour les chablis, seule la fréquence du vent est le facteur principal qui a influencé cette mortalité (avec un risque d'erreur de 28 %) contre les autres facteurs étudiés qui n'ont eu que d'influences mineures. Alors que pour la mortalité sur pied, les observations ont indiqué que le vieillissement et les attaques fongiques sont les causes les plus probables. Une distribution spatiale d'arbres morts identifié met en évidence un relief des trouées particulières. Cette mosaïque est positivement corrélée à la direction du vent dominant de Yangambi.

Une étude approfondie de la dynamique forestière doit être menée dans cette réserve avec un dispositif permanent mettant en relief l'influence des facteurs biotiques (diamètre, hauteur, âge, densité du bois, espèce, ...) et abiotiques (tous du micro et macroclimat de Yangambi: fréquence, direction et vitesse du vent, pluviométrie, ...; mais aussi de l'environnement: pédologie, topographie, ...).

Ces dimensions d'étude pourront compléter les résultats actuels sur la mortalité remarquable des arbres de la forêt d'Isekelende, et enfin, aideront à chercher des solutions précises de lutte contre ce fléau.

REFERENCES

- [1] Forêt Sans Age. (s.d.). Dynamique forestière. Consulté le Novembre 2017, sur Forêt d'Ordogne: <http://www.foretordogne.fr/la-foret-perigourdine/ecologie-forestiere/dynamique-forestiere>.
- [2] Gouvernement Canadien. (2017, Août 16). Mortalité des arbres. Consulté le Janvier 2018, sur Ressources Naturelles Canadiennes: <http://www.mcan.gc.ca/forets/changements-climatiques/changements-forestiers>.
- [3] Pascal, J.-P. (1995). Quelques exemples de problèmes posés à l'analyste et au modélisateur par la complexité de la forêt tropicale humide. *Revue d'Ecologie (Terre Vie)* (50), 237-249.

- [4] Manka, F. (2010). Effet du chablis sur la dynamique des peuplements forestiers mixtes. Montréal: Université du Québec à Montréal.
- [5] Toirambe, B., Mukinzi, J.-C., Onotamba, P., & Solia, S. (2010). Conduite d'une évaluation de départ de la situation de biodiversité, des impacts des pressions anthropiques sur les ressources naturelles et de la gouvernance environnementale de la Réserve de biosphère de Yangambi. Kisangani: WWF.
- [6] Kearsley, E., Verbeek, H., Hufkens, K., Van de Perre, F., Doetterl, S., Baert, G.,... Hyegens, D. (2017). Functional community structure of African monodominant Gilbertiodendron dewevreiforest influenced by local environmental filtering. *WELEY: Ecology and Evolution*, 295-304.
- [7] Parde, J., 1981. Dendrométrie. Edition de l'école nationale des Eaux et Forêts de Nancy, paris 300P.
- [8] Mbala, O., 2016. Contribution à l'étude de la dynamique forestière dans la réserve de yangambi: cas des arbres morts dans le site d' isekelende (province de la tshopo, R.D.Congo). 49P.
- [9] Foster, D. (1988). Species and stand response to catastrophic wind in central New England, U.S.A. *The Journal of Ecology* (76), 135-151.
- [10] Everham, E., & Brokaw, N. (1996). Forest damage and recovery from catastrophic wind. *The Botanical Review* (62), 113-185.
- [11] Wilson, B., & Archer, R. (1979). Tree design: some biological solutions to mechanical problems. *BioScience*, 293-298.
- [12] Malaise, F., 1984. Contribution à l' étude de l'écosystème de forêt dense sèche (mahulu): structure d'une foret sèche zambézienne des environs de lubumbashi. *Bull.Sec.Roy. Bot. Belge*117: 428- 458.
- [13] Durrieu de Madron, L. (1993). Mortalité, chablis et rôle des trouées dans la sylvigénèse avant et après exploitation sur le dispositif d'étude sylvicole de Paracou - Guyane française. Thèse de doctorat.
- [14] Madelaine-Antin, C. (2009). Dynamique des peuplements forestiers tropicaux hétérogènes: variabilité inter et intraspécifique de la croissance des arbres et trajectoires de développement en forêt dense humide sempervirente. Montpellier: Université Montpellier 2 – Montpellier SupAgro, Thèse de Doctorat.
- [15] Delcamp, M. (2007). Groupes "fonctionnels" d'espèces et prédiction de la dynamique des peuplements d'arbres après perturbation en forêt dense tropical humide: exemple en Guyane française. Université Montpellier 2 - Montpellier SupAgro, Thèse de doctorat.
- [16] Condit, R., Ashton, P., Manokaran, N., LaFrankie, J., Hubbell, S., & Foster, R. (1999). Dynamics of the forest communities at Pasoh and Barro Colorado: comparing two 50-ha plots. *Biological Sciences* (354), 1739-1748.
- [17] Condit, R., Ashton, P., Bunyavejchewin, S., Dattaraja, H., Davies, S., Esufali, S.,... T, Z. (2006). The importance of demographic niches to tree diversity. *Science* (313), 98-101.
- [18] Madelaine-Antin, C., Pélissier, R., Vincent, G., Molino, J.-F., Sabatier, D., Prévost, M.-F., & Namur, C. (2007). Mortality and recruitment in a lowland tropical rain forest of French Guiana: effects of soil type and species guild. *Journal of Tropical Ecology* (23), 277-287.

Facteurs associés à un taux élevé des césariennes au centre hospitalier de Kavumu (RD Congo) pour la période allant de 2016 à 2020

[Associated factors to a high rate of caesareans at Centre Hospital of Kavumu (DR Congo) for the period of 2016 to 2020]

R.V. Zihindula¹, K. J.-L. Bahizire², M.V. Nyaweza³, M.J. Kazerebeba¹, K.V. Mashokano¹, N.R. Ciribagula¹, and N.P. Barhambulira¹

¹Section protection maternelle et infantile, Département de Nutrition, Centre de Recherche en Sciences Naturelles de Lwiro, RD Congo

²Section de Zoologie, Département de Biologie, Centre de Recherche en Sciences Naturelles de Lwiro, RD Congo

³Section économie de l'environnement, Département de l'environnement, Centre de Recherche en Sciences Naturelles de Lwiro, 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 objective of this work was to contribute to the study of the factors associated to the practice of caesarean at the Centre Hospital of Kavumu, health zone of Miti-Murhesa, during the period of 2016 to 2020 either five years. Monthly reports of activities and registers of maternity service produced during the period of 2016 to 2020 had been denuded based on the type of childbearing, age, parity and for caesarean cases, the causes of this type of childbearing. The rate of childbearing (by parturition or caesarean) had been calculated and statistical analysis had been done by comparison of means using the Student t test, the ANOVA 1 F test and the Chi-square test. After data analysis, the following results had been obtained: the mean rates of parturition and caesarean childbearing were respectively of 89,7 % et 10,3 %; the furthering causes of high rate of caesareans at the CH Kavumu during the period of 2016 to 2020, in all ages slices confused were FSA, macrosomy, bad position, FDP, bursting and before bursting, maternal depletion and stationary work and the others causes interfere with a less incidence. Fanally, the associated factors to the practice of caesarean at the CH Kavumu are age, parity and caesarean cases. Studies carrying about analysis of size and weight of bearer women as associated factors to the practice of caesarean are indispensable.

KEYWORDS: Parturition, caesarean, causes of caesareans, factors, CH Kavumu.

RESUME: Ce travail avait comme objectif de contribuer à l'étude des facteurs associés à la pratique de la césarienne au CH Kavumu, Zone de Santé de Miti-Murhesa au cours de la période allant de 2016 à 2020 soit cinq ans. Des rapports mensuels d'activités et registres du service de maternité du CH Kavumu produits pendant la période de 2016 jusqu'en 2020 ont été dépouillés tenant compte du type d'accouchement, l'âge, la parité et pour les cas de césarienne, les causes de ce type d'accouchement. Les taux d'accouchement (par voie basse et césarienne) ont été calculés et les analyses statistiques ont été faites par la comparaison des moyennes en utilisant les tests t de Student, le test F d'ANOVA 1 et le test de Chi-deux. Après analyses des données, les résultats suivants ont été obtenus: les taux moyennes d'accouchements eutocique et dystocique au cours de la période de 2016-2020 sont respectivement de 89,7 % et 10,3 %; les causes favorisant le taux élevé de césariennes au CH Kavumu pendant la période de 2016 à 2020, dans toutes les tranches d'âge confondues, étaient SFA, macrosomie, mauvaise position, DFP, Rupture et prérupture, épuisement maternel et le travail stationnaire et les autres causes interviennent avec une moindre incidence. Enfin les facteurs associés à la pratique de la césarienne au CH Kavumu sont l'âge, la parité et les causes des césariennes. Les études portant sur l'analyse de la taille et le poids de parturiente comme facteurs associés à la pratique de la césarienne sont indispensables.

MOTS-CLEFS: Accouchement eutocique, accouchement dystocique, causes des césarienne, facteurs, CH Kavumu.

1 INTRODUCTION

Le taux de césarienne a augmenté de manière importante pendant les années 80 et 90 dans la plupart des pays développés et sous-développés (Notzon *et al.*, 1994). Cette augmentation a touché toutes les indications de césarienne, et a concerné aussi bien les femmes à haut risque que les femmes à moyen ou bas risque (Guihard et Blondel, 2001). Cette évolution est préoccupante car les césariennes sont associées à une augmentation de la mortalité et la morbidité maternelles, surtout en cas de césarienne pendant le travail (Subtil *et al.*, 2000), une augmentation de la morbidité respiratoire chez le nouveau-né (Truffert, 2000) et également une augmentation des anomalies de la fécondité et des risques pour les grossesses suivantes (Subtil *et al.*, 2000; Hemmenki, 1996; Ercole *et al.*, 2000).

La césarienne est un acte obstétrical qui sauve la mère et l'enfant, quand un problème se pose au déroulement de l'accouchement (Penn *et al.*, 1996). C'est encore une intervention chirurgicale consistant à ouvrir la paroi de l'abdomen et de l'utérus lors d'un accouchement, afin d'extraire le fœtus vivant et le placenta (McMahon *et al.*, 1996). Les césariennes sont souvent présentées comme un moyen simple et sans difficulté de faire naître son enfant; mais, peut en fait avoir des conséquences à court et à long terme, aussi bien pour le bébé que pour la mère. Jusqu'à présent les complications maternelles de la césarienne la font considérer comme une voie d'accouchement plus risquée que la voie basse. Deux phénomènes conjoints amènent à revoir régulièrement ce principe: Grâce aux progrès de l'anesthésie et de l'obstétrique, à l'antibioprophylaxie et à la thromboprophylaxie, les complications de la césarienne diminuent au cours de la césarienne. D'après les rapports des enquêtes mondiales sur la fécondité, le mariage des adolescents sont courants dans les pays en développement, c'est le Bangladesh qui en détient le record avec 90% des femmes mariées avant l'âge de 18 ans (Rosenthal et Paterson-Brown, 1998). Dans ce pays, à l'âge de 17 ans, près de la moitié de toutes les femmes sont mères et à 19 ans un tiers d'entre-elles ont au moins deux enfants (Rosenthal et Paterson-Brown, 1998). Aux Etats Unis d'Amérique, le taux de mortalité maternelle des adolescentes de moins de 15 ans est 3 fois plus élevé que celui des femmes de 20 à 24 ans (Breart *et al.*, 1994). Le risque supplémentaire pour les femmes avançant en âge est particulièrement important du fait que dans nombreux pays du monde les enfants nés des mères de plus de 35 ans représentent une proportion notable de la totalité de naissance, les chiffres sont de 15 % au Nigeria, 17 % au Sénégal, 25 % au Bangladesh, 11 % au Sri Lanka et 21% aux Etats Unis d'Amérique (Hall et Bewley, 1999).

En effet, depuis 1945, la communauté internationale de la santé considère que le taux de césarienne idéal se situe entre 10 % et 15 % (Petitti *et al.*, 1982). Depuis cette époque l'accouchement par césarienne était de plus en plus fréquemment réalisé aussi bien dans les pays développés que dans les pays en développement (Petitti *et al.*, 1982). Selon l'OMS, les taux de césarienne supérieur à 10 % ne sont pas associés à une réduction de taux de mortalité maternelle et néonatale (Petitti *et al.*, 1982).

Cependant, les césariennes peuvent causer des complications majeures et parfois permanentes, des incapacités ou des décès notamment dans les lieux ne disposant pas des infrastructures et/ou capacité nécessaires pour garantir la sécurité chirurgicale et traiter les complications chirurgicales. La réalisation d'une césarienne expose à un risque de césarienne d'environ 50 % lors de l'accouchement suivant et ceci contribue probablement à une diminution du nombre total de grossesses désirées par les femmes; chez les femmes multipares césarisées, on observe en effet une diminution de la fécondité ultérieure (Van Ham et Van Dongen, 1997). Par ailleurs, la césarienne utérine expose à un risque de rupture utérine parfois fatale à environ 1% des cas. L'accouchement par césarienne peut s'accompagner d'angoisse et de sensation de malaise préopératoire, ainsi que des douleurs post opératoire pénible. Disons que pendant la période du post partum, les accouchées par césarienne manifestent plus souvent des signes de fatigue et de dépression qu'en cas d'accouchement par voie basse (Grazener *et al.*, 1995).

Ainsi, l'étude des facteurs liés à un taux de césariennes élevé permet de comprendre comment certains éléments ont joués le rôle dans la décision de faire cet acte. Ces facteurs sont d'une origine multiple. Les enquêtes en population ont montré qu'à côté des facteurs médicaux correspondant à des caractéristiques du fœtus et de la mère, interviennent la classe sociale et l'organisation des structures des soins (Braveman *et al.*, 1995; Naiditch *et al.*, 1997). Cependant, les études les plus récentes sont surtout Américaines et Française et elles sont souvent centrées sur une indication ou un facteur, et ne permettent pas donc d'avoir une vue d'ensemble des facteurs contribuant à la décision d'une césarienne (Mckensie et Stephenson, 1993; Guihard et Blondel, 2001).

Contribuer à l'étude des facteurs associés à la pratique de la césarienne au CH Kavumu est l'objectif de ce travail effectué au CH Kavumu au cours de la période allant de 2016 à 2020 soit cinq ans.

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 MILIEU D'ÉTUDE

Cette étude a été effectuée au Centre Hospitalier de Kavumu (CH Kavumu), zone de santé de Miti-Murhesa, en province du Sud-Kivu, République Démocratique du Congo. Le centre Hospitalier de Kavumu est situé sur la route nationale n° 2, sur le tronçon Bukavu-Goma, à 32 Km de la ville de Bukavu, à 2 Km de l'aéroport national de Kavumu/Bukavu et à 1 Km du centre commercial de Kavumu vers le nord. Il est l'un de deux centres hospitaliers que compte la zone de santé de Miti-Murhesa dont l'autre est le centre hospitalier de Lwiro. CH

Kavumu est entouré par les centres de santé de Businde/Kavumu, M'bayo, Buhandahanda et Mushungurhi. Le choix du centre hospitalier de Kavumu a été dicté par le fait que c'est le premier centre médical qui avait organisé le service de la chirurgie et la maternité dans le milieu, c'est un centre médical para-étatique et du point de vue de sa fréquentation dans le service de la maternité et Gynéco-obstétrique.

2.2 RÉCOLTE DES DONNÉES

L'étude a été rétrospective et couvrait une période allant de 2016 en 2020 soit une durée de cinq ans. Les critères d'inclusion concernaient toutes les femmes ayant accouchés au centre hospitalier de Kavumu, Zone de Santé de Miti-Murhesa au cours de cette période d'étude quelles que soient les conditions et la provenance; et étaient exclues dans l'étude, toutes les femmes ayant accouchées avant l'année 2016 et après 2020 quelles que soient les conditions et sa provenance.

La méthode documentaire a été utilisée pour la collection des données: des rapports mensuels d'activités et registres du service de maternité du CH Kavumu produits pendant la période de 2016 jusqu'en 2020 ont été dépouillés en fonction du type d'accouchement, l'âge, la parité et pour la césarienne, les causes de ce type d'accouchement. Il s'agit d'un échantillonnage exhaustif des femmes qui venaient accoucher au CH Kavumu. Le nombre d'accouchées par voie basse et par césarienne a compté, le nombre d'accouchées par tranche d'âge ($\leq$ à 17 ans, $\geq$ à 18 ans et $\leq$ à 37 ans et $\geq$ à 38 ans et $\leq$ à 55 ans) a été aussi compté, le nombre d'accouchées par parité a également été compté et enfin, le nombre d'accouchées par césarienne en fonction des causes de la césarienne a été compté.

2.3 ANALYSE DES DONNÉES

Les données collectées ont été introduites dans le logiciel Office Excel version 2013.

Le taux d'accouchement (par voie basse et par césarienne) a été calculé par la formule:

$$\text{Taux d'accouchement annuel (en \%)} = \frac{\text{Nombre d'accouchements annuel} \times 100}{\text{Nombre total accouchements de toute la période d'étude}}$$

Les courbes des taux d'accouchements ont été tracées à l'aide de ce logiciel Office Excel version 2013.

Les analyses statistiques ont été effectuées au seuil de 0.05 pour comparer:

Les taux annuels d'accouchement eutocique et dystocique par le test t de Student en utilisant la formule:

$$t = \frac{M1 - M2}{\sqrt{\frac{s^2}{n1} + \frac{s^2}{n2}}}$$

Avec :

$$s^2 = \frac{\varepsilon(x - M1) + \varepsilon(x - M2)}{(n1 + n2) - 2}$$

$$\text{et } M = \frac{\varepsilon x}{n}$$

Où M1 et M2 sont des taux d'accouchements annuels et S² est la variance des taux d'accouchements annuels; n1 et n2 sont les nombres d'années de l'étude et ε est la somme.

Avec : ddl= (n1+n2) -2

Les taux d'accouchements eutocique et dystocique par tranche d'âge par le test F d'ANOVA I utilisant la formule suivante:

$$F = \frac{CMT}{CME}$$

Où CMT est le Carré Moyen dû aux Traitements et CME est le Carré Moyen dû aux Erreurs

Ainsi pour y arriver, on doit:

Calculer la moyenne ($\bar{x}$) de chaque traitement par la formule:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

Où :

$\sum x$ est la somme des effectifs et N est le nombre d'effectifs dans le cas des données non

Groupées comme les nôtres

- Calculer la variance de chaque traitement par la formule:

$$s^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N - 1}$$

- Calculer la moyenne globale de tous les traitements par la formule:

$$\bar{x} = \frac{N_1 \bar{x}_1 + N_2 \bar{x}_2 + N_3 \bar{x}_3 + N_4 \bar{x}_4}{N_1 + N_2 + N_3 + N_4}$$

- Calculer le Carré Moyen dû aux Traitements (CMT) par la formule:

$$CMT = \frac{SCT}{K - 1}$$

Où SCT la Somme des Carrés dus aux Traitements et K est le nombre des traitements, avec SCT donné par la formule:

$$SCT = N_1 (\bar{x}_1 - \bar{x})^2 + N_2 (\bar{x}_2 - \bar{x})^2 + N_3 (\bar{x}_3 - \bar{x})^2 + N_4 (\bar{x}_4 - \bar{x})^2$$

- Calculer le Carré Moyen dû aux Erreurs (CME) par la formule:

$$CME = \frac{SCE}{(N_1 + N_2 + N_3 + N_4) - K}$$

Où SCT la Somme des Carrés dus aux Erreurs, avec SCE donné par la formule:

$$SCE = (N_1 - 1) s_1^2 + (N_2 - 1) s_2^2 + (N_3 - 1) s_3^2 + (N_4 - 1) s_4^2$$

Le ddl (degré de liberté) est déterminé en prenant la valeur K-1 pour le numérateur et la valeur (N₁+N₂+N₃+N₄) -K pour le dénominateur.

Taux de césariennes par parité et taux de causes des césariennes par le test de Chi-deux en utilisant la formule:

$$\chi^2 = \frac{\sum (C_i - O_i)^2}{O_i}$$

Où C_i est la valeur théorique et O_i valeur observée; $\sum$ est la somme

Avec ddl= (l-1) (c-1) où ddl est le degré de liberté, l est le nombre de ligne et c est le nombre de colonne.

3 RÉSULTATS

3.1 TAUX D'ACCOUCHEMENTS EUTOCIQUES ET DYSTOCIQUES PENDANT LA PÉRIODE D'ÉTUDE DE 2016-2020 AU CH KAVUMU

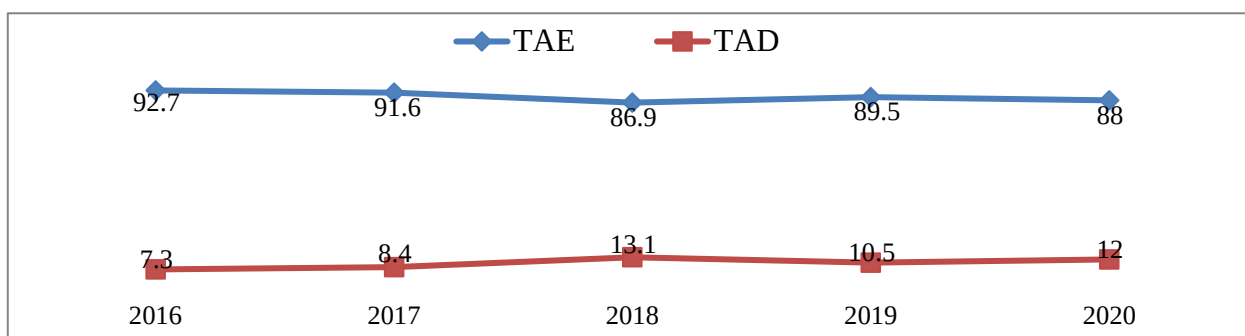


Fig. 1. Taux d'accouchements eutociques et dystociques pendant la période d'étude de 2016-2020 au CH Kavumu

Les taux d'accouchements eutociques et dystociques pendant la période d'étude de 2016 à 2020 oscillent. Cependant, le taux élevé est observé en 2016 et le moins élevé en 2018 pour les accouchements eutociques alors que le taux élevé est observé en 2018 et le moins élevé en 2016 pour les accouchements dystociques. En effet, les analyses statistiques par le test t de student montrent qu'il y a une différence statistiquement significative ($t_{\text{calculé}} = 51.98$ et $t_{\text{tabulaire}} = 2.30$) entre les taux d'accouchements eutociques et dystociques pendant la période d'étude au CH Kavumu allant de 2016 à 2020. Ces résultats sont dus par la variation du nombre des cas et la multiplicité des structures de santé à caractère privé avec salles d'opérations. La différence statistiquement significative s'explique par le fait que les accouchements eutociques sont plus fréquents que les accouchements dystociques parce que les conditions anatomophysiologiques sont favorables pour accoucher eutociquement chez les parturientes du CH Kavumu.

3.2 TAUX D'ACCOUchement EUTOCIQUE PAR ANNÉE ET PAR TRANCHES D'ÂGE

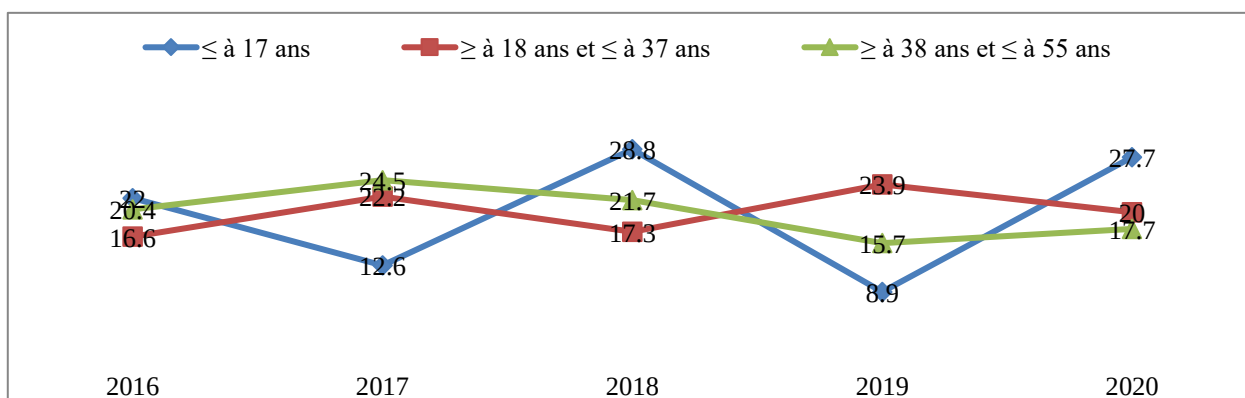


Fig. 2. Taux d'accouchement eutocique par tranche d'âge et par année au CH Kavumu

Dans la tranche d'âge ≤ à 17 ans, le taux d'accouchement eutocique a été le plus observé en 2018 et le moins élevé a été observé en 2019; pour la tranche d'âge ≥ à 18 ans et ≤ à 37 ans, le taux d'accouchement eutocique a été le plus observé en 2019 et le moins élevé a été observé en 2016; alors que dans la tranche d'âge ≥ à 38 ans et ≤ à 55 ans, le taux d'accouchement eutocique a été le plus observé en 2017 et le moins élevé a été observé en 2016. Le test statistique ANOVA 1 montre cependant qu'il y a une différence statistiquement significative entre les taux d'accouchement eutocique par année et par tranche d'âge ($F = 0.5648$ et $p = 0.6939$). Cette différence statistiquement significative s'explique par le fait que la fréquentation des parturientes est plus élevée dans la tranche d'âge ≥ à 18 ans et ≤ à 37 ans, alors que dans les autres tranches d'âge, dont ≤ à 17 ans et ≥ à 38 ans et ≤ à 55 ans, les parturientes sont moins fréquentes car il s'agit des cas des grossesses à haut risque (Naiditch *et al.*, 1993).

3.3 TAUX D'ACCOUCHEMENT DYSTOCIQUE PAR TRANCHE D'ÂGE ET PAR ANNÉE AU CH KAVUMU

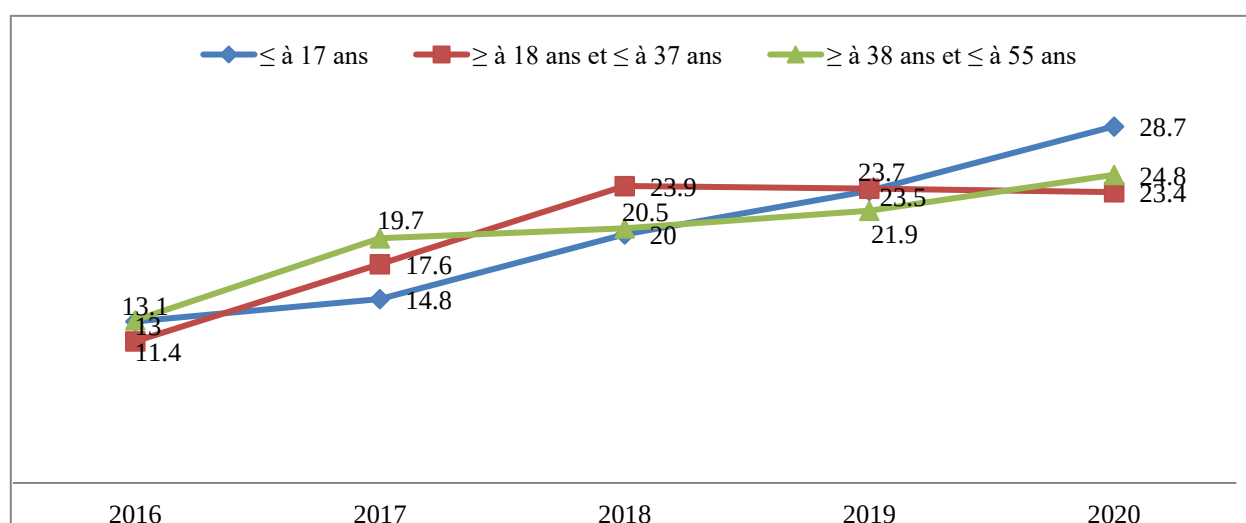


Fig. 3. Taux d'accouchement dystocique par tranche d'âge et par année au CH Kavumu

La tranche d'âge de ≤ 17 ans, présente le taux d'accouchement dystocique le plus élevé en 2020 et le moins élevé en 2016; pendant que dans la tranche d'âge ≥ 18 ans et ≤ 37 ans, le taux d'accouchement le plus élevé a été observé en 2018 et le moins élevé en 2016 et enfin, dans la tranche d'âge ≥ 38 ans et ≤ 55 ans, le taux d'accouchement le plus élevé a été observé en 2020 et le moins élevé en 2016. Dans toutes les trois tranches d'âge, les taux d'accouchements augmentent exponentiellement en fonction des années. Au fur et à mesure que les années augmentent les taux d'accouchements dystociques augmentent aussi. Le test statistique ANOVA 1 montre cependant qu'il y a une différence statistiquement significative entre les taux d'accouchement eutocique par année et par tranche d'âge ($F = 19.95$ et $p = 9.316$). Dans la tranche d'âge ≥ 18 ans et ≤ 37 ans, il y a plus d'accouchements car c'est la tranche d'âge favori pour la productivité sexuelle, alors que les autres tranches d'âge sont à haut risque pour la conception.

3.4 TAUX DES CÉSARIENNES PAR PARITÉ

3.4.1 TAUX DES CÉSARIENNES DE MOINS DE 18 ANS PAR PARITÉ AU CH KAVUMU

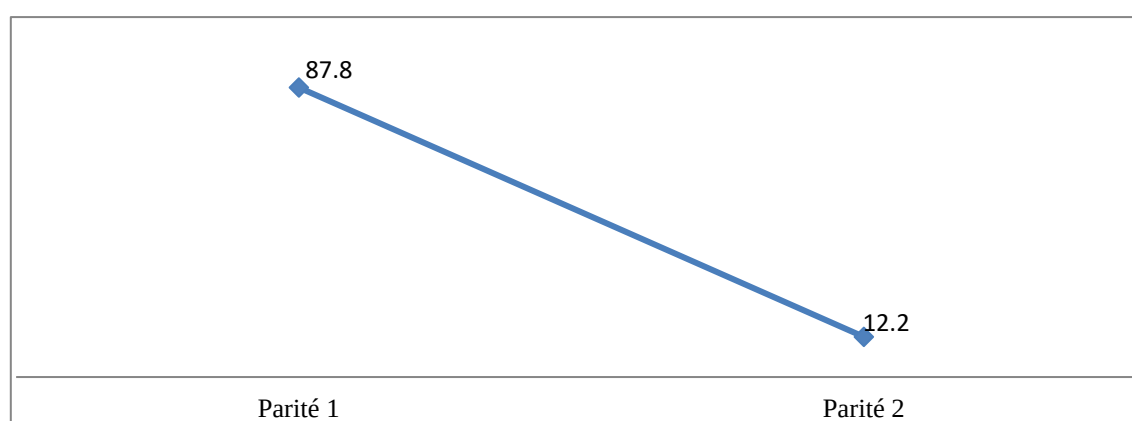


Fig. 4. Taux des césariennes de moins ou égal à 17 ans par parité au CH Kavumu

Au CH Kavumu, il s'observe qu'il y a eu plus de cas des césariennes dans la tranche d'âge de moins de 18ans au cours de la parité 1 qu'à la parité 2. Le test statistique chi-carré montre cependant qu'il y a une différence statistiquement significative entre les taux d'accouchement dystocique par parité ($\chi^2_{calculé} = 57.154$ et $p = 3.84$). Ceci s'explique par l'inadaptabilité des parturientes pour l'accouchement mais aussi dans le cadre de sauver les parturientes car n'avaient encore atteint l'âge favori pour la conception.

3.4.2 TAUX DES CÉSARIENNES DE PLUS OU ÉGAL À 18 ANS À MOINS OU ÉGAL À 37ANS PAR PARITÉ

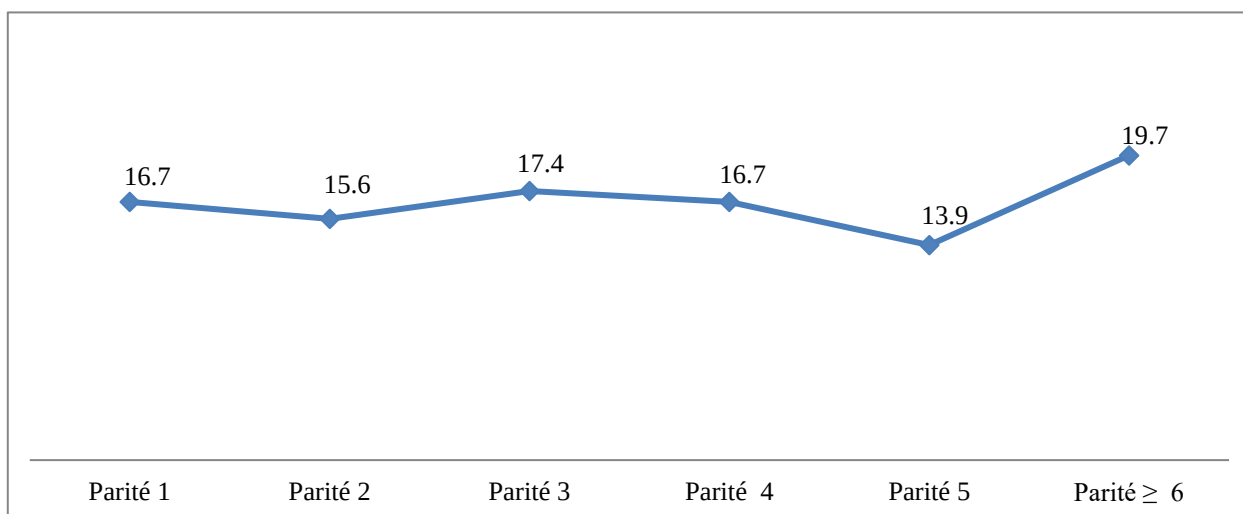


Fig. 5. Taux des césariennes de plus ou égal à 18 ans à moins ou égal à 37ans par parité

Le taux le plus élevé de dystocie par parité est pour les parturientes à parité supérieure ou égale à 6. Ceci s'explique par le fait que plus une mère accouche plus d'enfants plus elle court le risque d'être césarisé dans la tranche d'âge de 18ans à 37ans. Le test statistique chi-carré montre cependant qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les taux d'accouchement dystocique par parité pour les césarisées de plus ou égal à 18 ans à moins ou égal à 37ans par parité ($\lambda^2_{\text{calculé}} = 1.1102$ et $\lambda^2_{\text{tabulaire}} = 11.07$). Cette différence statistiquement non significative s'explique par le nombre d'enfants n'ont pas directement une influence direct sur le risque de césarienne.

3.4.3 TAUX DES CÉSARIENNES DE PLUS OU ÉGAL À 38 ANS À MOINS OU ÉGAL À 55ANS PAR PARITÉ

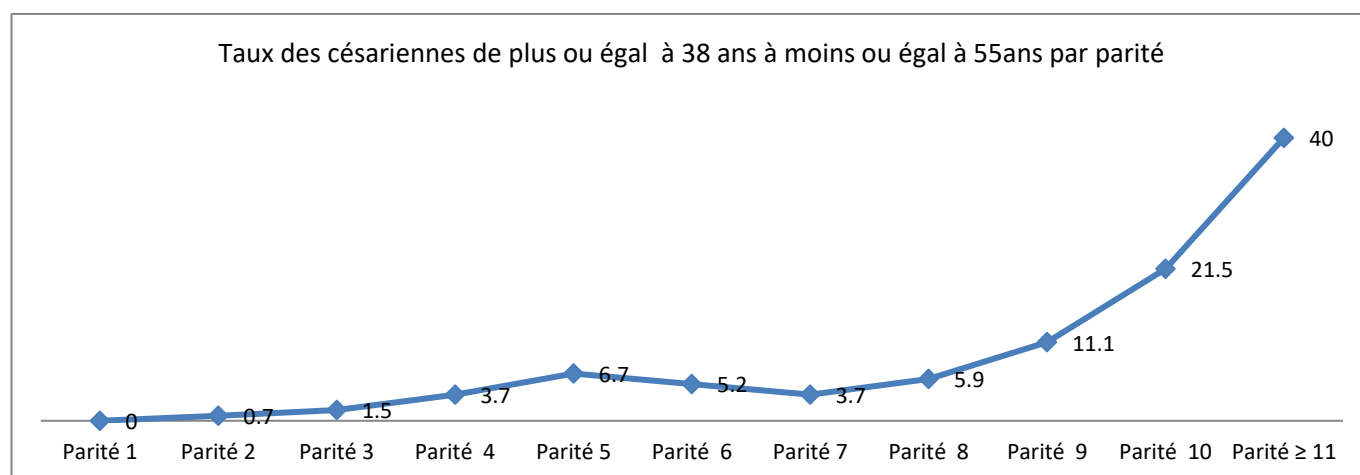


Fig. 6. Taux des césariennes de plus ou égal à 38 ans à moins ou égal à 55ans par parité

A la tranche d'âge plus ou égal à 38 ans à moins ou égal à 55ans, le taux de césarienne augmente en fonction du nombre de parité sachant que quand le nombre de parité augmente, l'âge aussi augmente; mais cependant, le taux de césarienne le plus élevé dans cette tranche d'âge, est pour les parturientes de parité supérieure ou égale à 11. Le test statistique chi-carré montre qu'il y a une différence statistiquement significative entre les taux d'accouchement dystocique par parité pour les césarisées de plus ou égal à 38 ans à moins ou égal à 55 ans par parité ($\lambda^2_{\text{calculé}} = 155.3$ et $\lambda^2_{\text{tabulaire}} = 11.07$). Cette différence statistiquement significative s'explique par le fait que plus une mère accouche beaucoup d'enfants avec un âge avancé plus elle court le risque d'être césarienne.

3.5 CAUSES GÉNÉRALES DES CÉSARIENNES AU CH KAVUMU

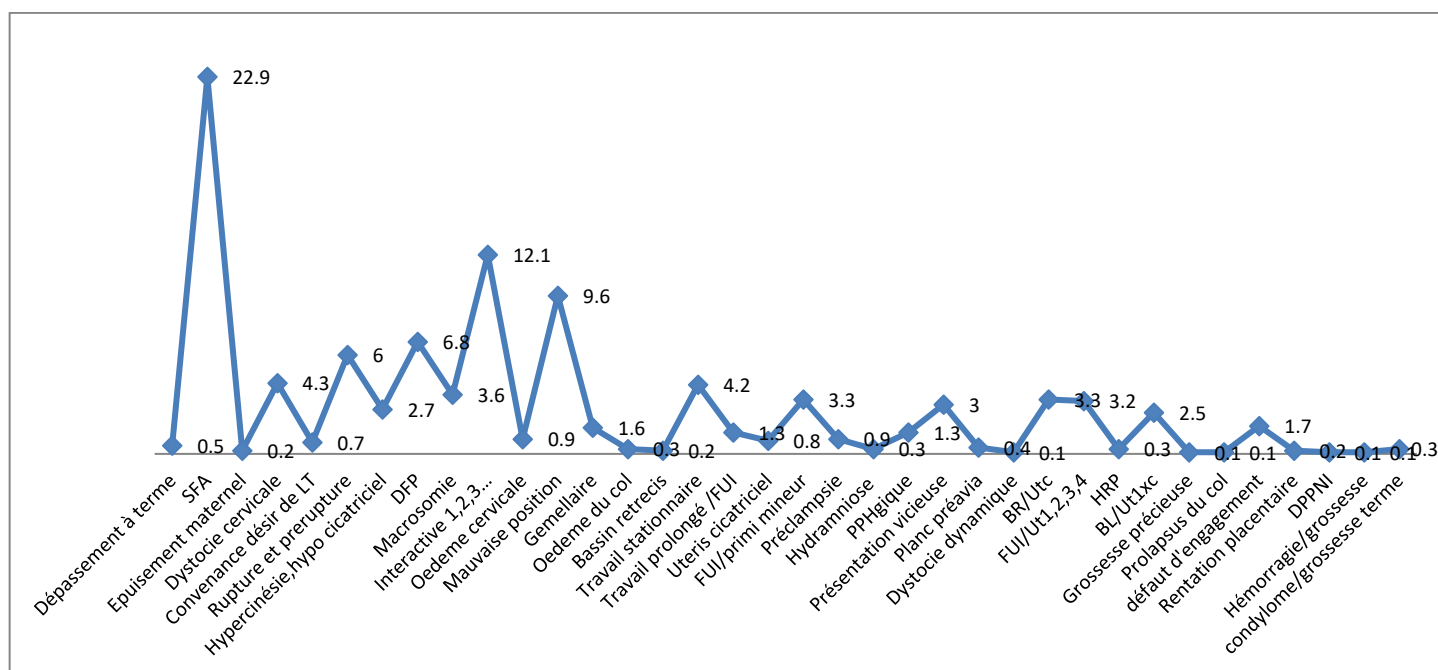


Fig. 7. Taux des causes générales des césariennes au CH Kavumu

Les principales causes de césariennes au CH Kavumu sont surtout SFA, macrosomie, mauvaise position, DFP, Rupture et prérupture, épuisement maternel et le travail stationnaire. Mais cependant, d'autres causes surgissent avec une moindre incidence. Le test statistique chi-carré montre qu'il y a une différence statistiquement significative entre les causes générales d'accouchement dystocique ($\chi^2_{\text{calculé}} = 244.35$ et $\chi^2_{\text{tabulaire}} = 43.75$). Ceci s'explique par le fait que chaque parturiente se présente avec tous les risques dues à la grossesse qu'elle porte et aux antécédents de cette dernière.

3.6 CAUSES DES CÉSARIENNES AU CH KAVUMU DANS LA TRANCHE D'ÂGE ≤ 17 ANS

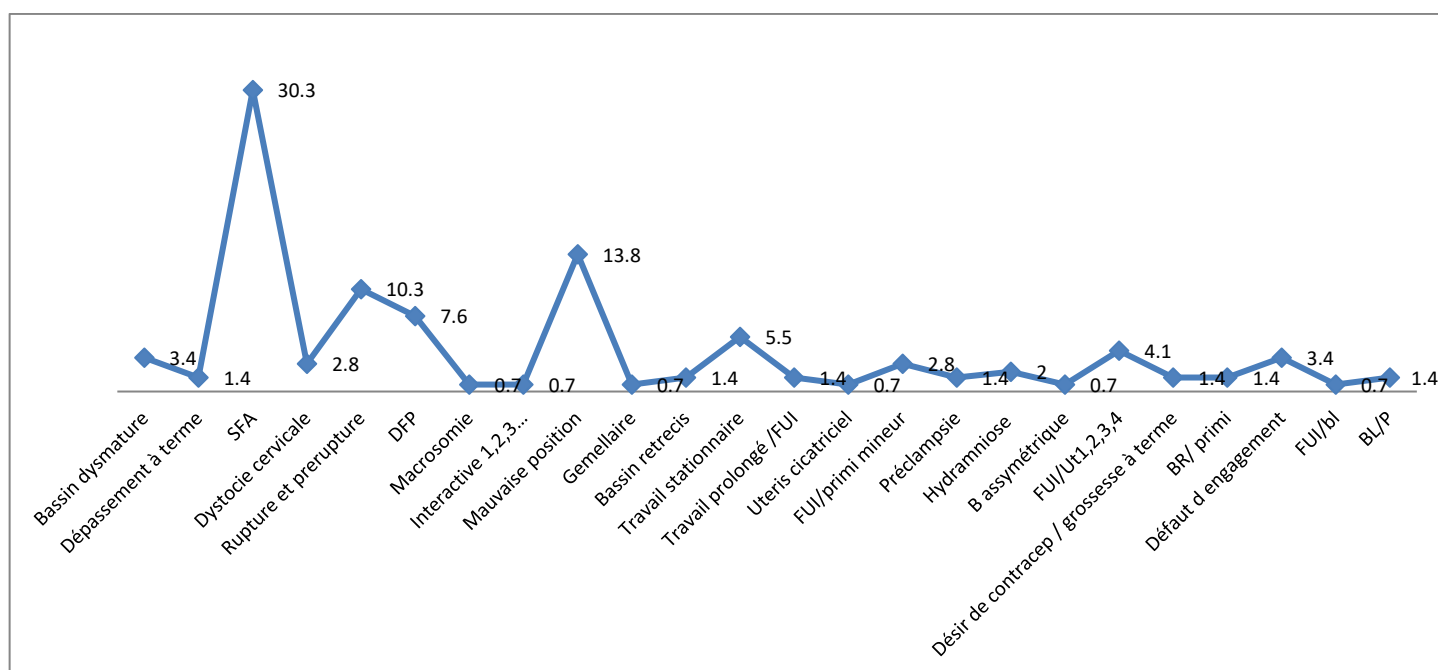


Fig. 8. Fréquence des causes des césariennes dans la tranche d'âge ≤ 17 ans

Au CH Kavumu, les causes principales des césariennes dans la tranche d'âge ≤ 17 ans sont SFA, mauvaise position, rupture et prérupture, DFP, travail stationnaire et FUI/Ut 1, 2, 3, 4. Mais les autres causes surgissent avec une moindre incidence. Le test statistique chi-carré montre qu'il y a une différence statistiquement significative entre les causes d'accouchement dystocique dans la tranche d'âge ≤ 17 ans ($\lambda^2_{\text{calculé}} = 229.11$ et $\lambda^2_{\text{tabulaire}} = 37.65$). L'inadaptabilité des parturientes, la taille du fœtus par rapport au développement du bassin de la mère et la conception précoce expliquent cette différence statistiquement significative entre les causes des césariennes dans la tranche d'âge ≤ 17 ans.

3.7 CAUSES DES CÉSARIENNES AU CH KAVUMU DANS LA TRANCHE D'ÂGE ≥ 18 ANS ET ≤ 37 ANS

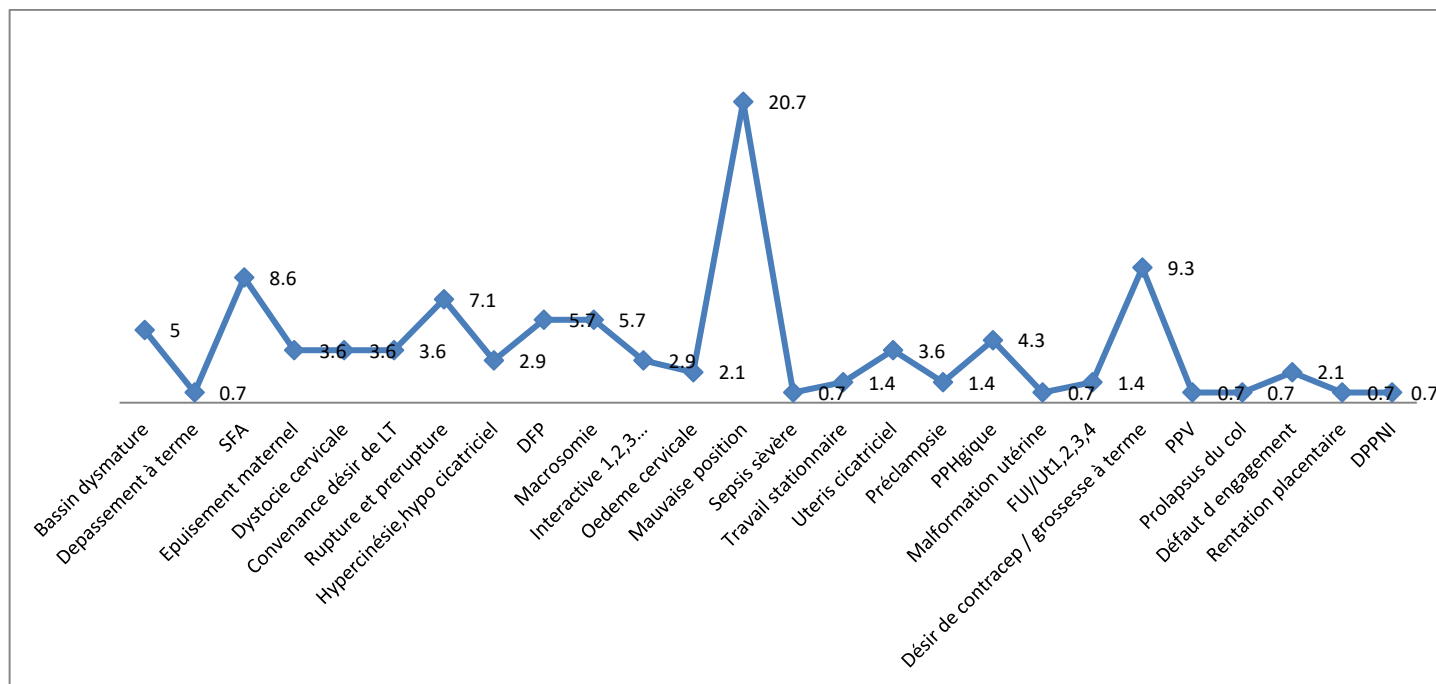


Fig. 9. Fréquence des causes des césariennes dans la tranche d'âge ≥ 18 ans et ≤ 37 ans

Dans la tranche d'âge ≥ 18 ans et ≤ 37 ans, les principales causes des césariennes au CH Kavumu sont mauvaise position, désir de contraception/grossesse à terme, SFA, rupture et prérupture, DFP, macrosomie, bassin dysmature et PPHgique. Les autres causes surgissent avec une moindre incidence. Le test statistique chi-carré montre qu'il y a une différence statistiquement significative entre les causes générales d'accouchement dystocique dans la tranche d'âge ≥ 18 ans et ≤ 37 ans ($\lambda^2_{\text{calculé}} = 118.63$ et $\lambda^2_{\text{tabulaire}} = 37.65$). La taille du fœtus par rapport au développement du bassin de la mère, la physiologie et l'alimentation de la parturiente, la profession de la parturiente et l'état de santé de la parturiente au cours de la grossesse expliquent cette différence statistiquement significative entre les causes des césariennes dans la tranche d'âge ≥ 18 ans et ≤ 37 ans.

3.8 CAUSES DES CÉSARIENNES AU CH KAVUMU DANS LA TRANCHE D'ÂGE ≥ 38 ANS ET ≤ 55 ANS

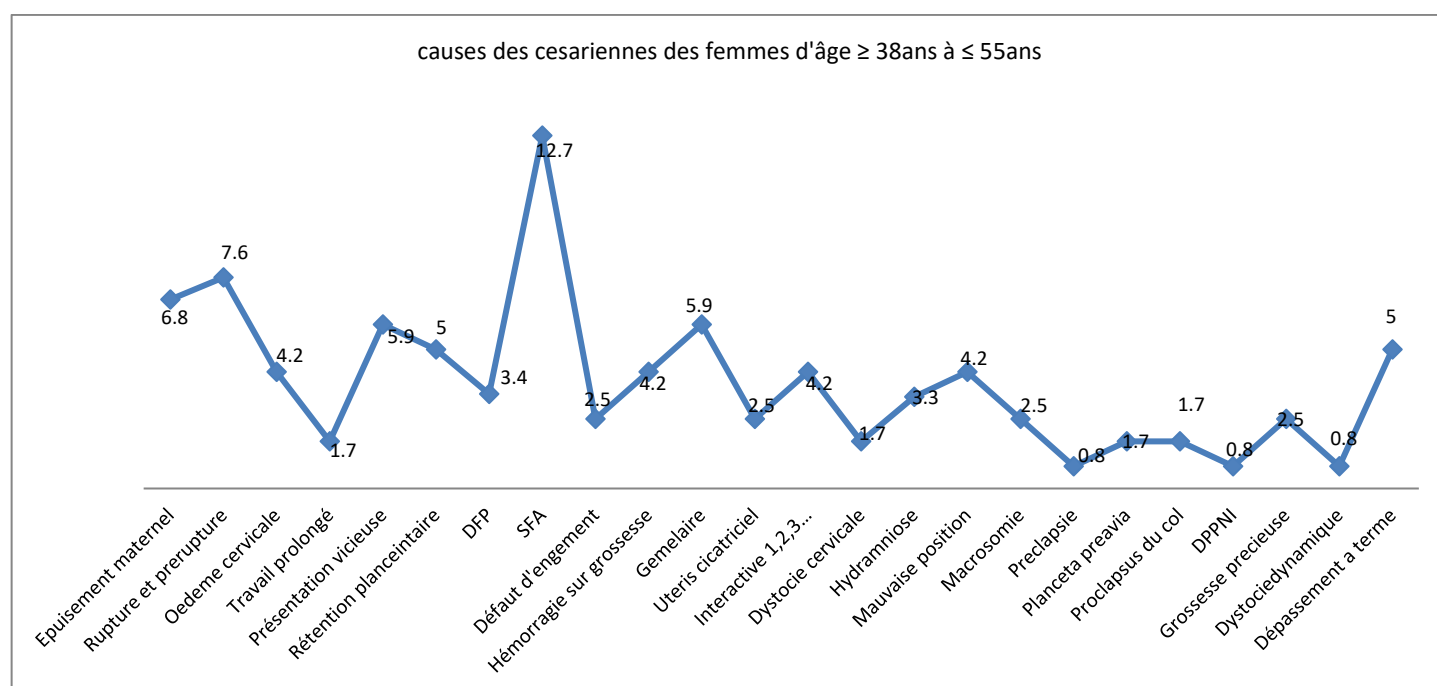


Fig. 10. Fréquence des causes des césariennes dans la tranche d'âge ≥ 38 ans et ≤ 55 ans

Les parturientes de la tranche d'âge ≥ 38 ans et ≤ 55 ans ont présenté les causes principales des césariennes suivantes au CH Kavumu: SFA, rupture et prérapture, épuisement maternel, présentation vicieuse, gémellaire, rétention placentaire, dépassement à terme, œdème cervical, hémorragie sur grossesse, interactive 1,2,3, ... et mauvaise position, certainement les autres causes surgissent avec une moindre incidence. Le test statistique chi-carré montre qu'il y a une différence statistiquement significative entre les causes générales d'accouchement dystocique dans la tranche d'âge ≥ 38 ans et ≤ 55 ans ($\chi^2_{\text{calculé}} = 46.74$ et $\chi^2_{\text{tabulaire}} = 37.65$). La grande multiparité, l'avancement en âge, les antécédents maternels et l'épuisement physique expliquent cette différence statistiquement significative entre les causes des césariennes dans la tranche d'âge ≥ 38 ans et ≤ 55 ans.

4 DISCUSSION

Le taux de césarienne au CH Kavumu varie en oscillant en fonction des années, de l'âge, des parités et des causes. Plusieurs raisons sont à l'origine de la variation du taux de césariennes dans un milieu déterminé comme les caractéristiques des femmes, enfants et des maternités (Guihard et Blondel, 2001), la classe sociale de la femme (Braveman *et al.*, 1995; Naiditch *et al.*, 1993) et les antécédents de césarienne (Guihard et Blondel, 2001). Les résultats de cette étude faite sur les facteurs associés à la césarienne au CH Kavumu ont montré que les taux d'accouchements eutocique et dystocique au cours de la période de 2016-2020 oscillent en fonction des années avec un taux plus élevé en 2016 et le moins élevé en 2018 pour les accouchements eutociques, alors que le taux élevé de dystocie a été observé en 2018 et le moins élevé en 2016. Cette oscillation du taux de césarienne au cours des années s'explique par le fait que le nombre d'accouchées ou parturientes varie aussi en fonction des années. Il n'est donc pas dit que le nombre de parturientes doit rester constant ou augmentera ou diminuera au fur et à mesure que les années avancent, le nombre de parturientes est aléatoire car il n'y a pas un nombre exact attendu pour un accouchement quelconque, soit du type eutocique ou dystocique. Selon Parazzini *et al.* (1992), le nombre attendu des parturientes n'est jamais déterminé au sein d'une structure sanitaire.

Cependant, la tranche d'âge est un facteur déterminant dans le cas de type d'accouchements tant eutocique que dystocique. Au CH Kavumu, dans la tranche ≤ 17 ans, le taux d'accouchement eutocique a été plus élevé en 2018 et le moins élevé en 2019; pour la tranche d'âge ≥ 18 ans et ≤ 37 ans, le taux d'accouchement eutocique le plus élevé est en 2019 et le moins élevé en 2016 et pour la tranche d'âge ≥ 38 ans et ≤ 55 ans, le taux d'accouchement eutocique plus élevé a été observé en 2017 et le moins élevé en 2016. La tranche d'âge de ≤ 17 ans, présente un taux d'accouchement dystocique le plus élevé en 2016; pendant que la tranche d'âge ≥ 18 ans et ≤ 37 ans, le taux d'accouchement le plus élevé a été observé en 2020 et le moins élevé 2016. Pour les 2 types d'accouchements, la comparaison en nombre de parturientes n'est pas aussi possible car l'intervalle des tranches d'âge n'est pas le même et le nombre d'accouchées n'est pas aussi le même. Le risque d'accouchements par césarienne augmente avec l'âge maternel, mais aussi avec un âge

non indiqué pour l'accouchement, le risque est accentué (Guihard et Blondel, 2001). Nos résultats coïncident avec ceux Cnattingius *et al.* (1998) qui avaient aussi trouvé que l'âge est un facteur prépondéramment limitant dans les cas d'accouchements par césarienne; ces auteurs ont conclu que au bas âge, dont l'âge mineur et à l'âge plus avancé, dont l'âge à haut risque pour les grossesses, les taux de césariennes sont plus remarquables par rapport au taux de césariennes des parturientes à l'âge normal de procréation.

En effet, chez les primipares le taux de césariennes est élevé suite à l'inadaptation physique et psychologique de la parturiente et la structure du bassin (Guihard et Blondel, 2001), comme nous l'avons aussi constaté dans nos résultats, mais cependant, dans nos résultats nous n'avons pas analysé les tailles des parturientes. Néanmoins, dans notre étude, nous avons constaté que plus une parturiente fait beaucoup d'enfants, plus elle est exposée à une césarienne; c'est ce qui est montré dans la figure 6 de nos résultats: "plus le nombre de parités augmente plus le risque de césarienne augmente".

Les caractéristiques maternelles sont associées à un taux élevé des césariennes dans une étude menée dans les maternités en France (Guihard et Blondel, 2001), comparativement à notre étude menée au CH Kavumu pendant la période de 2016 en 2020, ces caractéristiques comme l'inadaptabilité des parturientes, la taille du fœtus et le développement du bassin de la mère, sont parmi les facteurs favorisant le taux élevé des césariennes.

Les résultats de notre étude, montrent qu'en général, les causes favorisant le taux élevé de césariennes au CH Kavumu pendant la période de 2016 à 2020, dans toutes les tranches d'âge confondues, sont surtout SFA, macrosomie, mauvaise position, DFP, Rupture et prérupture, épuisement maternel et le travail stationnaire et les autres causes interviennent avec une moindre incidence. Ces résultats coïncident avec ceux de nos prédécesseurs qui ont trouvé aussi que les causes principales de la pratique de la césarienne chez les parturientes sont la SFA, macrosomie et mauvaise position (Guihard et Blondel, 2001) en France; SFA, DFP, épuisement maternel et travail stationnaire (Naiditch *et al.*, 1993) en Inde et la macrosomie, mauvaise position, DFP, Rupture et prérupture, épuisement maternel et le travail stationnaire (Mckensie et Stephenson, 1993) à Washington. Cependant, Stafford (1991), a trouvé aussi dans son étude menée en France qu'un antécédent de césarienne représente un facteur déterminant dans la décision de faire une césarienne. Cet auteur a trouvé que les facteurs associés à un taux élevé de césarienne répétée sont dus aux caractéristiques de l'enfant et les deux principaux facteurs de risque de première césarienne sont la présentation siège du fœtus et la prématurité. Ainsi, des études se rapportant aux causes de césarienne liées au rapport de poids de la mère et l'enfant seraient indispensables pour une population aussi rurale comme celle de CH Kavumu.

5 CONCLUSION

Une césarienne est une intervention chirurgicale qui peut sauver la vie de la mère ou de l'enfant lorsqu'elle est justifiée par des raisons médicales précises. Cette étude qui a porté sur les facteurs associés à un taux élevé de césarienne au CH Kavumu montre que les taux d'accouchements dystociques pendant la période d'étude de 2016 à 2020 oscillent en fonction des tranches d'âges, des parités et des causes de dystocie. Mais, cependant, les causes favorisant le taux élevé de césariennes au CH Kavumu pendant la période de 2016 à 2020, dans toutes les tranches d'âge et parités confondues sont la SFA, macrosomie, mauvaise position, DFP, Rupture et prérupture, épuisement maternel et le travail stationnaire alors que les autres causes interviennent avec une moindre incidence. Ainsi, les parturientes devront se rendre le plutôt que possible au CPN pour se rendre compte de l'état et évolution de leurs grossesses, respecter le calendrier de la CPN et mettre en pratique les conseils leurs donnés par le personnel médical.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier le DN du CH Kavumu MUHOGERA Ntamukunzi Passy, le DN Adjoint BISIMWA Cizungu Simon et la responsable de la maternité Madame Mamy SAULI pour nous avoir assuré l'accès à l'accessibilité aux rapports d'activités et registres du service de la maternité et toute l'équipe de la section protection maternelle et infantile pour les dépouillement des données.

REFERENCES

- [1] Braveman P, Egerte S, Edmonston F, Verdon M. Racial/ethnic differences in the likelihood of caesarean delivery, California. *Am J public health* 1995; 85: 625-30.
- [2] Breart G, Varnoux N, Bouvier – colle M- H. césariennes. In: les morts maternels en France. Bouvier –Colle, varnoux, breart. INSERM ed 1994, 39- 48.
- [3] Cnattingius S., Cnattingius R., Notzon FC. Obstacles to reducing caesarean rates in a iow cesarean setting: the effect of maternal age, height, and weight. *Obstet Gynecol* 1998; 92: 501-6.
- [4] Ercole d'E., Bretelle F., Piechon L., Shojai R., Boubli L., 2000. La césarienne a-t-elle une indication en cas de l'utérus cicatriciel ? *J Gynecol Obset Biol reprod*, 29 (suppl2): 51-67.

- [5] Grazen CMA, Abdalla M, Stroud P, Naji S, Templetan A, Russel IT. Post natal maternal morbidity: extent, causes, prevention and streatement. Br jobset Gynrcol 1995, 102: 282-7.
- [6] Guihard p, Blondel B. trends in risk factors for caesarean sections in France between 1981 and 1995: iessons for reducing the rates in the future. Br J Obstet Gynacol 2001; 108: 48-55.
- [7] Guihard P. et Blondel B., 2001. Les facteurs associés à la pratique d'une césarienne en France: Résultats de l'enquete nationale perinatale de 1995. J. Gynecol obstet Biol reprod; 30, 444-453.
- [8] Hall MH, Bewley S. Maternal mortality and mode of delivery. Lancet 1999; 354: 776.
- [9] Hemminki E., 1996. Impact of caesarean section on future pregnqcy-a review of cohort studies. Paed Perinat Epidem, 10: 366-79.
- [10] Mckensie L. et Stephenson PA., 1993. Variation in caesarean section rates among hospitals in Washington State. Am. J. Public Health, 83, 1109-1112.
- [11] MCMahon MJ, Luther ER, Bowes WA Jr, olshan AFF. comparaison of a trial labor with an elective second cesarean section. N Engl.J. Med 1996, 689 - 95.
- [12] Naiditch M, Levy G, Chale JJ. Cohen H.Calladon B, Maria B, et al. Césariennes en France: impacts des facteurs organisationnels dans les variations pratique. J Gynecol Obset Biol Reprod 1997: 26: 484-95.
- [13] Notzon T.C., Cnattinglus S., Bergsjo P., Cols S., Irgens L., 1994. Cesarean section delivery in the 1980s: international comparison by indication. Am J Obset Gynecol 1994; 170: 495-504.
- [14] Parazzini F, Pirotta N, La Vecchia C.Fedele L.Deternants of cesarean sectionrates in Italy. Br J Obstet Gynecol 1992; 99: 203-6.
- [15] Penn Z.J., Steer P.J., Grant A., 1996. A multicentre randomized controection for thelled trial comparing élective and selective casarean section for the delivery of the preterme breen infant. B j Obstet gynecol, 103: 684 - 9.
- [16] Petitti DB, Cefalo RC, ShapiroS., Whalley P. in hospital maternal mortality in the uniterder staty: time trends and relation to method of delivery. Obset gynecol 1982, 59: 6-12.
- [17] Rosenthal AN, Paterson- Brown S. IS there an in cremental rise risk of obstetric intervention with increasing maternel age? Br J obset gynecol 1998, 105: 1054-9.
- [18] Stafford RS. The impact of nonclinical factors on repeat caesarean section. JAMA 1991; 265: 59-63.
- [19] Subtil D., Vaast P., Dufour P., Spret-Mosser S., Codacioni X. et Puech F., 2000. Conséquences maternelles de la césarienne par voie basse. J Gynecol Obset Biol reprod, 29 (suppl2): 10-6.
- [20] Truffert P., 2000. Conséquences néonatales de la césarienne. J Gynecol Obset Bio Reproded, 29 (suppl2): 117-21.
- [21] Van Ham M.A. et Van Dongen P.W., Mulder J.maternal consenquences of coesarean section. A retrospective studyof intra-operative and post operative maternal complications ofcoesarean section durig a 10 - years period. Eur J obset gynecol Reprod bid 1997; 74: 1-6.

Techniques d'accouchement traditionnel: Facteurs favorisant la mortalité maternelle chez les pygmées dans la zone de santé de Miti-Murhesa, RD Congo

[Traditional birthing techniques: Factors contributing to maternal mortality among pygmies in the health zone of Miti-Murhesa, DR Congo]

Zihindula Rukengwa¹, Ciribagula Nkulwe¹, Kafumba Mireille¹, Tamani Makofi², and Bahizire Kayeye²

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

²Département de Biologie, Centre de Recherche en Sciences Naturelles de Lwiro (CRSN, Lwiro), DS, Bukavu, Sud-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: Since long; there have been several community health projects that are attempting to solve problems linked to maternal and infantile morbi-mortalities. These kinds of projects remain unfulfilled to pygmies and other people from black Africa.

This descriptive transversal study about the techniques of traditional birth, as factors which promote the motherly and infantile mortality was carried out in Miti-Murhesa health zone during a period from September 2018 to October 2019 in 4 sites (Buyungule, Cibuga, Cirharhangwa and Muyange) where Pygmies live. Traditional childbearing techniques which are applied by midwives pygmies would expose pygmies women giving birth and the new born to factors which can bring them to the death. The principal objective of this study is to contribute to the reduction of maternal and infantile mortality and morbidity of native people in Miti-Murhesa health zone. An inquiry questionnaire and focus groups were used to collect data during our field descent. We recorded several techniques and inhuman practices that are applied to pygmies' women giving birth because they have no means to access to health services and yet these pygmies' women rarely access to prenatal consultation because they are negligent and loafers.

KEYWORDS: Techniques, Birth, Mortality, Morbidity, abortion, Pygmies, Miti-Murhesa.

RESUME: Depuis un certain temps, il s'observe plusieurs projets de santé communautaire pour tenter de résoudre les problèmes liés à la mortalité et à la morbidité maternelle et infantile; chose qui, jusqu'aujourd'hui reste irréalisable chez les pygmées et d'autres peuples d'Afrique noire. Notre étude descriptive transversale a porté sur les techniques d'accouchement traditionnel chez les pygmées; comme facteurs favorisant la mortalité maternelle et infantile chez ces derniers dans la zone de santé de Miti-Murhesa. Elle a été menée durant la période de septembre 2018 à octobre 2019 dans 4 sites (Buyungule, Cibuga, Cirharhangwa et Muyange) où vivent les pygmées. Les techniques d'accouchement traditionnel appliquées par les sage-femmes considérées comme des accoucheuses traditionnelles pygmées exposeraient les accouchées et les nouveaux nés à plusieurs facteurs pouvant leur coûter la vie immédiatement ou à la longue. L'objectif principal de cette étude est de contribuer à la réduction de la mortalité maternelle et infantile des peuples autochtones dans la zone de santé de Miti-Murhesa. Un questionnaire d'enquête et les groupes de discussion ou focus groups ont été utilisés pour collecter les données sur le terrain. Nous avons enregistré plusieurs techniques et pratiques inhumaines appliquées aux accouchées non seulement parce qu'elles veulent mais aussi parce qu'elles n'ont pas les moyens pour accéder aux services de santé. Ces dernières accèdent rarement au service de consultation prénatale, pas parce qu'elles n'ont pas les moyens financier et matériel, mais par ce qu'elles sont négligentes et paresseuses.

MOTS-CLEFS: Techniques, accouchement, Mortalité, Morbidité, avortement, pygmées, Miti-Murhesa.

1 INTRODUCTION

Depuis un certain temps, il s'observe plusieurs projets de santé publique pour tenter de résoudre les problèmes liés à la mortalité et à la morbidité maternelle et infantile; chose qui, jusqu'aujourd'hui reste irréalisable chez les pygmées et d'autres peuples d'Afrique noire. Selon les objectifs de l'OMS et l'UNICEF à la conférence d'ALMA ATA tenue en 1978; exigeant de donner accès aux soins de santé pour tous d'ici l'an 2000, ils restent utopiques car beaucoup de population reste encore isolée aux soins comme les peuples pygmées de la zone de santé Miti-Murhesa. Cette population toujours vulnérable n'a pas des moyens pour accéder aux soins de santé. Les femmes continuent à accoucher sans aucune assistance médicale, sans médicaments et veulent accoucher tout en étant entourées de leurs semblables pygmées. Plusieurs cas d'avortements, de mortalité maternelle et infantile ont été enregistrés dans cette communauté et cela à l'absence d'un personnel de santé qualifié et non qualifié.

La situation sanitaire des Pygmées est changeante en raison des transformations de leur mode de vie traditionnelle et de leurs cultures de chasseurs-cueilleurs forestiers. Nous sommes complètement négligés et oubliés; disent les pygmées. Nos femmes n'ont même pas accès aux Sages-femmes; elles sont continuellement exposées à la mort par manque de soins durant leurs grossesses et leur accouchement. C'est un résultat de la soi-disant vie moderne dans laquelle nous sommes entraînés. Ce n'était pas comme ça quand nous vivions dans notre environnement naturel, la forêt; Nous avions tant de plantes pour faire face à ces problèmes [1].

Les femmes pygmées abandonnées à leur triste sort n'ont pas des moyens ni financier ni matériel et tombent comme des mouches avec leurs enfants sans aucune assistance médicale par un personnel médical qualifié; et pourtant l'accès à la santé est un droit comme le droit à la sécurité, à l'alimentation, à l'éducation, ... chose contraire parce qu'elles n'ont pas les moyens pour y arriver, elles ne se font pas vacciner parce qu'elles n'accèdent pas à des soins prénataux [1].

L'accoucheuse traditionnelle est la personne qui aide la mère pendant l'accouchement et dont la compétence émane des accouchements guidés pendant son apprentissage auprès d'autres accoucheuses traditionnelles [2]. La naissance d'un enfant est un événement que l'on célèbre dans le monde entier, c'est à qui dansera, allumera un feu d'artifice ou offrira fleurs et cadeau [3]; Or des milliers de femmes vivent quotidiennement la naissance d'un enfant non pas comme l'événement heureux qu'elle devrait être mais un enfer qui peut parfois leur coûter la vie [3]. Les victimes de la morbidité et de la mortalité sont les femmes pauvres et analphabètes privées de tout pouvoir politique et discriminées de tous. C'est ainsi que pour une femme de pays en développement, le risque de mourir liée à une grossesse se situe en moyenne entre 1 sur 4000 et 1 sur 10000 pour une femme de pays développés. On estime entre 60 à 80%, les femmes des pays en développement qui accouchent en dehors de toute installation moderne de soins de santé. La majorité d'entre elles accouchent avec l'aide des personnes non qualifiées, certaines sans aucune aide [3]. Chaque année, on enregistre environ 500 000 décès maternels et des millions de femmes sont sérieusement malades après accouchement [3]. Alors que, dans les pays en développement près de la moitié des accouchements se font sans la présence de personnel de santé qualifié. En Afrique, 34% seulement des mères sont assistées d'un agent qualifié [3]. Alors que cette proportion est de 31% en Asie du sud et 64% en Amérique latine. Il ne suffit pas que les services de santé maternelle et infantile (SMI) existent pour qu'ils soient utilisés, même pour les femmes à qui cela a été conseillé [3]. Ceux-ci peuvent s'expliquer par: Les centres de santé et hôpitaux très éloignés du foyer de la femme qui ne dispose ni du temps, ni des moyens de transport, ni peut-être de l'argent nécessaire pour s'y rendre. Il se peut qu'elle ne voit pas aussi l'utilité des services qui lui sont offerts. Une étude menée au Zimbabwe, certifie que les femmes d'une certaines zones rurales voulaient bien les soins prénataux dispensés par les services officiels mais préféraient accoucher chez elles [3]. La condition de la femme et sa santé sont étroitement liées. Tout effort sérieux visant à améliorer la santé de la femme doit pour réussir s'attaquer d'abord aux coutumes sociales et aux traditions culturelles qui nuisent à sa santé, simplement parce qu'elle est née femme [4]. Les gens faisaient une distinction nette entre santé physique et hygiène; qu'ils estimaient du ressort des structures en place et la santé informelle. Dans le cas de naissances, les besoins spirituels et moraux du nouveau-né avaient aux yeux des villageois, la priorité absolue et ils refusaient donc l'accouchement à l'hôpital [5]. Les techniques d'accouchements à domicile seraient les facteurs favorisant la mortalité maternelle et infantile chez les femmes pygmées dans la zone de santé de Miti-Murhesa. L'objectif principal de cette étude est de contribuer à la réduction de la mortalité maternelle et infantile des peuples autochtones dans la zone de santé de Miti-Murhesa, spécifiquement cette étude vise à identifier les accoucheuses traditionnelles pygmées dans la zone de santé de Miti-Murhesa, déterminer les techniques de ces dernières pendant l'accouchement, déterminer les risques de leurs pratiques, ainsi que ceux des accouchées avant et après accouchement; déterminer le taux de la couverture vaccinale de mères pygmées.

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 MILIEU D'ÉTUDE

L'étude s'est déroulée auprès de la population vivant aux alentours du Parc National de Kahuzi-Biéga (PNKB) dans l'aire de santé de Combo localisée dans le groupement de Miti qui est situé au Nord de la ville de Bukavu, territoire et chefferie de Kabare. L'aire de santé de Combo est l'une des aires de santé de la zone de santé de Miti-Murhesa comme l'aire de santé de Kavumu, l'aire de santé de Lwiro, l'aire de santé de M'bayo, l'aire de santé de Mushungurhi, l'aire de santé de Kahungu, l'aire de santé de Muganzo, l'aire de santé de Cifuma, l'aire de santé de Kalwa, l'aire de santé de Kajeje, l'aire de santé de Kashusha, l'aire de santé d'Itara, l'aire de santé de Mulungu, l'aire de santé de Murhesa, l'aire de santé de Buhandahanda et l'aire de santé de Bushumba. La zone de santé de Miti-Murhesa est limitée par différentes zones de santé: au Nord, la zone de santé de Katana; au sud, la zone de santé de Kabare, à l'est, la zone de santé de Katana; à l'ouest, la zone de santé de Bunyakiri et au sud-ouest, la zone de santé de Kalonge.

Cette zone de santé jouit d'un climat tropical tempéré avec une altitude caractérisée par une longue saison pluvieuse qui s'étend de mi-septembre à fin mai avec une forte pluie surtout en Avril, Mai et en Décembre et d'une saison sèche qui va de Juin en Août.

Notre étude s'étend sur quatre sites où habitent les pygmées actuellement notamment le site de Buyungule, Cibuga, Cirharhangwa et Muyange.

2.2 METHODES

Notre étude est descriptive transversale; elle couvre une période allant de Septembre 2015 en octobre 2019. La méthode consistait à identifier avant tout, toutes les accoucheuses traditionnelles pygmées reconnues dans les 4 sites, une fois identifié un questionnaire d'enquête ouvert leur a été adressé pour connaître l'âge des répondants, leur niveau d'instruction, l'ancienneté de leur métier; ce dernier nous a aidé à identifier les décès maternels et infantiles survenus, les accouchements, les avortements ainsi que les naissances. Ce questionnaire nous a encore une fois aidé à avoir une information sur la fréquentation à la consultation prénatale (CPN) et à la vaccination des mères. Nous avons ensuite passé à l'organisation des 4 groupes de discussion focalisée, un dialogue fouillé, guidé par un questionnaire ouvert a été conduit aux 5 groupes concernés, un groupe de six accoucheuses traditionnelles et 4 autres groupes des mères pygmées ayant accouchées à domicile et d'autres ayant accouchée à la maternité et pour cela un groupe de discussion contenait 8 personnes prises au hasard pour chaque site ciblé à part le groupes de 6 accoucheuses traditionnelles. Le questionnaire d'enquête était basé sur les critères suivants:

- L'environnement dans lequel a lieu l'accouchement,
- La façon de se maintenir de l'accoucheuse traditionnelle,
- Les matériels utilisés lors de l'accouchement,
- Les dispositions à prendre devant un cas de dystocie.
- Les médicaments utilisés et les techniques lors de l'accouchement.
- Le nombre de naissance guidé par an et par accoucheuse traditionnelle.

Les critères d'inclusions sont basés sur l'origine; seront inclus dans l'étude, toutes les accoucheuses traditionnelles pygmées et toutes les accouchées pygmées dans les 4 sites assistés par un personnel qualifié ou pas de Septembre 2015 à Octobre 2019; Sont exclues toutes les accouchées non pygmées, les accoucheuses traditionnelles non pygmées et les accouchées pygmées d'avant notre période d'étude.

Nous avons utilisé les variables telles que: CPN, âge, parité, profession, niveau d'instruction, vaccination; distance.

3 RESULTATS

Tableau 1. Age des accoucheuses traditionnelles pygmées

Âge	effectif	%
25 -34 ans	01	16,66
35-44 ans	01	16,66
45-54ans	01	16,66
55-64 ans	01	16,66
65-74 ans	02	33,33
≥75 ans	00	00
Total	06	100

Au vu de ce tableau, nous constatons que la majorité des accoucheuses traditionnelles pygmées sont âgées d'entre 65 ans et 75 ans.

Tableau 2. Niveau d'instruction des accoucheuses traditionnelles

Niveau d'études	Effectif	%
Analphabètes	5	83,33
Alphabétisation	1	16,66
Primaire non achève	0	0
Primaire achève	0	0
Post secondaire	0	0
Secondaire achève	0	0
Total	6	100

Il ressort de ce tableau que le niveau d'instruction de nos répondants demeure très bas; une accoucheuse soit 16,66% a au moins suivi une formation d'alphabétisation et 5 soit 83,33% ne savent lire ni écrire c'est-à-dire sont des analphabètes.

Tableau 3. Ancienneté des accoucheuses traditionnelles

Ancienneté	Effectif	%
1 à 5ans	1	16,66
6 à 10 ans	1	16,66
11 à 15 ans	2	33,33
≥ 16 ans	2	33,33
Total	06	100

Ce tableau nous montre que parmi nos répondants 2 soit 33,33% ont une ancienneté supérieure ou égale à 16 ans, 2 autres ont une ancienneté de 11 à 15 ans soit aussi 33,33% et les autres ont une ancienneté variant entre 1 à 5 ans et 6 à 10 ans soit 16,66%.

Tableau 4. Nombre des décès maternels et infantiles, avortements et dystocies enregistrées durant la période allant de Septembre 2018 à Octobre 2019

Nombre de décès maternels	01
Nombre de décès infantiles	04
Nombre d'avortements	10
Nombre de dystocies	10

Il ressort de ce tableau que les nombres d'avortements et de dystocies sont les mêmes et sont supérieurs aux nombres de décès maternels et de décès infantiles. La figure 1 ci-dessous montre la répartition de la population dans les sites de notre enquête.

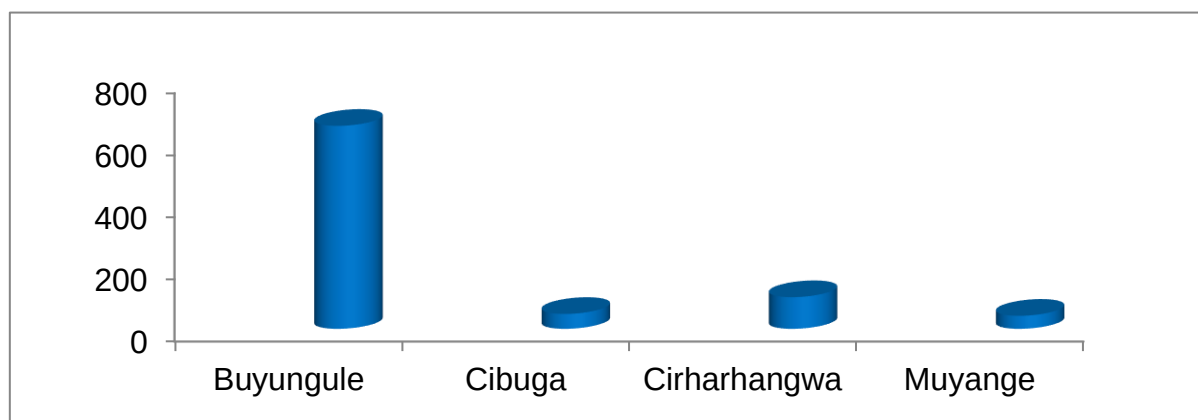


Fig. 1. Répartition de la population totale par site

Au vu de cette figure, nous constatons que la plus grande population de pygmées est concentrée dans le site de Buyungule, suivi de Cirharhangwa puis Muyange et Cibuga.

La figure 2 montre la répartition de femmes en procréation dans les sites de notre enquête.

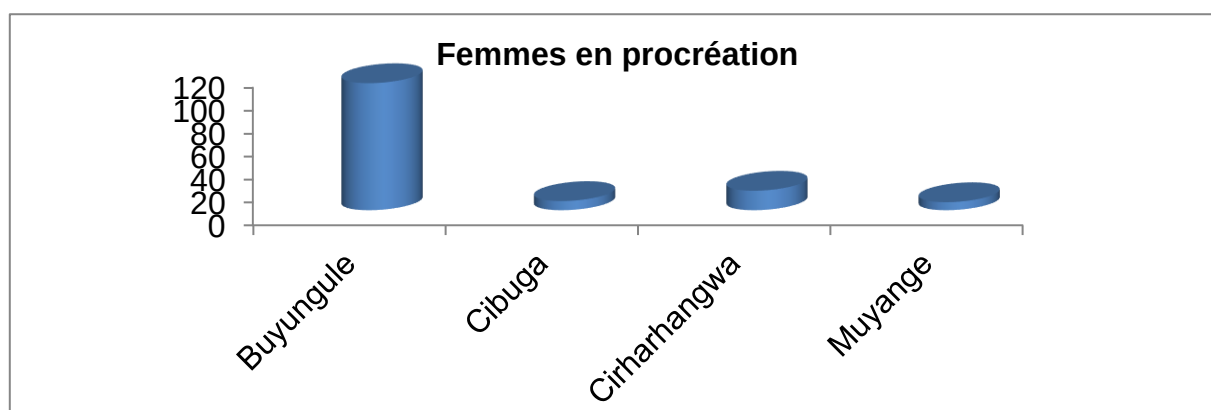


Fig. 2. Répartition des femmes en procréation par site

Cette figure nous montre que les femmes en âge de procréer sont plus concentrées à Buyungule suivi de Cirharhangwa en fin Cibuga et muyange.

La figure 3 montre le nombre d'enfants de moins de 5 ans dans les sites de notre enquête.

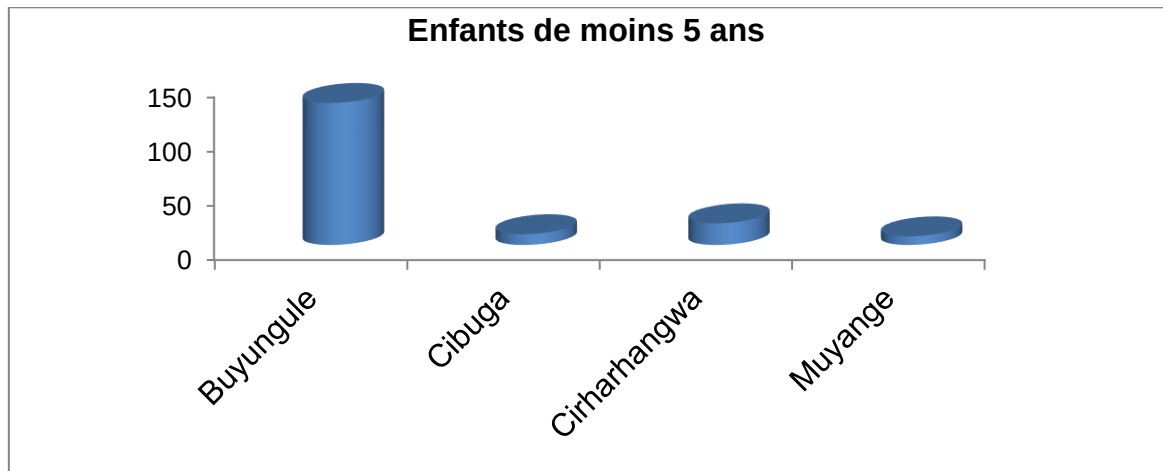


Fig. 3. Nombre d'enfants de moins de 5 ans dans les sites de notre enquête

De cette figure, nous remarquons que Buyungule compte plus d'enfants de moins de 5 ans, suivi de Cirharhangwa et en fin Cibuga et Muyange.

La figure 4 montre le nombre d'accoucheuses dans les sites de notre enquête.

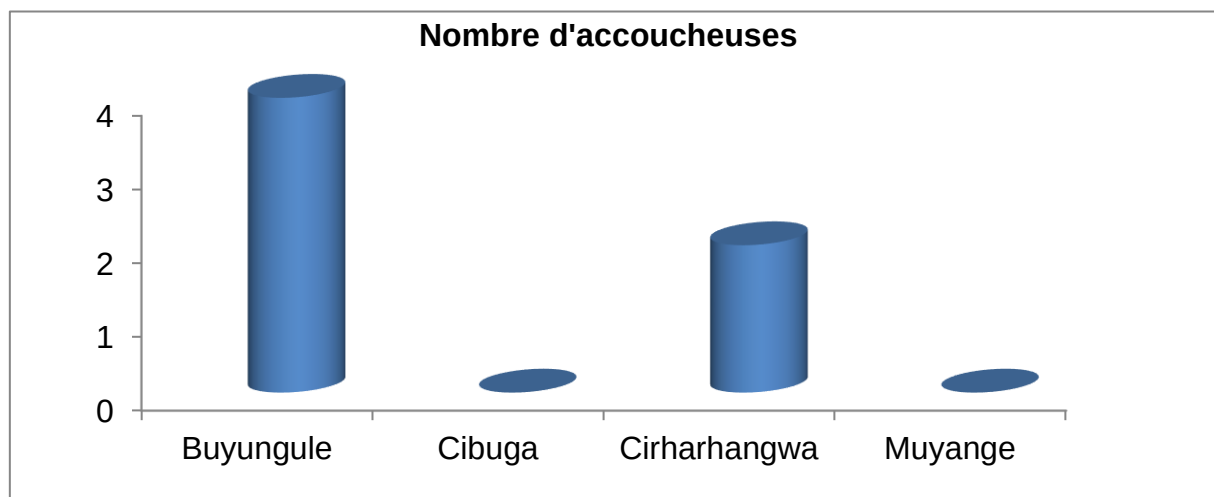


Fig. 4. Nombre d'accoucheuses dans les sites de notre enquête

En interprétant cette figure, nous constatons que Buyungule compte plus d'accoucheuses traditionnelles, suivi Cirharhangwa par rapport à Cibuga et Muyange.

La figure 5 montre le nombre de décès maternels dans les sites de notre enquête.

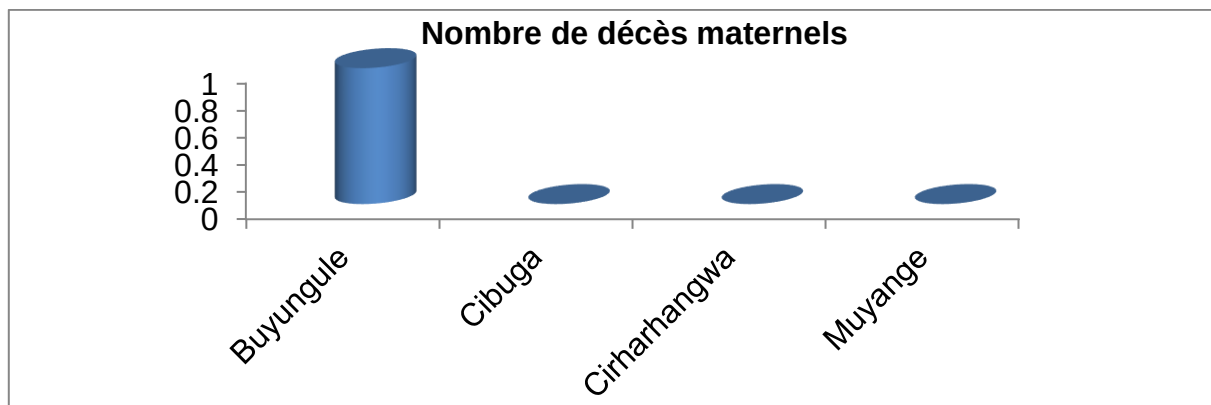


Fig. 5. Nombre de décès maternels dans les sites de notre enquête

Au vu de cette figure, nous constatons que c'est à Buyungule où il y a eu un décès maternel mais ce décès maternel signalé ne couvre pas le taux des décès maternel des pygmées plutôt ça couvre le cas de décès enregistré au cours de la profession des accoucheuses traditionnelles.

La figure 6 montre le nombre de décès infantiles dans les sites de notre enquête.

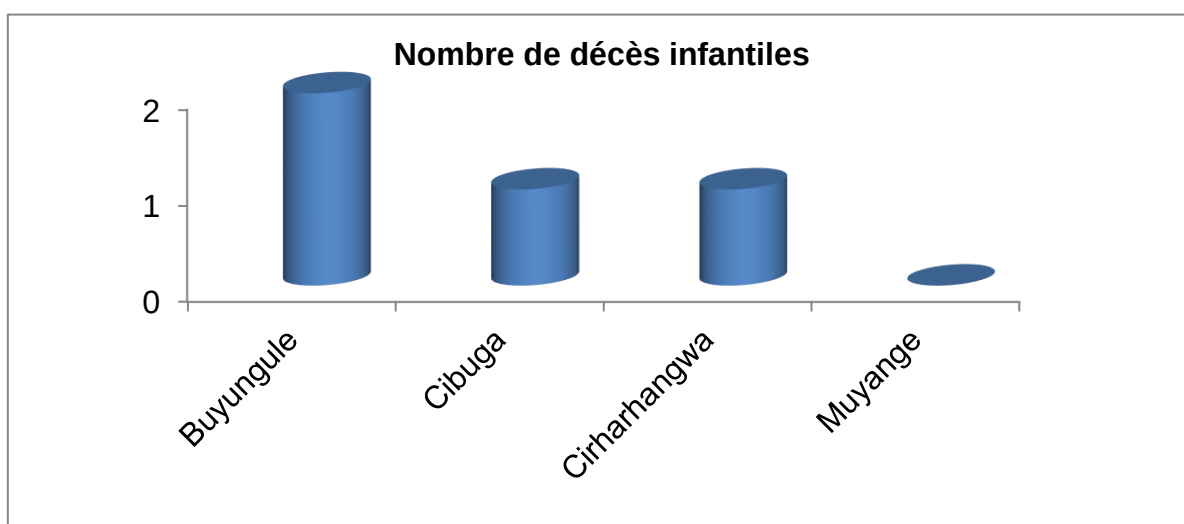


Fig. 6. Nombre de décès infantiles dans les sites de notre enquête

Pour cette figure, nous constatons que c'est à Buyungule où il y avait eu plus de cas de décès infantiles suivi de Cibuga et Cirharhangwa; de même le cas de décès infantile signalés ne couvre pas le taux de mortalité infantile des pygmées plutôt les cas enregistrés par les accoucheuses traditionnelles.

La figure 7 montre le nombre d'avortements dans les sites de notre enquête.

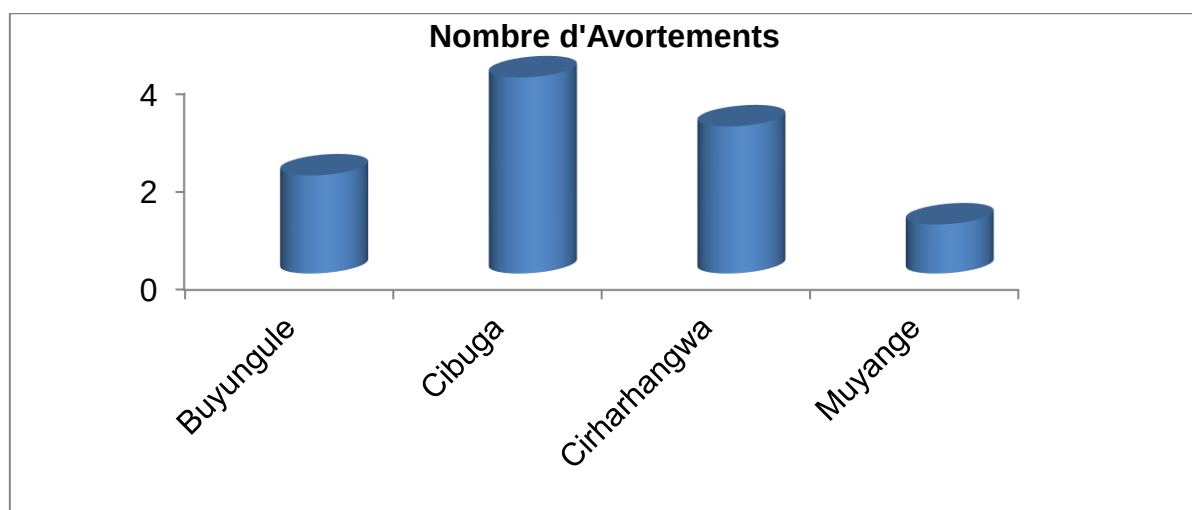


Fig. 7. Nombre d'avortements dans les sites de notre enquête

Cette figure, nous représente le nombre de cas d'avortement enregistrés pendant leur carrière et le plus grand nombre d'avortement était signalé à Cibuga, suivi de Cirharhangwa puis Buyungule et enfin Muyange.

Cependant, le graphique ci-dessous montre l'évolution des paramètres étudiés en fonction des années de la population totale (PT), du nombre de femmes en procréation, du nombre d'enfants de moins de 5 ans, du nombre d'accoucheuses, du nombre de décès maternels, du nombre de décès infantiles et du nombre d'avortements.

L'évolution de ces paramètres sur les pygmées dans nos sites d'étude indique que ces paramètres sont en nombre élevé en 2018 dans chaque site. Ceci s'explique par le fait qu'au fur et à mesure que les années augmentent, la population aussi augmente et tous ces paramètres évoluent dans le temps selon l'évolution de la population.

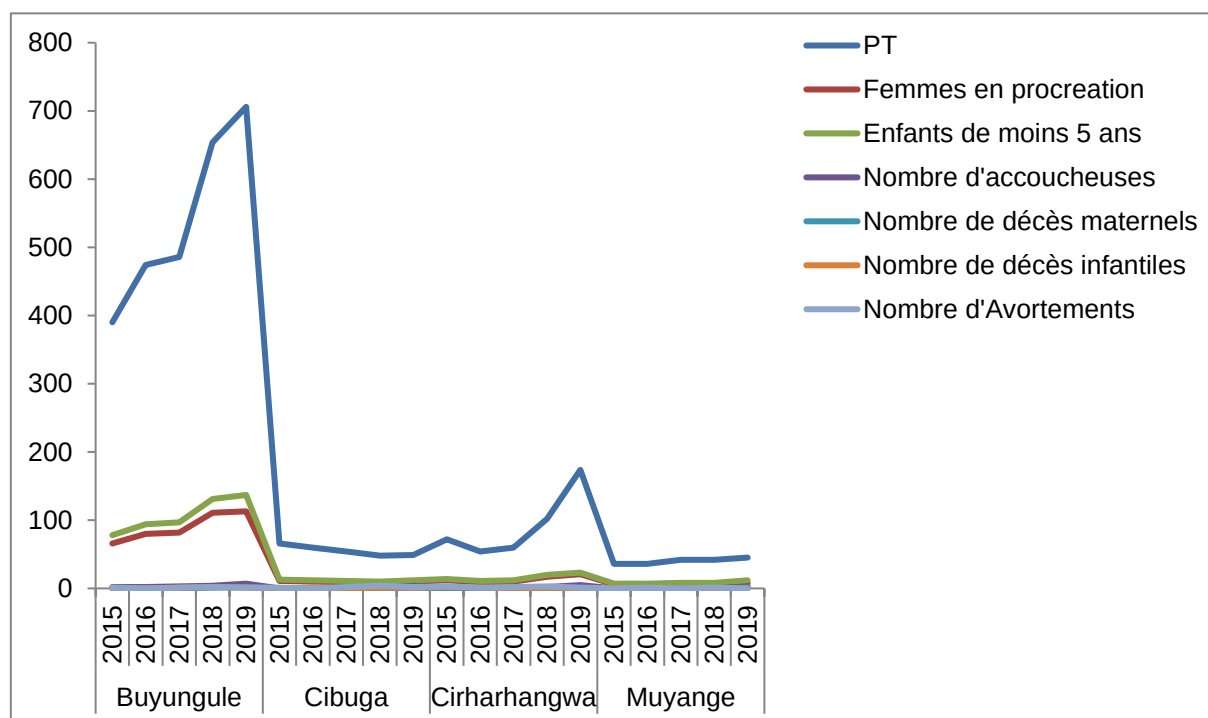


Fig. 8. Evolution des paramètres étudiés en fonction des années 2015 à 2019

RÉSULTATS ENREGISTRÉS AU COURS DE FOCUS GROUPS

Les dystocies enregistrées et complication enregistrées au cours de leurs carrière sont telles que:

L'hémorragie, La rétention placentaire et L'hémorroïde lors de l'accouchement comme grands problèmes aux quels les accoucheuses traditionnelles se heurtent au cours de leur pratiques.

A. L'ATTITUDE À PRENDRE DEVANT UN CAS DE DYSTOCIE

- **Devant un cas d'hémorragie:** l'accouchée est obligée de prendre une quantité suffisante d'eau soit 1 litre et demi d'eau qu'elle estime à une assiette de 22cm.
- **Perte des contractions:** Pour susciter les contractions, de l'eau chaude est versée sur le ventre de la mère en couche.
- **Devant un cas d'une rétention placentaire:** cette dernière est retirée par les deux doigts du pied droit.
- **Pour l'épision:** nous utilisons une lame de rasoir neuve ou pas sans suturer la plaie, si l'accouchement intervient dans la brousse nous utilisons une écorce de bambou tranchant.
- **Dans le cas des positions comme siège, transversale:** nous administrons à l'accouchée les médicaments comme: Tulipier du Gabon (*Cifubula*), *Crassocephalum Montuosum* (*Cifula*).
- **Devant un cas d'un bébé asphyxié:** l'eau froide est aspergée sur son corps petit à petit, le masser avec une feuille de colcase (tarot) un peu chaude, nous lui donnons deux cuillères de la bouillie et de l'eau à boire administrée de bouche en bouche.
Une fois nous tâtons résoudre le problème et s'il persiste nous transférons la parturiente mais s'il n'y a pas des gens pour le transporter on l'abandonne à Dieu.
- **L'environnement dans lequel a lieu l'accouchement:** Il nous a été révélé que l'accouchement peut se passer n'importe où selon les circonstances, soit dans la maison, soit derrière la maison ou soit dans la brousse.
- **La préparation de l'accoucheuse traditionnelle avant l'accouchement:** Nous nous préparons en matériels tels que: La lame de rasoir ou une écorce de bambou ou de fosse cane pour couper le cordon ombilical de l'enfant; le savons, la baselle blanche (*Ndelema*) comme lubrifiant facilitant le passage de l'enfant pendant l'accouchement; Après accouchement le bébé est mis directement dans les linges pour éviter l'hypothermie.

B. LA DISTANCE DU VILLAGE PAR RAPPORT AU CENTRE DE SANTÉ

Quand nous avons voulu savoir si le centre de santé était éloigné par rapport au village; nos enquêtés ont répondu que depuis le village c'est-à-dire nos sites d'étude jusqu'au centre de santé, il ya au moins 1km soit 20 à 30 minutes de marche.

C. NON UTILISATION DES STRUCTURES SANITAIRES EN PLACE

Quand nous avons voulu savoir pourquoi les structures sanitaires en place ne sont pas utilisées; nos enquêtés ont répondu: «Nous avons les soucis de les utiliser mais nous n'avons pas les moyens, quelques unes fréquentent la CPN mais la plupart d'entre-elles préfèrent accoucher à domicile. Une fois à la maternité nous ne trouvons pas personne pour nous rendre visite et nous n'avons pas à qui laissé d'autres enfants. Une fois au centre de santé de chez nous, nous sommes directement transférés alors que nous n'avons pas d'argent et notre centre de santé n'a pas d'accoucheuses. Nous voulons bien utiliser les structures sanitaires mais les plus viables sont éloignées de nous. Nous serons très heureuses d'être formées et de nous voir œuvrer dans les structures sanitaires modernes réplique une accoucheuse traditionnelle rencontré dans le site de Buyungule.

D. POSITION LORS DE L'ACCOUCHEMENT

La position des accouchées varie selon l'environnement dans le quel on se trouve soit demi à genou, soit couchée soit courbée.

E. LES SOINS PRÉNATAUX

En rapport avec les soins prénataux personne n'avait une connaissance en cette matière, seulement 4 à 7 jours après l'accouchement, les accouchées rentrent dans leur vie active et reprennent tous les travaux.

4 DISCUSSIONS

Après la présentation de nos résultats dans le tableau numéro 1, nous venons de constater selon nos enquêtes que l'âge de nos répondants varie entre 25 ans et 75 ans soit 16,66% et 33,33%; nous avons toujours remarqué que plus l'accoucheuse traditionnelle est âgée plus sa renommée augmente dans sa communauté [1]. Selon toujours nos enquêtés, nous avons remarqué que le niveau d'instruction très bas des nos enquêtés qui se présentent avec un taux d'analphabétisme évalué à 83,33%; ceci s'explique par le fait que notre population cible est négligée et ne s'intéresse pas elle à l'éducation et elle vit dans un pays du tiers monde comme dit: « l'analphabétisme féminin est cité par l'UNESCO comme un problème endémique dans le trois quart du monde [2] ». On estime à 68% la proportion des femmes illettrées dans le monde en développement, le taux étant élevé en Afrique [2]; en règle générale l'analphabétisme est plus élevé dans les campagnes que dans les villes [2]. Ainsi le recensement effectué en 1981 en Inde a montré que pour 214 millions des femmes qui vivent dans les campagnes, Le taux des analphabètes était de 18% contre 48% pour 73 millions des citadines [6]. En ce qui concerne la mortalité maternelle, il est certain que l'instruction joue un rôle important, et il est désormais urgent d'approfondir les recherches pour préciser les liens entre les facteurs favorisant la mortalité maternelle [6]. Dans la même optique, il est à remarqué que l'ancienneté de nos enquêtés varie entre 5ans et 25 ans soit un pourcentage de 16,66% et 33,33% respectivement.

Les résultats de notre enquête par rapport aux dystocies enregistrées entre autres l'hémorragie, les avortements, la rupture utérine, l'anémie qui sont les facteurs connus comme favorisant la mortalité maternelle dans le monde; ce résultat peut être comparé à une étude menée par Bernard *et al.* en Bangladesh en 1985 qui a prouvé que l'incidence des dystocies varie d'un pays à un autre. une étude effectuée au Cameroun a révélé l'existence d'une dystocie dans 3% des accouchements, contre 2,3% dans une étude menée au Brésil [7] et entre 5,8 et 13,5% dans plusieurs études portant sur les pays d'Asie du sud-est; AU Bangladesh, les accouchements dystociques étaient responsables de 10 à 17% des décès maternels selon les études communautaires et 11% en Guinée, l'accouchement dystocique et ses séquelles sont les principales causes de décès maternels en Afrique tropicale [6,8]. Partant des groupes des discussions, le groupe des accoucheuses traditionnelles nous a révélé qu'au cours de leur carrière, elles ont enregistrés 10 avortements, 4 décès infantiles, 1 cas de décès maternel et 10 cas de dystocies et cela dès 2015 jusqu'en 2018. Selon nos enquêtes, nous avons eu à constater beaucoup de pratiques qui peuvent entraîner le décès de la mère et du nouveau-né chez les pygmées entre autres: La pratique de couper le cordon ombilical avec un morceau de bambou ou avec une lame de rasoir souillée, la pratique d'épision avec les matériels insalubres ou souillés sans suturer la plaie, l'environnement dans le quel a lieu l'accouchement, la façon d'utiliser les orteils en cas de rétention placentaire, les médicaments traditionnels utilisés pour la mère et pour le nouveau-né, etc; peuvent entraîner en grande partie des infections graves qui peuvent causer les décès de la mère ainsi que celui de l'enfant. Toujours dans les mêmes groupes de discussions, certaines mères pygmées ont éprouvées l'importance d'accoucher à la maternité contrairement aux autres qui se sentent aisé d'accoucher à domicile sans critique et sans beaucoup d'exigence. Dans les groupes des discussions choisis au hasard, sur 32 mères pygmées ayant un jour accouché, seulement 6 avaient un jour accouché à la maternité et les 26 autres à domicile. Un autre groupe nous a révélé que la distance du centre de santé ou de l'hôpital importe peu car nous nous y rendons à la CPN et le 1km qui nous sépare du centre de santé ou le 4 km qui nous sépare de l'hôpital ne constituent en aucun cas un problème plutôt le manque des moyens et la mauvaise volonté, la négligence du personnel soignant et nos habitudes culturelles qui sont à la base de tout ceci et encourage à quelques uns d'accoucher à domicile et d'en courir tous les risques possibles. Le groupe des accoucheuses traditionnelles (AT) voudrait une formation dans une structure moderne et souhaite œuvrer pour la communauté dans un endroit approprié et salubre.

5 CONCLUSION

Au terme de cette étude avons constaté beaucoup d'événements tragiques et disons qu'il est rare que la mort résulte uniquement de complication clinique de la gestation ou de l'accouchement. Lorsque les complications surgissent, la vie de la parturiente dépend de la rapidité d'accès à un traitement professionnel de qualité; mais il faut prévenir ces complications. C'est dans ce domaine de prévention que les services de santé pourra prendre en compte la vie des femmes et de leur environnement social, économique et culturel qu'il faut que nous nous préoccupions; choses qui ne sont pas prises en compte chez les pygmées.

C'est ainsi que nous avons remarqué lors des groupes de discussions que 6 mères pygmées seulement ont accouchées un jour à la maternité et d'autres 26 n'ont jamais consulté la maternité pour un motif d'accouchement; alors que selon l'OMS, la femme doit effectuer 4 visites à la consultation Prénatale (CPN) pour une grossesse et doit accoucher avec une assistance d'un personnel qualifié chose contraire aux pygmées qui fréquentent rarement le service de santé maternelle et qui s'exposent ainsi aux risques de mourir et de perdre leurs enfants. Le cas de 4 décès maternel enregistré et le 21 cas de décès infantiles ainsi que les avortements constatés et les pratiques inhumaines que nous avons constaté au cours de notre étude constituent en grande partie un problème de santé publique au quel tous les acteurs de la santé doivent chercher à résoudre pour sauver ce peuple oublié ou négligé de tous.

Ainsi, le gouvernement Congolais est recommandé d'instaurer un système de santé qui pourra permettre à tout le monde d'accéder aux soins de santé et plus particulièrement le peuple autochtone; d'organiser une formation d'encadrement pour les accoucheuses traditionnelles pygmées et les intégrer dans les structures sanitaires de la place; au personnel médical et paramédical de multiplier les séances des sensibilisations dans cette communauté pygmée pour l'amélioration et l'utilisation de service de santé pour tous et de bien faire leur travail dans le respect des règles professionnelles et enfin aux pygmées de collaborer avec les autres peuples et mettre en pratique les conseils qui leurs sont donnés par ces peuples en matière de santé publique.

REMERCIEMENT

Nous exprimons nos sincèrement remerciements à tous les cadres scientifiques du département de Nutrition et plus particulièrement à ceux de la section de la protection maternelle et infantile ainsi que tous nos collaborateurs pygmées pour tous leurs efforts fournis dans la réalisation de ce travail.

CONFLIT D'INTÉRÊT

Il n'y a pas de conflit d'intérêt entre les auteurs.

REFERENCES

- [1] OMS. Les accoucheuses traditionnelles, Rapport, Genève, 1993: 220 p.
- [2] Erica R et Sue A. La prévention des décès maternels OMS Genève, 1999: 230 p.
- [3] Mutabirwa J. Pregnancy, child health, Mather and child care among the indigenous people of Zimbabwe, International journal of gynecology and obstetrics, 23, 4, 1985: 275-285.
- [4] Lyong C. More than a medical issue Women's, World, 6: 30-42.
- [5] Rat M. S. Determinants of utilization of maternal and child health service, Dhaka, International institute of population Reach and Training and USAID, 1981: 289 p.
- [6] Khan A.R. Maternal mortality in rural Bangladesh. The Jamalpur district studies in family planning, 17, 1, 1986: 7-12.
- [7] Family Health International (FHI). Successful TBA project in Brazil improves health care inexpensively. Network 4, 4, 1983: 1-2.
- [8] Bernard R.P. et Sastrawinata S. Maternal and perinatal death in Indonesia University Obstetrics. Risk display for selected social and biological determinant. In Lasser R et al., ed. primary health care in the makin. Heideberg and Brin (Ouest), Springer, 1985: 23 p.

Health care supply about the health needs of deaf people in Abidjan

Maïmouna Ymba, Kuicédouhé Evodie Kone, and Stéphane Désiré N'Doli

Institut de Géographie Tropicale (IGT), Université Félix Houphouët Boigny-Cocody, Abidjan, 09 B.P. 2602 Abidjan 09,
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 availability of quality health care facilities is essential to care for disabled populations such as Deaf people. Indeed, these populations are much more vulnerable to chronic diseases. The city of Abidjan abounds in dense and diverse health care offers but is unevenly distributed in the city. The goal of this paper is to make an exploratory study on the adequacy between the health care offer and the healthcare needs of deaf people. In other words, it will be a question of analyzing the aptitude of the care structures to take care of the deaf people concerning their needs in health care. From socio-demographic and sanitary data coming from the general census of the population and the habitat of the National Institute of Statistics and the database of the direction in charge of the Deaf people; a descriptive and cartographic statistical analysis was realized. Our results show that in the care structures, there is no health policy for medical care for deaf people. The staff is not trained in sign language. Only 1% of the staff can communicate with deaf patients. However, their need for care is effective with, for example, more than 62.2% of the deaf people surveyed having requests for care in general medicine. We, therefore, deduce a mismatch between the supply of care and the health care needs of deaf people.

KEYWORDS: Abidjan, care offer, care needs, deaf person, care.

1 INTRODUCTION

To improve the health of the populations, the African governments following the Alma-Ata conference in 1978 opted for the modeling of their health policy. Thus, the Ivory Coast adopts the principles defined by this same organization in Alma-Ata in 1978: the diffusion of primary care structures to achieve health for all by the year 2000. Its mission is to provide basic curative and preventive care to improve the well-being and health of the population while taking into account priority health needs and the fundamental determinants of health [1]. This policy is taking shape with the strengthening of the primary care offered throughout the Ivorian territory, particularly in the city, to improve geographical accessibility to care for the entire population, including vulnerable people such as the hearing impaired. Primary care facilities account for 87% of health services in Abidjan, i.e., one health center for more than 5,000 inhabitants and 1 doctor for every 10,000 inhabitants ([2]; [3]). The city of Abidjan is a privileged space because it gathers most of the health care structures in Côte d'Ivoire. There are 1,044 facilities spread over a short distance, representing 20% of the modern health care supply. This offer is characterized by its density and is composed of public, private, and religious health care. A distinction is made between first, second, and third-level health care structures. Although the Ivorian health care system has a varied supply, it is strongly dominated by the private sector. Despite the density of the health care offered in Abidjan, very few health care structures are specifically designed to take care of deaf patients [4]. However, deaf people have particular care needs. They are particularly vulnerable to deficiencies in health care services. Depending on their group and location, they may be more vulnerable to secondary conditions, co-morbidities, age-related conditions, risk behaviors, and higher rates of premature death. Chronic diseases are responsible for the increased mortality rate among deaf individuals [1]. A study published by hear-it.org, 2020, found that hearing loss may also be associated with a 39% and 21% increased risk of premature mortality, respectively, among people with moderate and severe hearing loss compared to others without hearing loss. Especially in developing countries, people with disabilities enjoy poorer health [5]. The poor socio-economic situation that people with disabilities experience makes them more vulnerable to their health status [6].

In addition, patients with disabilities often have complex medical problems that require addressing multiple issues during a consultation with a physician. They may also require additional time and assistance with mobility and communication [7]. The notion of "need" used in this article encompasses the needs felt and expressed by the local population as well as those defined by professionals. It goes beyond the simple notion of demand and takes into account the population's ability to benefit from health care and public health programs.

To our knowledge, no study has been published to date on the supply of care for the care needs of deaf people in Abidjan. The goal of this paper is to make an exploratory study on the adequacy between the offer of care and the needs of care for deaf people in the city of Abidjan. In other words, it will be a question of analyzing the aptitude of the care structures to take care of the deaf people regarding their needs in health care. We hypothesize that there is an inadequacy between the offer of care and the needs for care of the hearing impaired in Abidjan.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 PRESENTATION OF THE STUDY AREA

The city of Abidjan is located in the south of Côte d'Ivoire and comprises 10 communes (Figure 1). The economic capital covers an area of 2,119 km², or 0.6% of the national territory, and has 4,395,243 inhabitants [8]. The deaf and hard of hearing population is estimated at 4336 people [8]. The majority of associative groups of deaf people are represented there (17 associations). The most important are: ANASOCI (national association of the deaf of Côte d'Ivoire), FASOCI (federation of associations of the deaf of Côte d'Ivoire), ANAFESOCI (national association of deaf women of Côte d'Ivoire). The communes of Abidjan are made up of both upscale residential areas (Cocody in the north, Marcory in the center) and working-class and precarious neighborhoods (communes of Abobo [north], Attécoubé [center], Yopougon [west], and Port-Bouët [south]). The city is also home to three large University Hospital Centers (CHU): the CHU of Cocody, the CHU of Treichville, and the CHU of Angré. These are third-level health centers. We also have 10 general hospitals, basic community health centers, and a multitude of private health care services.

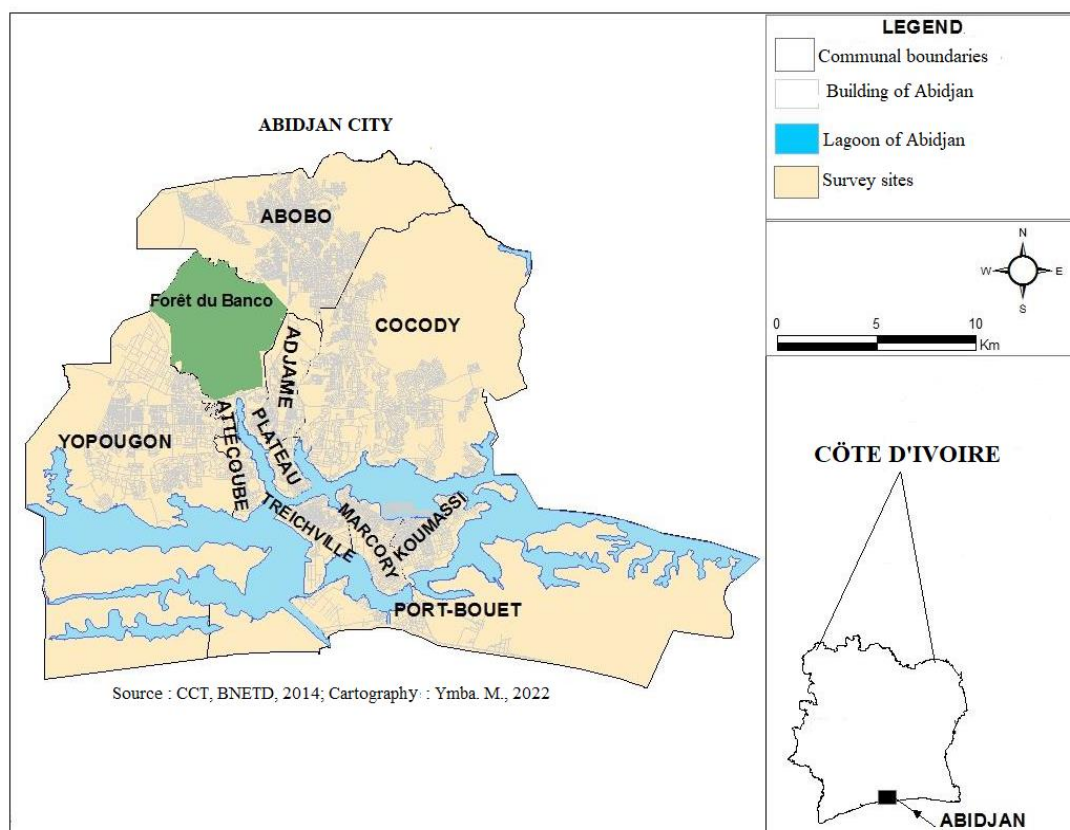


Fig. 1. Location of the city of Abidjan

2.2 DATA COLLECTED

2.2.1 DEMOGRAPHIC AND HEALTH DATA

The demographic data collected are from the general population and housing census of the National Institute of Statistics (RGPH, 2014); and from the Direction de la Promotion des Personnes Handicapées (DPPH). This data includes the number of deaf and hard-of-hearing populations in Abidjan, health data, and the list of different associations of deaf people in the city of Abidjan. Then, other information was collected from the associations of deaf people, it is the distribution of associations of deaf people in the city of Abidjan and the number of members of different associations of deaf people in the city of Abidjan, the morbidity declared by deaf people. The age was between 16 and 65 years. In terms of health, data on the health care needs of deaf people were collected from the study population.

In addition to these secondary data, we collected primary data from a field survey. Two data collection techniques were used to collect data from the deaf population and medical staff. The questionnaire survey and the interview.

The survey was conducted from September to November 2021 among 100 deaf people, i.e., 10 people per association in the various communes of the city of Abidjan. The questions were related to demographic and socio-economic characteristics, medical consultations, and the use and satisfaction of health care services. During the surveys, we used sign language interpreters for the interpretation.

In addition, an interview guide was developed and used with managers of health facilities that deaf people frequent, and with caregivers who have ever seen a deaf patient. The interview in the health centers allowed us to have more information on the health policy of medical care for deaf patients, and the capacity of the health structures to answer their need for care.

2.2.2 HEALTH CARE SUPPLY DATA

The geographic coordinates of the health centers in the city of Abidjan were extracted from the 2014 database of the National Committee for Remote Sensing and Geographic Information of Abidjan [8]. This database was updated in the field by taking geographic coordinates (latitude and longitude) using a Garmin-type Global Positioning System (GPS) of the care facilities. These field surveys took place from October to December 2020. The study covered all public and private health facilities in the city of Abidjan. For the rest, data on the number of health care personnel, particularly general practitioners, nurses, and midwives, were collected during our field survey in these health care centers during the period from August to September 2021. The exploration of these data will make it possible to evaluate the offer of care for the needs of care of deaf people.

2.3 METHOD OF ANALYSIS

The data were processed and analyzed with sphinx v5 and Excel software, entered into a data entry mask developed in Epi Data, and then transferred. A flat sorting was carried out with proportion calculation for the main variables of the study. First, a descriptive analysis of the survey data was performed. The data from the interviews were transcribed in Word and then interpreted. The data on the supply of care was processed and represented in the form of thematic maps using QGIS 3.24 software.

3 RESULTS

3.1 A DENSE AND DIVERSIFIED BUT UNEVENLY DISTRIBUTED HEALTHCARE OFFER

The supply of care in Abidjan is characterized by its density and diversity (Figure 2). It is composed of both public and private, community, faith-based, and NGO health care, with a diversity of care. It offers a wide choice to its population in case of care needs.

There are more than a thousand establishments spread out over a short distance. The health care supply is concentrated in the center of the city and along the communication axes between the communes. Private health care services make up a large part of the health care supply in Abidjan. Figure 2 shows very strong spatial disparities and a very marked opposition between the east and west. There is a high concentration of health care services in the communes of Abobo in the north and Yopougon in the west of Abidjan. In the north of the city, in the commune of Cocody, health care facilities are spread throughout the commune. The city of Abidjan indeed has a dense and diversified health care offer, but this offer is not inclusive and hides great disparities within the city. The health care structures do not provide much care for people with disabilities. This

is the case for deaf people. Even though the health care offer is dense and diverse in the city of Abidjan, deaf people encounter difficulties during their healthcare journey. The structures of care entitled to take care of them are rare, even non-existent.

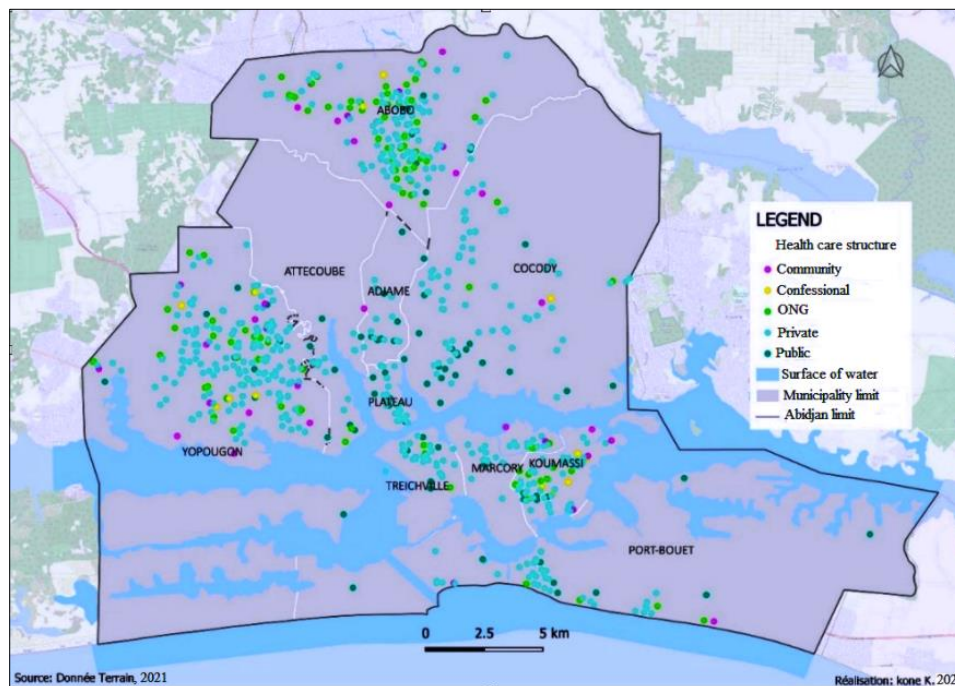


Fig. 2. Distribution of modern health care services in Abidjan

3.2 INADEQUACY BETWEEN THE SUPPLY OF CARE AND THE CARE NEEDS OF DEAF PEOPLE

3.2.1 PRESENTATIONS OF THE CARE STRUCTURES FREQUENTED BY DEAF PEOPLE

The city of Abidjan has a large number of health care facilities. However, there are only fifteen health care facilities that can accommodate and care for deaf people (Figure 3). These health care facilities are mainly made up of second and third-level referral health facilities. The first referral facilities (general hospitals) are the most used by deaf people. The private health care offer is not used enough because of the poor economic situation due to their poor access to stable jobs. These structures are unevenly distributed and concentrated in the center to the detriment of other areas and the periphery.

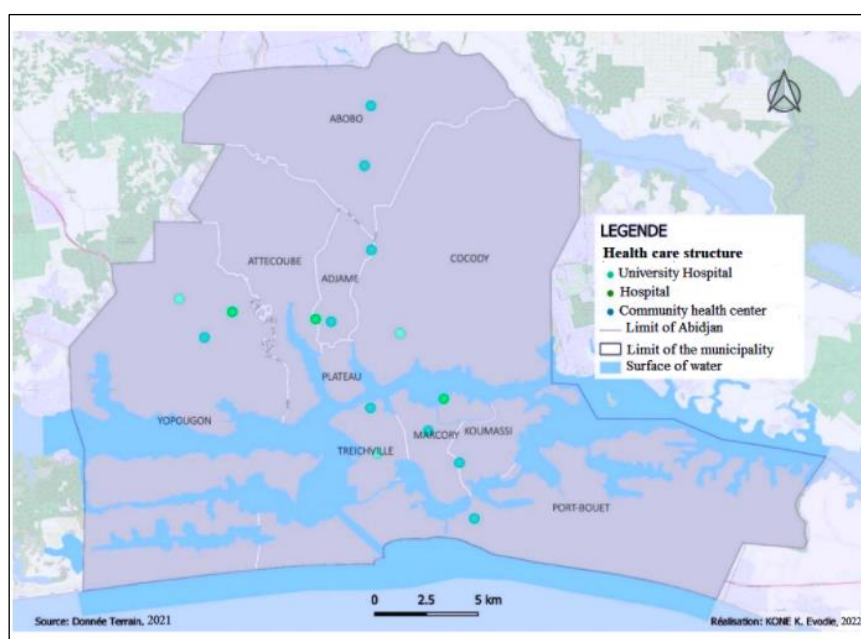


Fig. 3. Location of health care facilities used by Deaf people

3.2.2 ACTIVITIES OF HEALTH FACILITIES REGARDING THE CARE NEEDS OF DEAF PEOPLE

The health care facilities that deaf people use do not include services for their medical care. There is no sign language interpreter service (Table 1). The staff at the health centers do not know sign language. They do not know sign language and do not have the skills to ensure good reception and convey important information to deaf patients.

Table 1. Low level of knowledge of sign language by the staff of the health facilities surveyed

Knowledge of sign language	Yes	No
Friendly staff		
CHU of Cocody	0	0
Treichville University Hospital	0	0
Port-Bouët General Hospital	0	0
Marcory General Hospital	1	0
Treichville General Hospital	0	0
The general workforce in %.	1	99

Source: Our field surveys, 2021

3.2.3 INCORRECT KNOWLEDGE OF SIGN LANGUAGE AMONG MEDICAL STAFF

The medical staff is not trained to receive and provide better care to deaf patients. This situation hinders the medical care of deaf people, hence the inadequacy between the offer of care and the sanitary need. Deaf people, under these conditions, come to consultations with family members who do not speak sign language and who serve as intermediaries between the caregiver and the deaf patients (Table 2).

Table 2. Low level of knowledge of sign language by the staff of the health facilities surveyed

Knowledge of sign language	Yes	No
Friendly staff		
CHU of Cocody	0	0
Treichville University Hospital	0	0
Port-Bouët General Hospital	0	0
Marcory General Hospital	1	0
Treichville General Hospital	0	0
The general workforce in %.	1 %	99 %

Source: Our field surveys, 2021

3.2.4 REPORTED MORBIDITY: PROVEN HEALTH CARE NEEDS

Deaf people have specific health care needs and therefore health care services must be adapted to their demand for care for effective medical management (Figure 4). Indeed, the analysis shows that general medicine is the service most used by deaf people (62.3%). The gynecology service is the most used by deaf women (9.8%). Ophthalmology is the second most used health care service by deaf people (10.6%). So is diabetes (9.8%) and cardiology 8.1%. In substance, their need for care is effective, in addition, the health services are not equipped and adapted for effective medical care of its users. This results in a high rate of traditional and modern self-medication among the said population and a renunciation of care. 86.1% do not use health care services as a first resort to care and 82% use health care services in case of serious illness. Only 13.08% use health care services as the first line of care. And 5% of deaf respondents do not use health care services.

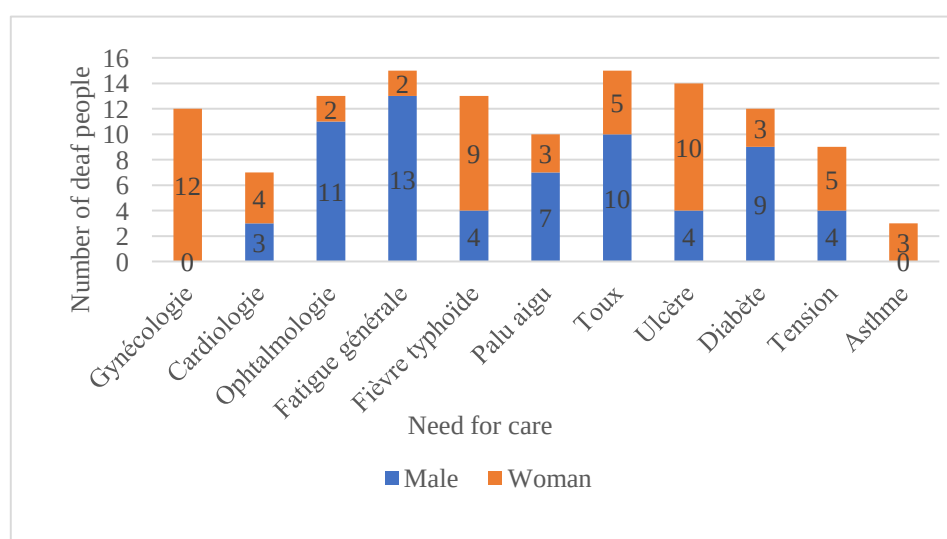


Fig. 4. Morbidity reported by Deaf people

Source: Our field surveys, 2021

There is a mismatch between the health care offer and the healthcare needs of deaf people in Abidjan. The health care offered in Abidjan is characterized by its diversity and its density, however, it does not contain health care structures intended for the medical care of deaf people. However, the care needs of these people are real.

3.2.5 DEAF PEOPLE'S FEELINGS ABOUT HAVING THEIR CARE NEED TO BE MET

The relationship between deaf patients and caregivers is not easy. Deaf people are confronted with poor medical treatment and the comprehension problem that is proven to prevent doctors from responding effectively to the care needs of these

people. The testimony of the deaf people interviewed presents us with a population that does not benefit from good quality care.

Respondent 1: *"The doctor prescribes me medication when I don't get my health back, he prescribes my other medication, he doesn't try to understand the real problem. I am like a guinea pig for them."*

Respondent 2: *"The doctor is prescribing me medication that doesn't fit my ailment, I'm not getting my health back and it's hard for me."*

Respondent 3: *"I know a deaf woman who died not long ago because she was abused."*

Respondent 4: *"Doctors don't make an effort with us, they prescribe the wrong drugs. I am afraid to go to the hospital when I am sick. But I have to go."*

Respondent 5: *"I had a dental Carrie that the dentist had to pull out. She poked me with anesthesia but didn't allow time for it to take effect. She pulled the tooth out so violently, I was in a lot of pain and bled profusely all day."*

Respondent 6: *"I went to the hospital with a chest ache and a headache, but the doctor gave me some medicine which I took, but which did not help me recover".*

Deaf people face difficulties in the hospital, especially in understanding their condition and establishing effective treatment at first contact. Their need for care is unmet, resulting in misdiagnosis. Frustration and fear are common in the deaf community when it comes to going to the doctor. Faced with these difficulties and frustrations, deaf people, educated or not, are forced to seek medical assistance from intermediaries. Services are limited due to the lack of a common language, limited access to information, and lack of knowledge of the health care system as a whole.

3.3 CAPACITY OF HEALTH CARE FACILITIES TO CARE FOR DEAF PEOPLE

It is about the predisposition of health care structures to meet the care needs of deaf people. And their ability to provide effective care to its users.

3.3.1 PERCEPTION OF THE HEALTH CARE FACILITY RECEPTION SERVICE USED BY DEAF PEOPLE

Deaf people's perceptions of the care facilities they attend are presented in the following table (Table 3).

Table 3. Deaf people's perception of the reception service

Deaf people's perception of the reception service		Well		Fair		Wrong		Workforce	
Care structure		Eff	%	Eff	%	Eff	%	Eff	%
Public health care structure	CHU of Cocody	9	22	2	15,4	9	13,1	20	16,3
	Treichville University Hospital	2	4,9	1	7,7	6	8,7	9	7,3
	General Hospital of Abobo North	4	9,8	2	15,4	19	27,5	25	20,3
	Abobo South General Hospital	6	14,6	0	0	4	5,8	10	8,1
	Adjamé General Hospital	1	2,4	0	0	2	2,9	3	2,4
	Koumassi General Hospital	2	4,9	0	0	6	8,7	8	6,5
	Marcory General Hospital	3	7,3	1	7,7	10	14,5	14	11,3
	Treichville General Hospital	1	2,4	0	0	5	7,2	6	4,9
	Port Bouët General Hospital	1	2,4	0	0	3	4,3	4	3,25
	Yopougon General Hospital	5	12,2	1	7,7	0	0	6	4,9
	CSU Wassakara	2	4,9	2	15,4	3	4,3	7	5,7
	Attécoubé General Hospital	2	4,9	1	7,7	2	2,9	5	4,1
Private health care facility	Crystalide Yopougon private clinic	3	7,3	3	23,1	0	0	6	4,9
The general workforce in %		33,3		10,6		56,1		100 %	

Source: Our field surveys, 2021

The analysis of the table shows that 56.1% (69 deaf people) find the reception service poor compared to 33.3% (41 deaf people) of the surveyed population. Of the deaf people who attend the general hospital in Abobo North, 27.5% (19 people) find the reception service poor. Among deaf people who attend the Marcory general hospital, 14.5% (10 people) find the reception service poor. At the CHU of Cocody, 13.1% or 9 people find the reception service bad. The deaf people who think that the reception service was good are 39.1% (22% +9.8% +7.3%), i.e. 16 people in these health care facilities.

3.3.2 STIGMATIZED DEAF PATIENTS IN HEALTH CENTERS

Figure 5 illustrates the stigma that Deaf people face in some of the health centers they attend.

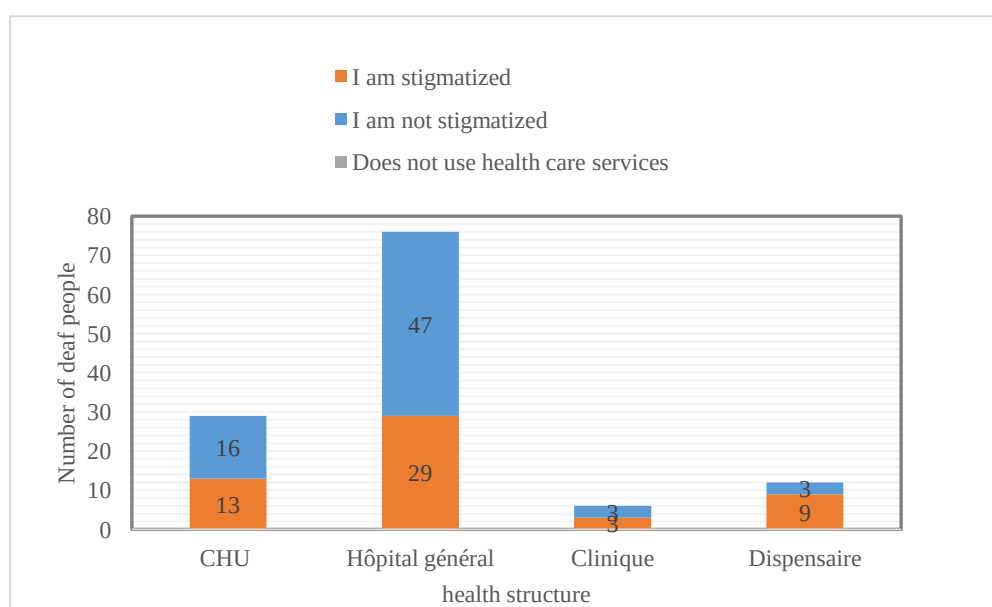


Fig. 5. Stigma of deaf people in health centers

Source: Our field surveys, 2021

Analysis of Figure 5 shows that of the 100 people who use health care services, 43.9% or 54 deaf people are stigmatized compared to 56.1% or 69 people who are not. Of the deaf people who are stigmatized, 24.1% or 13 people attend UHC, 53.7% or 29 people attend general hospitals, 5.6% or 3 people attend private health care services, and 16.7% or 9 people attend basic care services. Deaf people attending general hospitals are not stigmatized (61% or 47 people). We observe that 55.1% or 16 deaf people who attend the CHU of Cocody are stigmatized against 44.8% or 13 deaf people who are not stigmatized. We observe that 50% or 3 deaf people who attend the clinic are stigmatized against 50% or 3 deaf people who are not stigmatized. The deaf people who attend the basic health centers are 75% or 9 people stigmatized against 25% or 3 deaf people who are not stigmatized.

Deaf people who are stigmatized face logistical difficulties, such as not being aware when their name is called in the waiting room. This forces them to wait longer in the waiting room.

3.3.3 MEDICAL CONSIDERATION OF THE PROBLEMS OF DEAF PATIENTS

3.3.3.1 LONG WAITING TIME

Waiting time is considered too long by deaf people. This is illustrated in Table 4.

Table 4. Waiting time considered too long

Waiting time Care structure	10 min.		30 min.		1 h		More than 2 hours		General workforce	
	Eff	%	Eff	%	Eff	%	Eff	%	Eff	%
Abobo North General Hospital	0	0	3	13,6	0	0	22	30,6	25	20,3
CHU of Cocody	3	12,5	4	18,2	3	60	10	13,9	20	16,3
Treichville University Hospital	2	8,3	2	9,1	1	25	4	5,6	9	7,3
Crystallise Private Clinic Yopougon	4	16,7	2	9,1	0	0	0	0	6	4,9
Dispensary of Wassakara	1	4,2	2	9,1	0	0	4	5,6	7	5,7
Abobo South General Hospital	3	12,5	1	4,5	0	0	6	8,3	10	8,1
Adjamé General Hospital	0	0	0	0	0	0	3	4,2	3	2,4
Attécoubé General Hospital	1	4,2	2	9,1	0	0	2	2,8	5	4,1
Koumassi General Hospital	0	0	0	0	0	0	8	11,1	8	6,5
Marcory General Hospital	4	16,7	2	9,1	1	25	7	9,7	14	11,4
Port-Bouët General Hospital	1	4,2	2	9,1	0	0	1	1,4	4	3,3
Treichville General Hospital	2	8,3	0	0	0	0	4	5,6	6	4,9
Yopougon Attié General Hospital	3	12,5	2	9,1	0	0	1	1,4	6	4,9
The general workforce in %.	19,5		17,9		4,1		58,5		100	

Source: Our field surveys, 2021

The analysis of table 4 informs us that 58,5 % is 69 deaf people surveyed wait a long time (More than 2 hours) in the waiting room. While others, 37,4% or 46 people, claim to be received in time by the health care staff. In health care facilities such as the general hospitals of Abobo North and South; Koumassi and Marcory and the CHU of Cocody, 73,6% (30,6% +13,9% +8,3% +11,1% +9,7%) or 53 deaf people waited more than 2 hours in the waiting room. While 41,7% (12,5% +12,5% +16,7% +0% +0%) or 10 deaf people are quickly received by health care personnel in these facilities

3.3.3.2 TIME SPENT IN THE DOCTOR'S OFFICE

Figure 6 shows us how long a deaf patient's medical consultation can take.

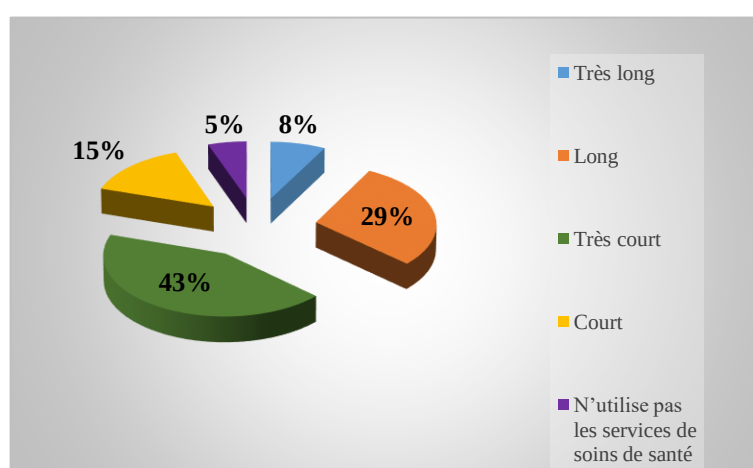


Fig. 6. The time it takes for a deaf patient to see a doctor

Source: Our field surveys, 2021

Analysis of Figure 6 shows that a large majority of deaf respondents say that the time they spend with their doctor is short: 58% (43% +15%) or 75 people. The people who say that their medical consultation is long are few 37% (29% +8%) or 48 people. 5% of the deaf people surveyed do not use health care services.

In sum, Abidjan has a dense and diverse health care offer, but it is unevenly distributed throughout the city. The private sector occupies a large part of the health care offered in Abidjan, while the public sector represents a small part of the health care offered. However, this sector is the most used by deaf people. They mainly use the first and second referral services. These services offer a wide choice to deaf people but are not adapted to meet their care needs. In these care structures, there is no health care policy for deaf people. There is also a lack of sign language interpreters. The staff in charge of reception is not trained in sign language. Only 1% of the staff can communicate with deaf patients. Yet their need for care is real. We observe that 62.2% of the deaf people surveyed have care needs in general medicine; 9.8% of women have care needs in gynecology; 10.6% in ophthalmology; 9.8% in diabetology; 8.1% have care needs in cardiology. In addition, the medical care of deaf people in these health centers is problematic. 56.1% of deaf people find the reception service in the health care facilities poor compared to 33.3% who find it good. 43.9% of deaf people said they were stigmatized. And 58.5% of the deaf people surveyed said that they had to wait more than 2 hours before being seen by a care provider. In addition, the length of the medical consultation is short for some (58%) and others too long (37%).

4 DISCUSSION

The study allowed us to analyze the health care offer about the health care needs of deaf people in Abidjan to identify the adequacy between the health care offer and the healthcare needs of deaf people in the city. Our results revealed a strong spatial disparity of health coverage, a dense and diverse health care offer, but not inclusive. With non-existence of health care structures intended for the medical care of deaf patients. Studies have also shown that the Deaf face a shortage of services adapted to their specific needs ([9]; [10]). Our study also showed that deaf people frequent public health centers. In these health care facilities, there is no sign language interpreter service. One percent (1%) of the reception staff understands sign language, and the medical staff is not trained to provide proper medical care for deaf patients. Studies by [11] are similar to ours. They showed that the health care system is not adapted to their needs and the medical staff is not trained to receive people with disabilities, especially deaf people. Our results corroborate the study of Anne Elise Granier, 2020 conducted on deaf people in Burkina Faso. This qualitative study revealed that there are no sign language professionals in medical facilities. The study conducted by N. Larvière et al, in 2019 on the service needs of LSQ (Langue des signes québécoise) deaf speakers with mental health disorders in Quebec also showed that several obstacles affected the use of certain services, including the lack of knowledge of deafness and deaf culture in the network, which leads to various consequences such as erroneous diagnoses [12].

The study also shows that the care needs of deaf people are effective, general medicine is the most used service by deaf people (62.3%). Gynecology is the most used service by deaf women (9.8%). Ophthalmology is the second most used health care service by deaf people (10.6%). So is diabetes (9.8%) and cardiology 8.1%. Some studies show that Deaf people also need access to mental health social/health services, but these are unmet [12]. Work by ([13]; [14]) showed results diverging from ours. Their results showed that people with hearing disabilities have an "over prevalence" of cardiovascular risk factors, 84.4% of deaf patients have at least one cardiovascular risk factor, compared to 64% of the general population; 34.2% of deaf patients are obese compared to 26.6% of the general population. The work of [15] also revealed that "A total of 73 solid tumors including 10 metastatic cancers and 11 cases of oncohaematology, including three cases of pediatric oncology are found in deaf people. Our study shows that the health system is not adapted to meet the needs of deaf patients.

5 CONCLUSION

The hypothesis attached to this study is that there is a mismatch between the supply of care and the care needs of people with hearing disabilities in Abidjan. This hypothesis was confirmed. This exploratory study on the supply of care about the care needs of deaf people in Abidjan revealed that the supply of care in Abidjan is characterized by its density and diversity. However, this offer is not inclusive, among 1044 care structures present in the city, there is no care structure intended for the medical care of deaf patients. In the health care services that deaf people attend, services are absent for these people. Deaf people have care needs. (62.3%) have care needs in general medicine, (9.8%) of deaf women have needs in gynecology, (10.6%) in ophthalmology, and (9.8%) in diabetology. Due to the lack of available services, Deaf people turn to self-medication and traditional medicine. Concrete actions must be put in place to considerably improve the health of Deaf people by training, for example, the health personnel of the health structures used by Deaf people for better medical care.

REFERENCES

- [1] World Health Organization (WHO). (1978). Declaration of Alma-Ata, International Conference on Primary Health Care. Alma-Ata, USSR: WHO.
- [2] DIPE., (2012). Annuaire statistique de l'information sanitaire. Abidjan: Ministère de la santé.
- [3] YMBA M., (2016). Analyse de l'adéquation entre offre de soins primaires et besoins de soins à Abidjan, (Côte d'Ivoire). RGO, 1/5, 1-27.
- [4] YMBA M., (2022). Se déplacer pour se soigner des personnes sourdes à Abidjan, un vrai parcours du combattant. Uirtus, 2/1, 172-194.
- [5] YMBA M., (2013). Accès et recours aux soins de santé modernes en milieu urbain: le cas de la ville d'Abidjan. France: Université d'Artois.
- [6] World Bank, 2012, synthesis report, 19p.
- [7] Marks M. B., et Teasell R., (2006). L'accès aux soins de santé pour les personnes handicapées: plus que des lieux accessibles. Médecine physique et réadaptation. London: Université Western Ontario.
- [8] Granier, A.L., (2020). La situation sociale des sourds au Burkina Faso Pratiques sexuelles à risque et réseaux de mendicité. Cahier d'étude africaine, 585-605.
- [9] , L., Muhr, K., et Savageau, J., (2001). The perspective of people who are deaf and hard of hearing on mental health, recovery, and peer support. Community Mental Health Journal, 49, 649-657.
- [10] Gournaris, M. J., Hamerdinger, S., et Williams, R.C. (2010). Promising practices of statewide mental health models serving consumers who are deaf: How to advocate for your model in your home state. Journal of the American Deafness and Rehabilitation Association, 43/3, 152-182.
- [11] Division De L'information De La Documentation Et Des Recherches De L'OFPRA. (2018). Les personnes en situation de handicap. Côte d'Ivoire: DIPE.
- [12] Larivière, N., Lachance, N., Vallières, M., et Loiselle, J. (2019). Exploration des besoins de services des personnes sourdes locutrices LSQ présentant des troubles de santé mentale. Santé mentale au Québec, 44 (/1, 83–104.
- [13] Chastonay, O., Blanchard, J., Cantero, O., Cames, M., Michel, P., Singy, P., Bodenmann, P., et Mongourdin, B., (2018). Les Sourds: une population vulnérable méconnue des professionnels de la santé. Article, forum médical suisse, 769 –774.
- [14] Institut National De Prevention En Santé Publique, Caisse Nationale De Solidarité Pour L'autonomie. (2015). Côte d'Ivoire: Baromètre santé sourd et malentendant 2011/2012.
- [15] Vladimir D., (2015). État des lieux du stade diagnostique initial des cancers, dans la population sourde, en France, dans cinq unités d'accueil et de soins pour les sourds (UASS). Toulouse: Université Paul Sabatier.

Dynamique des flèches sableuses des Rivières du Sud, de la basse Casamance (Sénégal) au Rio Gêba (Guinée Bissau): Approche par télédétection

[Dynamics of the sandy spits of the Rivières du Sud, from lower Casamance (Senegal) to Rio Gêba (Guinea Bissau): Approach by remote sensing]

Dome Tine¹, Mbagnick Faye², Mamadou Thior³, and Guilgane Faye⁴

¹Université Cheikh Anta DIOP de Dakar, Département de Géographie, Laboratoire de Télédétection
Appliquée (LTA), BP 5005 Dakar, Senegal

²Université Cheikh Anta DIOP de Dakar, Département de Géographie, Laboratoire de Climatologie et d'études
environnementales (LCE), BP 5005 Dakar, Senegal

³Université Cheikh Anta DIOP de Dakar, Département de Géographie, Laboratoire de géographie physique,
BP 5005 Dakar, Senegal

⁴Université Cheikh Anta DIOP de Dakar, Département de Géographie, Laboratoire de géographie physique,
BP 5005 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: The sedimentary dynamics of the littorals studied is governed by the northern swell which induces a north-south littoral drift and the continental sedimentary contributions transported essentially by the rivers. The aim of this study is to analyse the evolution of sandy spits in the northern part of the Rivières du Sud. The methodology adopted is based on diachronic mapping using Landsat satellite images acquired in 1973, 1986, 2003 and 2018. The results show that the morphological evolution of the Sankoye Spit and the Bird Peninsula is marked by the extension of their spatial coverage. The statistics for the Bird Peninsula show an extension of 116.89 ha between 1973 and 1986, a gain of 220 ha between 1986 and 2003 and a regression of 70.53 ha between 2003 and 2018. The Sankoye spit shows an elongation of its distal end in the direction of the dominant longshore sediment transport, thus dragging the mouth of Kalissaye progressively southwards. Its spatial and temporal evolution is marked by a spatial extension which goes from 603.32 ha in 1973 to 716.25 ha in 2018. For the tip of Cap Roxo, the statistics indicate an extension of 38.19 ha between 1973 and 1986, a regression of 7.75 ha between 1986 and 2003 and 2.02 ha between 2003 and 2018.

KEYWORDS: Evolution, remote sensing, sediment dynamics, morphodynamics, Southern rivers.

RESUME: La dynamique sédimentaire des littoraux étudiés est régie par la houle du Nord qui induit une dérive littoral Nord-sud et les apports sédimentaires continentaux transportés essentiellement les cours d'eau. Cette étude a pour but d'analyser l'évolution des flèches sableuses dans la partie septentrionale des Rivières du Sud. La méthodologie adoptée repose sur une cartographie diachronique à l'aide des images satellitaires Landsat acquises en 1973, 1986, 2003 et 2018. Les résultats montrent que l'évolution morphologique de la flèche de Sankoye et de la presqu'île aux oiseaux est marquée par l'extension de leur emprise spatiale. Les statistiques de la presqu'île aux oiseaux indiquent une extension de 116,89 ha entre 1973 et 1986, un gain de 220 ha entre 1986 et 2003 et une régression de 70,53 ha entre 2003 et 2018. La flèche de Sankoye affiche un allongement de son extrémité distale dans le sens du transport sédimentaire *longshore* dominant, entraînant ainsi l'embouchure de Kalissaye progressivement vers le Sud. Son évolution spatio-temporelle est marquée par une extension

spatiale qui passe de 603,32 ha en 1973 à 716,25 ha en 2018. Pour la pointe du Cap Roxo, les statistiques indiquent une extension de 38,19 ha entre 1973 et 1986, une régression de 7,75 ha entre 1986 et 2003 et 2,02 ha entre 2003 et 2018.

MOTS-CLEFS: Evolution, télédétection, dynamique sédimentaire, morphodynamique, Rivières du sud.

1 INTRODUCTION

La frange littorale de la partie septentrionale des Rivières du Sud est marquée par des formations de flèches sableuses très dynamiques. Elle se distingue par des plages sableuses macrotidales à pente faible et bordées de cordons dunaires. Les grandes flèches littorales sableuses se sont formées à partir de 3000 ans B.P. Une période pendant laquelle le niveau de la mer, aurait passé à +2 m [1]. La disposition des flèches indique le sens de la dérive littorale, direction dans laquelle s'allonge leur extrémité libre. La sédimentation sur les littoraux des Rivières du Sud est toujours fortement liée aux conditions climatiques [2]. La migration des sables dans les Rivières du Sud est conforme à la dérive littorale induite, qui est de direction sud. À partir de la Guinée Bissau, la direction d'étirement de nombreuses flèches et cordons édifiés les uns devant les autres s'effectue vers le nord-ouest en raison de l'influence locale de la houle du sud-ouest [3].

La dynamique de ces unités morphologiques est liée généralement au rythme du niveau marin, du bilan sédimentaire, de l'énergie dissipée à la côte par les actions hydrodynamiques marines et de la géométrie d'ensemble de la zone côtière [4]. En sus de ces derniers, nous pouvons ajouter les apports sédimentaires fluviaux qui alimentent considérablement les plages. L'évolution spatio-temporelle des flèches sableuses est régie par la dynamique sédimentaire. Les apports externes en sédiments jouent un rôle capital dans le développement de ces unités morphologiques. Dans les Rivières du Sud, plusieurs types d'apports sédimentaires peuvent être identifiés à savoir les apports éoliens et les apports fluviaux qui proviennent en amont des bassins versants. Ces sédiments sont arrachés par le vent et/ou par les eaux de ruissellement pendant la saison pluvieuse et le sapement des berges avant d'être transportés par ces agents d'érosions et déposés dans les estuaires et les deltas. Ces flux sédimentaires suivent un rythme saisonnier, caractérisé par un fort apport en saison pluvieuse et une réduction des quantités de sédiments pendant la saison non pluvieuse. La quantité de sédiments déposée par les rivières et les cours d'eau dépend essentiellement des facteurs climatiques. Les apports éoliens jouent un rôle important dans la stabilisation des plages. Les sédiments transportés par le vent vers le littoral participent à la morphodynamique côtière et à la mise en place de stocks sédimentaires (formation de dunes et de cordons sableux) qui contrôlent l'équilibre des plages et protègent le littoral contre l'érosion. Les apports sédimentaires continentaux ainsi que l'érosion des côtes septentrionales constituent un capital sédimentaire à l'origine de l'extension des flèches littorales sableuses.

Ces matériaux terrigènes arrachés en amont des bassins versants sont redistribués par la dérive littorale ou par les courants d'arrachement. La dynamique des flèches résulte de la conjonction de nombreux facteurs naturels cités plus haut et qui se manifestent dans ce cas de figure par des changements morphologiques. L'évolution spatio-temporelle des flèches sableuses a été déterminée grâce aux des images satellitaires Landsat.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODE

2.1 DESCRIPTION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Les trois flèches étudiées appartiennent au bassin sédimentaire sénégal-mauritanien d'âge Méso-cénozoïque qui s'étend du Cap Blanc en Mauritanie au Cap Roxo en Guinée Bissau. Ce bassin correspond à une vaste zone de subsidence, comblée par des sédiments marins continentaux de la destruction des roches antécambriennes et primaires [5]. Le Nouakchottien reste la période la plus importante pour la reconstitution de la configuration géomorphologique actuelle du littoral et l'histoire géologique des zones estuariennes des Rivières du Sud [3]. La sédimentation est essentiellement marine et comble les basses vallées alors que les fleuves apportent des sables fins et des limons provenant des dépôts de couverture des régions de bordure et notamment du plateau du Continental Terminal [3], [6]. Cette érosion a permis une remobilisation des sables aboutissant à la construction des grandes flèches sableuses [7]. Les plus importants cordons littoraux et flèches sableuses se sont formés sous l'influence de la dérive littorale nord-sud [8].

Le domaine étudié est marqué par la densité du réseau hydrographique composé de cours d'eau et de bolongs envahis constamment par les marées. Au point de vue climatique, la zone appartient au domaine libéro-guinéen au Sud [9] qui est une sous-division du climat tropical. La région est caractérisée par deux saisons dues à l'alternance de la circulation des alizés et de la mousson. Une saison non pluvieuse de novembre à avril et une saison pluvieuse de mai à octobre. La pluviométrie est

relativement abondante (supérieure à 1000 mm par an). Cette abondance est essentiellement liée au fort potentiel précipitable advecté et au relief qui conditionne la translation estivale de la zone intertropicale de convergence [2].

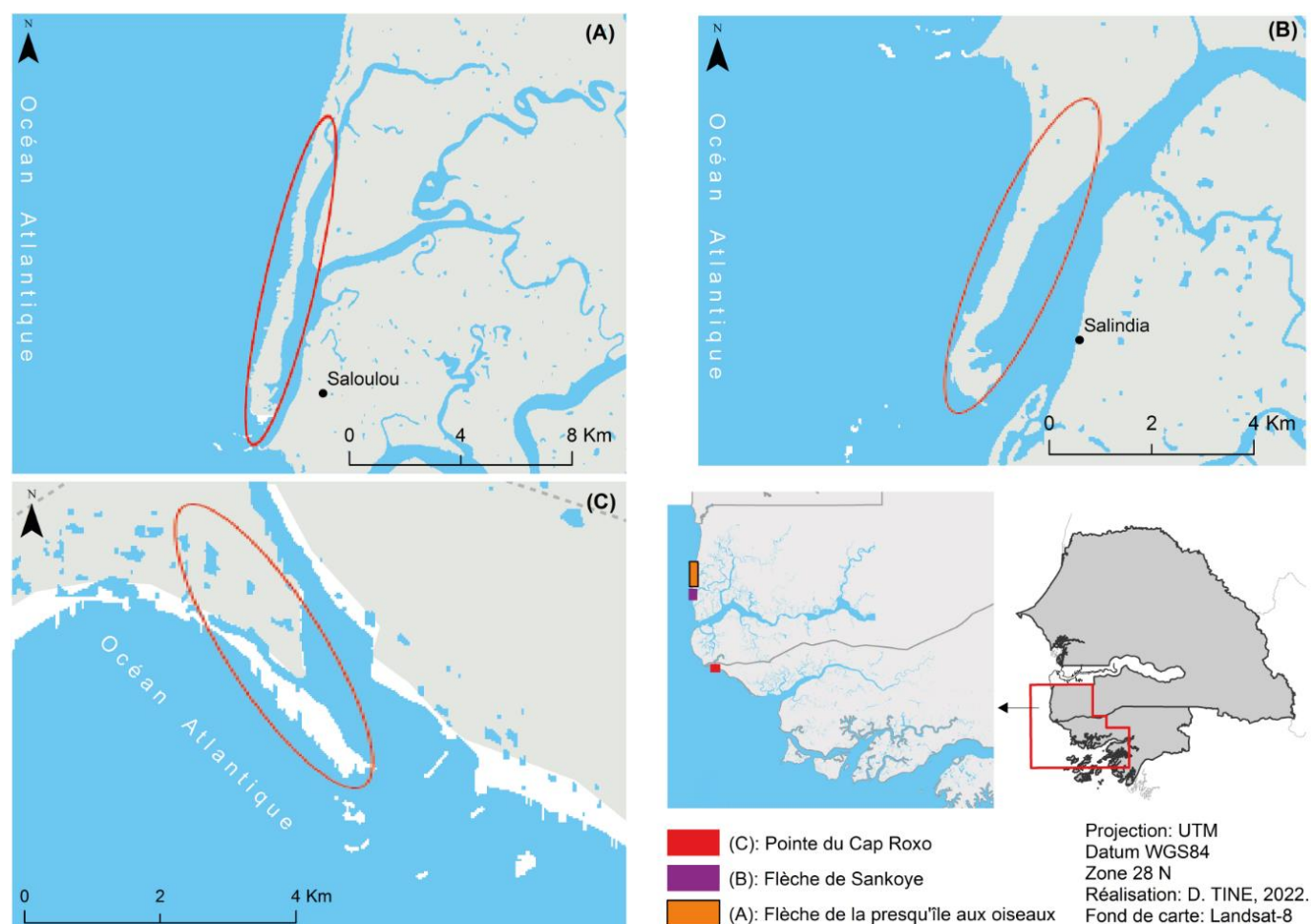


Fig. 1. Situation géographique de l'espace étudié

2.2 DONNÉES UTILISÉES

Les images Landsat utilisées pour cette étude ont été choisies sur la base de leur disponibilité, de leur libre accès et de leur ancienneté, couvrant une période allant de 1972 à 2022. Elles ont été téléchargées à partir de la plateforme Google Earth Engine (GEE). Les images contenues dans cette plateforme subissent une série de corrections afin d'augmenter la qualité de l'information et de minimiser l'incertitude sur les données, souvent liée aux perturbations atmosphériques. Les données corrigées et prêtes à l'utilisation sont mises gratuitement à la disposition des utilisateurs. Cette plateforme cloud regroupe une archive de plus de 40 ans d'imagerie satellitaire, ainsi que des outils dotés de la puissance de calcul pour analyser et exploiter cet immense entrepôt de données géospatiales.

Tableau 1. Caractéristiques des images Landsat utilisées

Capteurs	Date d'acquisition	Bandes	Longueurs d'onde	Résolution
MSS	1973	4-Bleu	0,45-0,52 μm	60 m
		5-Vert	0,52-0,6 μm	
		6-Rouge	0,63-0,69 μm	
		7- PIR	0,76-0,9 μm	240 m
TM	1986	1-Bleu	0,45-0,52 μm	30 m
		2-Vert	0,52-0,6 μm	
		3-Rouge	0,63-0,69 μm	
		4- PIR	0,76-0,9 μm	
		5-SWIR 1	1,55-1,75 μm	
		7- SWIR 2	2,08-2,35 μm	
ETM+	2003	1-Bleu	0,45-0,52 μm	30 m
		2-Vert	0,53-0,61 μm	
		3-Rouge	0,63-0,69 μm	
		4- PIR	0,78-0,9 μm	
		5-SWIR 1	1,55-1,75 μm	
		7- SWIR 2	2,09-2,35 μm	
OLI	2018	2- Bleu	0,45-0,51 μm	30 m
		3- Vert	0,52-0,60 μm	
		4- Rouge	0,63-0,68 μm	
		5- PIR	0,84-0,88 μm	
		6- SWIR 1	1,56-1,66 μm	
		7- SWIR 2	2,10-2,30 μm	

2.3 MÉTHODE

Le traitement des données satellitaires a été effectué à l'aide des techniques numériques de traitement d'images. La méthode de classification supervisée est utilisée pour ce travail. Cette technique est utilisée pour identifier les zones similaires sur une image à travers la signature spectrale. Il s'agit d'identifier d'abord les sites d'entraînement c'est-à-dire les échantillons assez homogènes sur l'image et représentatifs de différents types de surfaces. Ces échantillons sont, ensuite, utilisés pour définir les classes spectrales qu'ils représentent [10]. Il existe au sein de la classification supervisée plusieurs algorithmes de classification. Cependant, nous avons choisi, dans le cadre de cette étude, la classification par « maximum de vraisemblance ». Ce dernier est très utilisé dans les classifications supervisées et est considéré comme le plus performant dans la production des cartes thématiques dans le domaine de l'occupation du sol [11]. La classification par maximum de vraisemblance est basée sur la règle de Bayes:

$$Pr\{A_i|B\} = \frac{Pr\{A_i\} \cdot Pr\{B|A_i\}}{\sum Pr\{A_i\} \cdot Pr\{B|A_i\}}$$

(Source: <http://www.seos-project.eu>)

Où A_i représente la classe i , B représente les valeurs de réponse du pixel.

$Pr\{A|B\}$ est la probabilité conditionnelle que la classe A_i soit la classe où placer le pixel B .

Après la classification des images, un recodage a été effectué sur chaque image afin de regrouper les pixels des flèches et les séparer des pixels d'eau et des zones marécageuses. Après le recodage, ces pixels ont été fusionnés en une seule classe représentant l'emprise de la flèche sableuse. Ces résultats ont été également convertis en format vectoriel afin de calculer leurs superficies et d'analyser leur évolution spatio-temporelle. La figure 3 représente les étapes de traitement des images satellitaires.

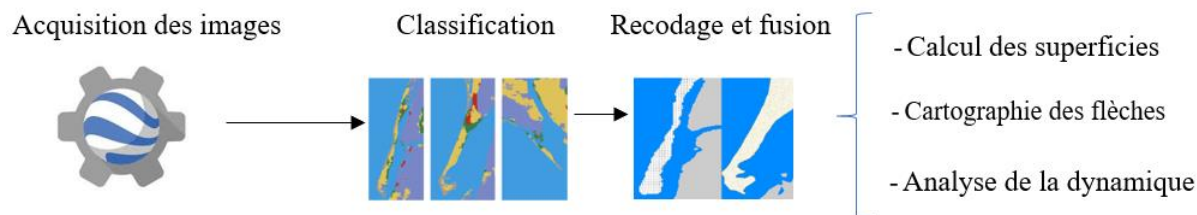


Fig. 2. Organigramme méthodologique de traitement des images

3 RESULTATS

3.1 LA DYNAMIQUE SÉDIMENTAIRE

La dynamique sédimentaire des littoraux étudiés est régie par la houle du Nord qui induit une dérive littoral Nord-sud et les apports sédimentaires continentaux transportés essentiellement les cours d'eau. Ces derniers, au contact des eaux marines forment des milieux d'accumulations de sédiments appelées panaches. Ces apports sédimentaires sont composés de plancton, de matière organique et inorganique, de sables fins, limons et argiles provenant de l'amont des cours d'eau, de l'érosion des sols, des activités anthropiques et des productions biologiques. Ces matériaux jouent un rôle très important dans la morphodynamique sédimentaire du littoral concerné.

La formation de panache observée au niveau des estuaires met en évidence la concentration de matières en suspension dans l'eau. La rencontre des eaux douces et salées engendre une forte stratification de densité dans la colonne d'eau. Les eaux douces, moins denses, restent au-dessus des eaux salées pour former un panache de particules fines [12].

Les échanges sédimentaires dans les estuaires sont dominés par les apports fluviaux surtout en période de crue. Ces sédiments soumis à un contraste de densité des eaux, sont déposés de part et d'autre des estuaires et forment des bancs de sables et de cordons littoraux. L'analyse spatiale de la concentration de matières en suspension est un élément fondamental pour les études morphologiques fluviales et côtières [13]. L'indice qualitatif de turbidité (figure 4) permet d'analyser la répartition spatio-temporelle des sédiments en suspension au niveau du littoral étudié. Elle met en évidence une forte concentration de matières en suspension dans la partie guinéenne, au niveau de l'embouchure du Rio Cacheu. Ce phénomène peut s'expliquer par le fait que cette région reçoit une forte quantité de précipitations qui augmentent les débits des cours d'eau. Les sédiments arrachés en amont des bassins versants sont acheminés directement vers le littoral où ils peuvent être propagés jusqu'à plusieurs kilomètres au fond de l'océan.

Les particules en suspension drainées par les bassins versants de Kafountine et de la Casamance sont mobilisées vers le Sud en direction de l'embouchure de Cacheu par la houle du Nord-ouest et viennent renforcer les apports sédimentaires du bassin versant de Cacheu. De 1973 à 2018, la concentration des panaches diminue et passe de 100 à 71 km du littoral à Cacheu tandis qu'en Casamance, elle passe de 22 à 11 km du littoral.

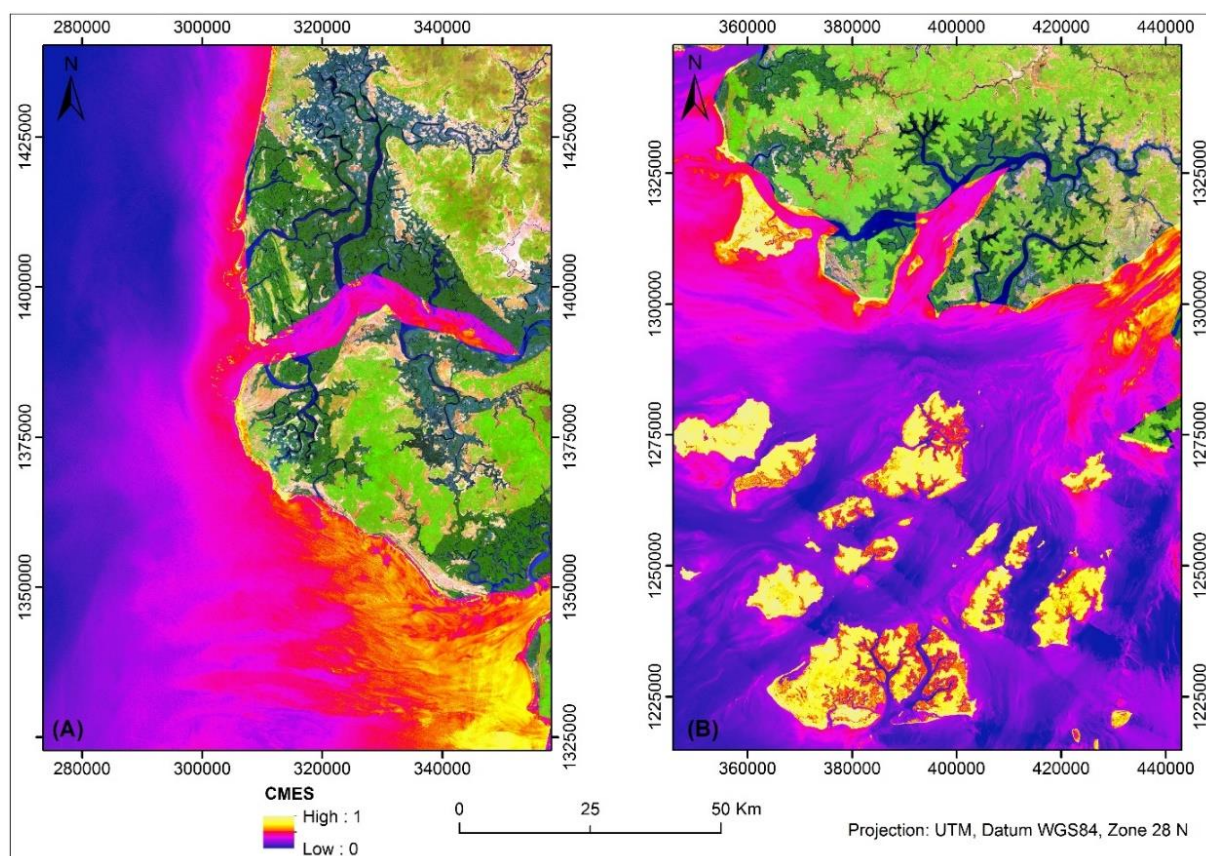


Fig. 3. *Indice qualitatif de turbidité établi à partir du traitement de l'image satellitaire Landsat OLI (2018) de la Basse Casamance au Rio Cacheu (A) et du Rio Cacheu à l'estuaire de Gêba (B)*

3.2 LE BILAN SÉDIMENTAIRE

La morphodynamique des plages dans l'espace étudié s'explique par des variations des conditions de forçages météorologiques qui conditionnent les processus de transport sédimentaires. L'analyse des bilans sédimentaires révèle un transport continu de sables au long du littoral. Ces sables proviennent des apports sédimentaires éoliens et fluviaux, de l'érosion des côtes septentrionales et les sédiments apportés par ravinement et ruissellement. Ces apports sédimentaires d'origine diverses forment des réserves sédimentaires importantes sur l'avant plage. Ces dépôts sont des formes caractéristiques des plages des Rivières du Sud. Il s'agit des réserves de sédiments disponibles, participant à la stabilisation saisonnière des plages. Ces sédiments composés de sables fins et de galets sont issus des échanges entre le continent, l'océan et l'atmosphère. Ils résultent d'un système dynamique caractérisé entre autres par les apports fluviaux, l'érosion des dunes, les apports de dérive littorale et les apports de tempête, contrôlant l'équilibre sédimentaire des plages. Les dépôts de sédiments présents sur les plages (photo 5), constituent une protection contre l'assaut des vagues.



Fig. 4. Dépôts sédimentaires sur la plage de Varela en avril 2021

3.3 MORPHODYNAMIQUE DE LA FLECHE DE SANKOYE

Les flèches du littoral des Rivières du Sud dégagent des caractéristiques morphologiques marquant les constructions d'unités des courants de la dérive littorale. La pointe de Sankoye affiche un allongement de son extrémité distale dans le sens du transport sédimentaire longitudinal (*longshore*) dominant. La pointe de Sankoye présente une forme particulière qui a changé au cours de ces dernières années (figure 7), mais avec une forme régulièrement rattachée à l'estran. Au stade actuel de son évolution morphodynamique, la fonction la plus spectaculaire de la flèche sableuse est de servir d'aire de ponte et un reposoir essentiel pour de nombreuses espèces migratrices.

Les résultats statistiques (figure 6) de la cartographie diachronique de la flèche de Sankoye indiquent une extension de 26,87 ha entre 1973 et 1986, une régression de 14,3 ha entre 1986 et 2003 et une progression considérable de 100,36 ha entre 2003 et 2018. De 1973 à 2018, l'emprise spatiale de la flèche est passée de 603,32 ha à 716,25 ha soit une augmentation de 112,93 ha. Le changement morphologique de cette pointe peut intervenir de façon très rapide à la suite de tempêtes inhabituelles. Cette formation est soumise à des phénomènes d'hydrodynamismes très puissants entre l'estuaire et l'océan. Sa taille et sa forme évoluent constamment, parfois dans des proportions importantes. De plus l'action des tempêtes marines entraîne souvent des réponses morphologiques rapides et des impacts importants sur le littoral sableux de la Casamance: recul du trait de côte, submersion et érosion de la plage, franchissements et destruction des systèmes dunaires [14].

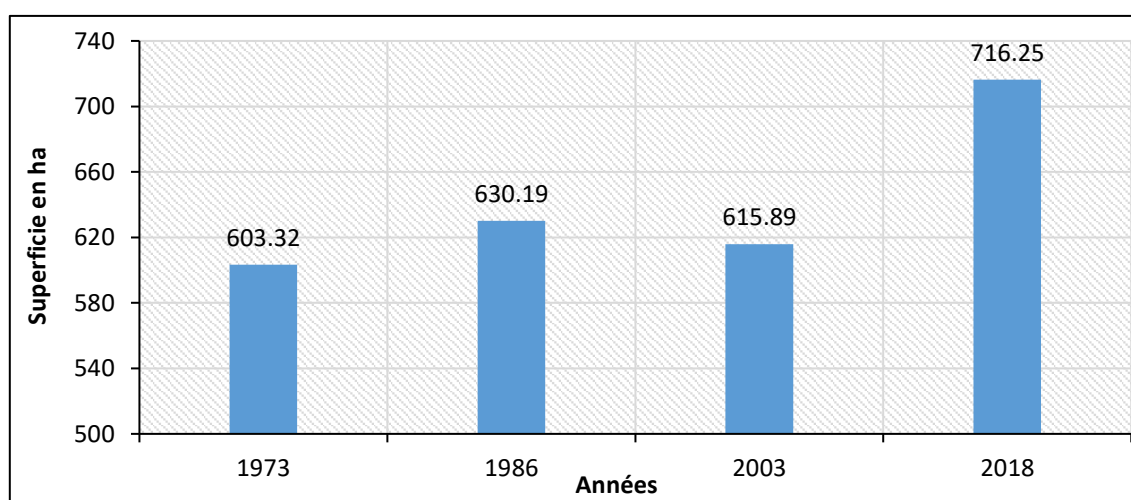


Fig. 5. Statistiques de l'évolution de la flèche de Sankoye de 1973-2018

La flèche de la pointe de Sankoye connaît une évolution formée juste au niveau de l'embouchure de Kalissaye qui la porte. Celle-ci présente une discontinuité de la ligne de rivage et conduit à la formation et au développement de la flèche à la suite du transport *longshore* induit par la dérive littorale. Ainsi, en plus de la sédimentation, conformément à la dérive Nord/Sud (*longshore*), les fleuves jouent ici un rôle non négligeable dans l'apport sédimentaire lors des périodes de crue. Il faut également noter que les plages de la Casamance sont caractérisées par des ruptures d'embouchures secondaires qui piègent les sédiments transportés par la dérive littorale. Par ailleurs, la dynamique fluviale est caractérisée par la présence des réseaux fluviaux méandriformes contrôlés par les facteurs topographiques, la charge sédimentaire transportée, la dimension du réseau de drainage, la stabilité des rives, le climat et la tectonique [15], [16], [17]. Ces sédiments soumis à un contraste de densité des eaux, sont déposés de part et d'autre des estuaires et forment des bancs de sables et de cordons littoraux à l'image de la pointe de Sankoye. Ces matériaux jouent un rôle important dans la morphodynamique sédimentaire du littoral [18], [19]. L'analyse spatiale de la concentration de matières en suspension est un élément fondamental pour les études morphologiques fluviales et côtières, en distinguant si possible le charriage qui se fait près du fond, engendré par les collisions intergranulaires.

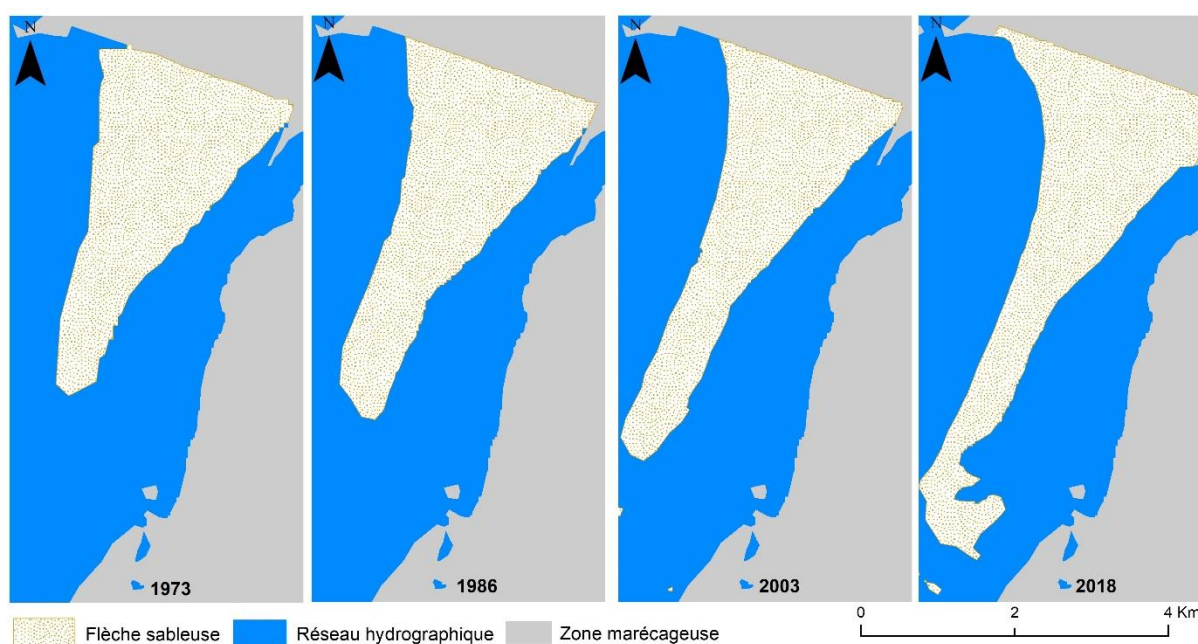


Fig. 6. Morphodynamique de la flèche de Sankoye de 1973 à 2018

3.4 EVOLUTION DE LA FLECHE DE LA PRESQU'ILE AUX OISEAUX

L'évolution morphologique de la flèche de la presqu'île aux oiseaux correspond en grande partie à une redistribution du stock de sédiments. Comme la plupart des flèches analysées, la morphodynamique est contrôlée par la dérive littorale, le transport *longshore* et les apports sédimentaires continentaux. Comme en Afrique de l'Ouest, on note sur le littoral de la Basse-Casamance un important transit sédimentaire caractérisé par un allongement des pointes des flèches sableuses, avec parfois des mises en place de bancs de sable individualisés [20]. La dynamique morphologique de cette flèche est caractérisée par un allongement vers le sud comme la plupart des flèches d'ailleurs. Cet allongement est lié au transport *longshore* qui joue, par ailleurs, un double rôle. Il peut provoquer de l'érosion et entraîner des changements morphologiques très marqués. L'analyse de la dynamique morphologique de cette flèche (figure 8) nous révèle une forte activité érosive de la dérive littorale suivant un gradient Nord-sud. L'allongement des flèches vers le sud le long du littoral de la Casamance est dû à la diminution de la dérive littorale, entraînant un dépôt des charges sédimentaires. Des bancs de sable sont souvent observés à la pointe des flèches, marqués par endroit, par la rencontre des eaux marines et fluviales. Ces bancs résultent des dépôts de charges sédimentaires dus à la rencontre des deux courants. L'évolution de la flèche de la presqu'île aux oiseaux révèle un système morphodynamique défini par des conditions hydrodynamiques turbulentes entraînant des mouvements sédimentaires continus. Toutefois, l'action de la dérive littorale demeure déterminante dans l'édification et l'allongement des flèches sableuses.

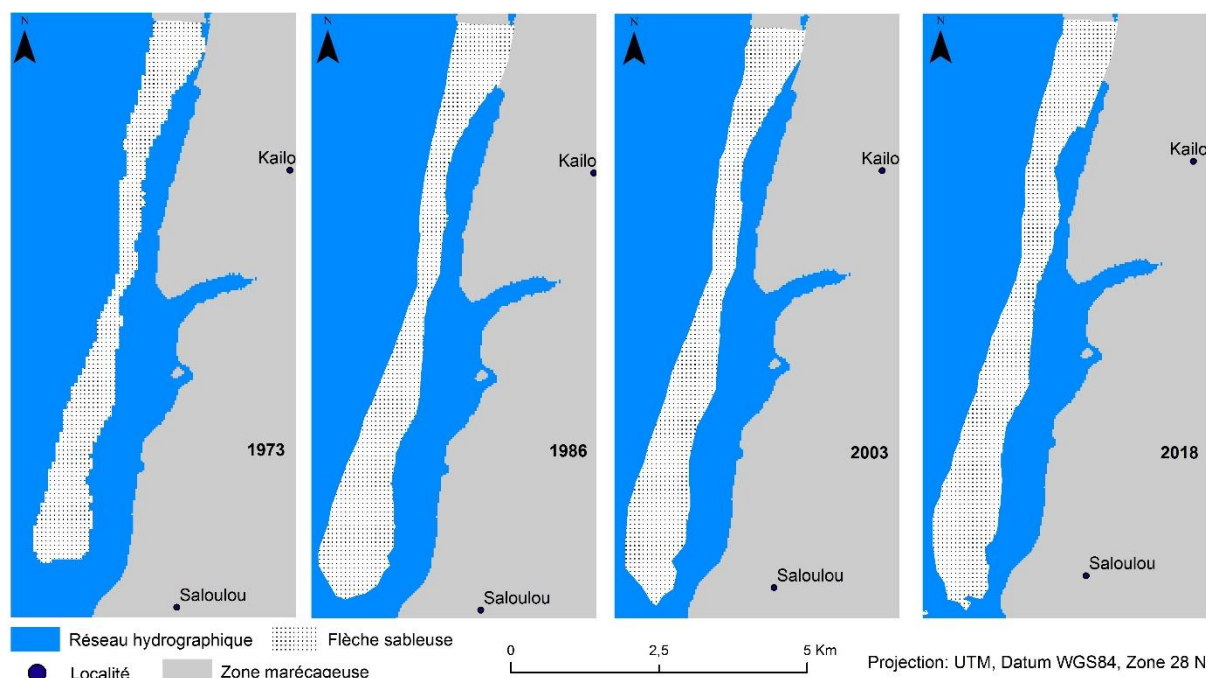


Fig. 7. Évolution spatio-temporelle de la flèche de la presqu'île aux oiseaux de 1973-2018

L'évolution morphologique de la flèche de la presqu'île aux oiseaux est marquée par le développement de son emprise spatiale. Son développement s'effectue par une progression de sa bordure vers la mer et un allongement vers le sud. La figure 9 représente les statistiques de son évolution spatiale. Elle met en évidence une tendance progressive malgré une perte d'espace observée en 2018 due à l'érosion. Les statistiques indiquent une extension de 116,89 ha entre 1973 et 1986. Une phase d'accumulation qui a vu la flèche s'allonger un peu plus vers le sud tout en s'élargissant au niveau de la pointe. La période 1986-2003 montre un développement significatif de la flèche. Un gain de 220 ha a été constaté. Cette croissance est liée aux apports sédimentaires continentaux et aux courants de dérive. La flèche connaît un léger rétrécissement de sa pointe qui se rattrape par un allongement un peu plus poussé. Cependant, la période 2003-2018 connaît une régression des superficies de l'ordre de 70,53 ha. Ces pertes sédimentaires sont dues à l'érosion par la dérive littorale. C'est la seule période où la flèche a perdu d'énormes quantités de sédiments. Ceci s'explique par une forte érosion et une diminution des apports sédimentaires fluviaux.

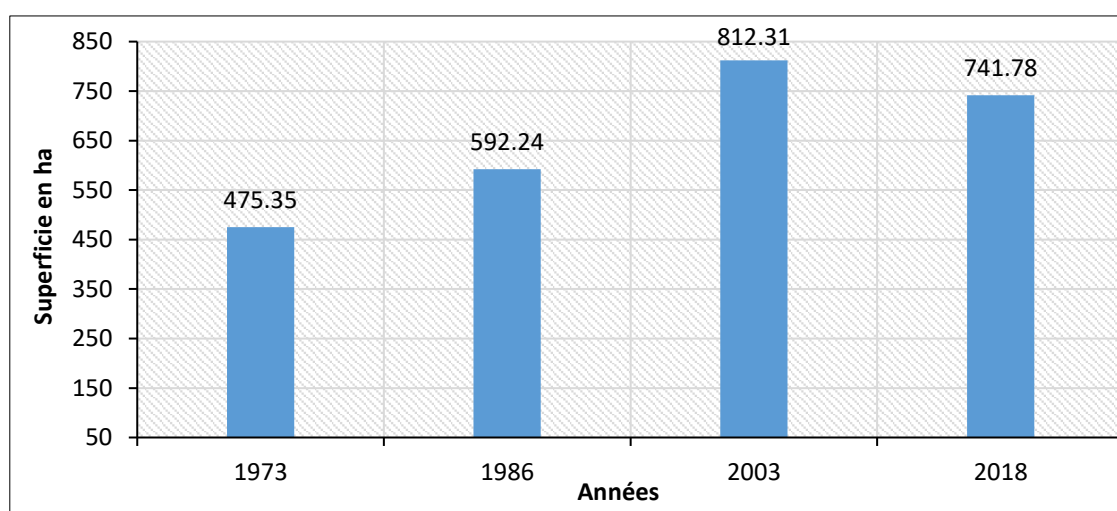


Fig. 8. Statistiques de l'évolution de la flèche de la presqu'île aux oiseaux de 1973-2018

3.5 DYNAMIQUE SPATIO-TEMPORELLE DE LA POINTE DU CAP ROXO

Les flèches sableuses observées le long des rivages meubles de l'espace étudié connaissent, dans l'ensemble, une progradation de sa façade maritime et un allongement libre de leur pointe vers le Sud. Leur dynamique est liée à la présence d'une dérive littorale résultant de l'obliquité de la houle par rapport à la ligne de rivage. En amont de la pointe du Cap Roxo, une forte érosion est observée dont une grande partie des sédiments est transporté par la houle du Nord et la dérive littorale (éléments essentiels du transport sédimentaire) vers l'aval. Un engraissement de la flèche est accompagné d'un déficit sédimentaire en amont (figure 10).



Fig. 9. *Forte érosion côtière du segment proximal de la plage de Varela*

La dynamique des flèches est également liée aux apports sédimentaires fluviaux. La pointe de la pointe du Cap Roxo, à l'image des autres flèches identifiées, se situent à l'intérieur de l'embouchure notamment à la rencontre des eaux marines et fluviales. Une partie de ces sédiments transportés se dépose à la rencontre des eaux marine sous l'effet du contraste de densité. Ce mécanisme entraîne des dépôts continus de sédiments et participe à l'engraissement et à l'allongement de la flèche (figure 11).

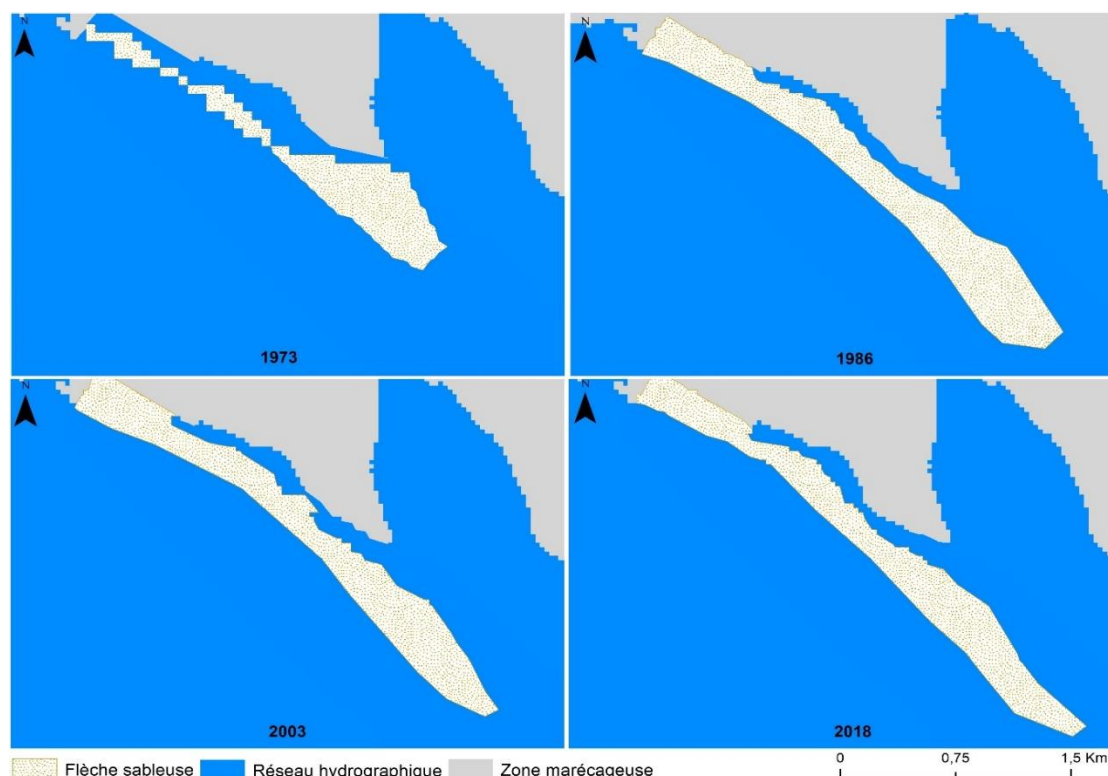


Fig. 10. Évolution spatio-temporelle de la pointe du Cap Roxo de 1973-2018

Les statistiques de l'évolution spatiale de la pointe du Cap Roxo entre 1973 et 2018 indiquent une extension de 38,19 ha entre 1973 et 1986. Ces changements se manifestent par un engraissement de son rivage et une progression de sa pointe vers le Sud. À partir de 1986, une faible tendance à la régression est observée qui passe de 92,19 ha en 1986 à 82,42 ha en 2018. La période 1986-2003 reste la plus érosive avec une régression de 7,75 ha. Ce recul est lié à un déficit sédimentaire dû à l'érosion et à la réduction des apports sédimentaires fluviaux.

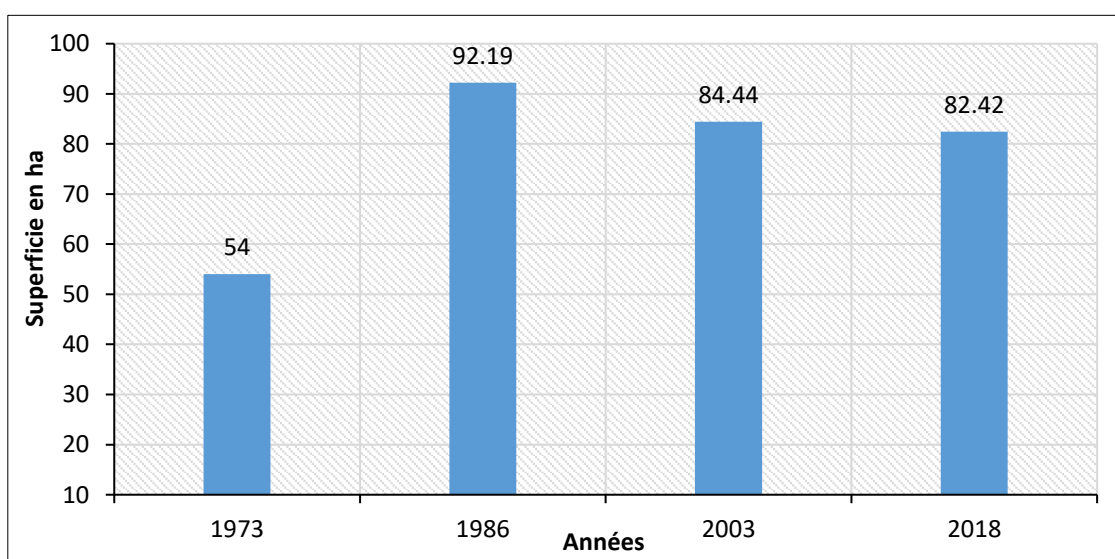


Fig. 11. Statistiques de l'évolution de la pointe du Cap Roxo de 1973-2018

4 DISCUSSION

La densité du réseau hydrographique de la zone d'étude constitue un vecteur de flux sédimentaires qui participe à la morphodynamique du littoral. Les flux sédimentaires déclenchés par les fortes précipitations et l'érosion des berges sont piégés dans les estuaires par la densité des formations de mangrove. Au contact entre les eaux marines et celles des fleuves Casamance et Cacheu se forment des milieux d'accumulation de sédiments appelés panaches. En effet, les côtes casamançaises, à l'instar des côtes ouest-africaines, sont touchées par les houles du Nord-Ouest des hautes latitudes boréales et les houles du Sud-Ouest [17], [19], [21], [22], [23]. Ces agents hydrodynamiques ont une incidence non négligeable sur l'évolution des plages. Les flèches sableuses de la basse Casamance et de la Guinée Bissau évoluent dans le domaine climatique sub-guinéen marqué par une forte pluviométrie. Cela se traduit par une augmentation de la charge sédimentaire des cours d'eau en saison pluvieuse. L'allongement de la pointe libre des flèches peut être lié à un approvisionnement permanent en sédiments par les agents hydrodynamiques fluvio-marins. Cet allongement est facilement remarquable sur les images satellitaires Landsat utilisées. Leur direction Nord-sud indique leur évolution sous l'influence de la houle Nord-ouest. La presqu'île aux oiseaux est remarquable par la forme concave qui affecte sa bordure externe [5].

Au niveau de la pointe de Sankoye, une partie du transport sédimentaire est effectué par la dérive littorale Nord-Ouest/Sud-Ouest. Cependant, ces particules transportées par la dérive Nord-Ouest sont séquestrées à l'embouchure, et s'y accumulent. Ces accumulations se réalisent par une contre-dérive locale qui s'exerce généralement lors du passage de la houle Sud-Ouest [18], [22], [24], [25]. Sur la pointe de Sankoye l'accrétion est le résultat de ce système de doublure. Par ailleurs, les apports continentaux sont non négligeables dans la contribution à l'accrétion des plages [10], [16], [26]. La flèche de la Presqu'île aux Oiseaux au nord de l'embouchure de la Casamance est la plus large et la plus longue (10 km environ) de toutes les flèches étudiées. Elle atteint son extension maximale à son extrémité avec une largeur d'un kilomètre environ [26]. Cette flèche a connu une extension remarquable entre 1973 et 2018. Les superficies issues des résultats cartographiques montrent un développement de son emprise spatiale de 336,96 ha. La dynamique des trois flèches est facilement observable sur les images Landsat analysées. En ce qui concerne la pointe du Cap Roxo, elle est marquée par une extension de ses superficies entre 1973 et 1986 avant de connaître une régression progressive jusqu'en 2018. Les extrémités de la pointe libre des flèches ne sont touchées par l'érosion. Celle-ci concerne généralement les racines des flèches.

5 CONCLUSION

La cartographie diachronique des flèches sableuses à l'aide des images satellitaires Landsat a permis de montrer leur évolution entre 1973 et 2018. La morphodynamique des flèches littorales des Rivières du sud est liée à l'action de la houle du Nord-ouest qui engendre une la dérive littorale Nord-sud et détermine la direction des sédiments charriés. À cela s'ajoutent les apports sédimentaires fluviaux et éoliens. L'ensemble de ces éléments contrôle l'évolution morphologique et ont permis de constater une évolution morphologique rapide des flèches sableuses dont la plus remarquable reste la migration de leurs embouchure et l'allongement de leurs pointes vers le sud. Entre 1973 et 2018, les trois flèches ont augmenté de 266,43 ha pour la flèche de la presqu'île aux oiseaux, 112,93 ha pour la flèche de Sankoye et 28,42 ha pour la pointe du Cap Roxo.

REFERENCES

- [1] A. PIMMEL, Contribution à l'étude sédimentologique des mangroves de Casamance (Sénégal). Étude granulométrique et exoscopique. Thèse de doctorat, Université Louis Pasteur, 149 p, 1984.
- [2] G. PENNOBER, Analyse spatiale de l'environnement côtier de l'archipel des Bijagós (Guinée Bissau). Thèse de doctorat, Université de Bretagne occidentale, Institut supérieur européen de la mer, 233 p, 1999.
- [3] E. S. DIOP, La côte ouest-africaine du Saloum (Sénégal) à la Mellancorée (Rep. De Guinée). Thèse de doctorat, Université de Strasbourg, 379 p, 1990.
- [4] S. Jolicoeur, M. Giangioppi & D. Bérubé, "Réponses de la flèche littorale de Bouctouche (Nouveau-Brunswick, Canada) à la hausse du niveau marin relatif et aux tempêtes entre 1944 et 2000". Géomorphologie: relief, processus, environnement, vol. 16 - n° 1, 91-108, 2010.
- [5] A. Sy, Étude géomorphologique des flèches sableuses du littoral Sénégalais: langue de Barbarie (Nord-Sénégal), pointe de sangomar (Saloum) et presqu'île aux oiseaux (Casamance). Mémoire de maîtrise, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 103 p, 1982.
- [6] M. C. CORMIER-SALEM, Rivières du Sud: sociétés et mangroves ouest-africaines. IRD éditions. Volume 1. 1999.
- [7] G. PENNOBER, "Dynamique littorale d'un delta estuarien: les Bijagós (Guinée-Bissau)". Cahiers Nantais, n° 59, pp. 139-148, 2003.

- [8] J. L. SAOS, C. LE BOUTELLER & E. S. DIOP "Aspect géologique et géomorphologique de la Casamance: Étude de la sédimentation actuelle". *Rev. Hydrobiol. trop.* 20 (3-4): 219-232, 1987.
- [9] M. LEROUX, *Le climat de l'Afrique tropicale*. Éditions Champions, Paris, 631 p, vol 2, 1983.
- [10] D. TINE, M. FAYE, M. THIOR, M. MBAYE, L. BIAYE, G. FAYE, D. TINE, "Contribution of water erosion to coastal sedimentary morphodynamics: quantification using universal soil loss (RUSLE) in the Kafountine watershed (southern Senegal) ". *International Journal of Agriculture, Environment and BioResearch*, Vol. 5, N°06. ISSN: 2456 – 8643, 2020.
- [11] G. Soro, E. K. Ahoussi, E. K. Kouadio, T. D. Soro, S. Oulare, Saley, M. B. N. Soro, J. Biemi, "Apport de la télédétection à la cartographie de l'évolution spatio-temporelle de la dynamique de l'occupation du sol dans la région des Lacs (Centre de la Côte d'Ivoire) ". *Afrique SCIENCE*. 10 (3), pp. 146-160, 2014.
- [12] T. LORTHIOIS, *Dynamique des matières en suspension dans le panache du Rhône (Méditerranée occidentale) par télédétection spatiale « couleur de l'océan »*. Thèse de doctorat, Université Pierre et Marie Curie, 250 p, 2012.
- [13] E. AMOUSSOU, *Variabilité pluviométrique et dynamique hydro-sédimentaire du bassin-versant du complexe fluvio-lagunaire Mono-Ahémé-Couffo (Afrique de l'Ouest)*. Thèse de doctorat, Université de Bourgogne, p.83-85, 2010.
- [14] Y. BALOUIN, L. DESBIENDRAS, M. GERVAIS & J. TESSON (12-14 juin 2012). *Dynamique à haute fréquence des barres d'avant-côte en milieu microtidal: suivi vidéo du Lido de Sète, Golfe du Lion*, XIIèmes. Journées Nationales Génie Côtier Génie Civil, Cherbourg. DOI: 10.5150/jngcgc.2012.019-B.
- [15] A. M. M. BILONGO, *La modélisation génétique de systèmes fluviaux méandriformes: exemple du bassin de Loranca (Espagne)*. Mémoire de stage, Université Pierre et Marie Curie, 39 p, 2008.
- [16] M. THIOR, T. SANE, O. SY, L. DESCROIX, B. D. BA, B. SOLLY, V. MENDY, "Analyse Spatiale de l'évolution du trait de côte autour de l'embouchure du Fleuve Casamance (Sénégal) de 1968 à 2017, à Partir de l'outil DSAS". *European Scientific Journal*, Vol.15, No.9, 106-130, 2019.
- [17] C. FAYE, M. GRIPPA, L. KERGOAT, E. ROBERT, "Investigating the drivers of total suspended sediment regime in the senegal river basin using landsat 8 satellite images". *Journal of Environmental Geography*, 31-42, 2020.
- [18] M. SADIO, *Morphodynamique et aménagement des flèches littorales de la côte du Sénégal*, Thèse de Doctorat, Université Cheikh Anta Diop/AIX Marseille Université, 375p, 2017.
- [19] A. NDOUR, R. A. LAÏBI, M. SADIO, G. E. DEGBE, A.T. DIAW, L. M. OYEDE, E. J. ANTHONY, P. DUSSOUILLEZ, H. SAMBOU, E. B. DIEYE, "Management strategies for coastal erosion problems in West Africa: Analysis, issues, and constraints drawn from the examples of Senegal and Benin". *Ocean & Coastal Management*, 156, pp. 92-106, 2018.
- [20] E. B. DIEYE, A. T. DIAW, T. SANÉ & N. NDOUR, "Dynamique de la mangrove de l'estuaire du Saloum (Sénégal) entre 1972 et 2010". *Cybergeo: European Journal of Geography. Environment, Nature, Landscape*, 629, 2013.
- [21] M. THIOR, A. A. SY, I. CISSE, E. B. DIEYE, T. SANE, B. D. BA, B. SOLLY, L. DESCROIX "Approche cartographique de l'évolution du trait de côte dans l'estuaire de la Casamance". *Mappemonde*, 131, 2021.
- [22] A. A. SY, *Dynamique sédimentaire et risques actuels dans l'axe Saint-Louis-Gandiou, littoral Nord du Sénégal, littoral Nord du Sénégal*. Thèse de Doctorat, UGB, 328 p, 2013.
- [23] A. T. DIAW, *Évolution des milieux littoraux du Sénégal. Géomorphologie et télédétection*. Thèse de doctorat d'Etat, Université de Paris I: Panthéon - Sorbonne, 270 p, 1997.
- [24] M. THIOR, T. SANE, A. A. SY, E. B. DIEYE, B. BARRY, L. DESCROIX, "Évolution morphologique du cordon sableux de la presqu'île aux oiseaux sur le littoral de la Casamance (Sénégal) ". *Revue marocaine de géomorphologie*, N°4, 11-23 p, 2020.
- [25] T. REY et C. FANGET, "L'inadéquation entre les temporalités côtières et le temps des décisions et des actions au l'exemple de la brèche de Barbarie". *Territoire d'Afriques*, N°10, 15 p, 2017.
- [26] I.B.N. FAYE, "Dynamique du trait de côte sur les littoraux sableux de la Mauritanie à la Guinée-Bissau (Afrique de l'Ouest): Approches régionale et locale par photo-interprétation, traitement d'images et analyse de cartes anciennes". Thèse de doctorat, UBO, Brest, 320 p, 2010.

Conception d'un système de détection et localisation automatique des fuites d'huile dans un broyeur

[Design of an automatic detection and localization system for oil leaks in a mill]

Orville Nkunga Nsinga¹, Bope Medard-Arnauld², Dennis Tshikudi³, Gad Thimbu⁴, Idelfonse Tshipi Chen⁵, Ivick Tshibamb⁶, Luc Lumanji⁷, and Papy Mukanda Lukengo⁸

¹Chargé de pratique professionnelle, ingénieur technicien en informatique industrielle, RD Congo

²Chargé de cours, Ingénieur en de système d'information, RD Congo

³Chargé de cours, Licencié en informatique de gestion, RD Congo

⁴Chargé de cours, Ingénieur en informatique industrielle, RD Congo

⁵Assistant A2, Ingénieur industriel, RD Congo

⁶Chargé de cours, Ingénieur en génie logiciel, RD Congo

⁷Chef de travaux, Licencié en informatique de gestion, RD Congo

⁸Chargé de cours, Licencié en électronique industrielle, 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 publication is a brief abstract of an engineering work that addresses the problem of locating oil leaks in the lubrication circuit of a semi-autogenic mill called CASCAD MILL CINQ (CM5).

A solution is proposed using a fundamental law of fluid mechanics that is «the law of flow conservation». Thanks to the latter, the model of an automatic and computer system was designed, also taking into account the instrumentation and other aspects of the solution related to the problem.

KEYWORDS: System, detection, location, leak, oil, mill.

RESUME: Cette publication est un bref résumé d'un travail d'ingénierie qui aborde le problème de localisation des fuites d'huile dans le circuit de lubrification d'un broyeur semi-autogène nommé CASCAD MILL CINQ (CM5).

Une solution est proposée en utilisant une loi fondamentale de la mécanique de fluides qu'est «la loi de la conservation de débit». Grâce à cette dernière, le modèle d'un système automatique et informatique a été conçu, prenant aussi en compte l'instrumentation et autres aspects de la solution liée au problème.

MOTS-CLEFS: Système, détection, localisation, fuite, huile, broyeur.

1 INTRODUCTION

L'entreprise Kamoto Copper Compagnie en sigle KCC est l'une des grandes sociétés d'extraction et de traitement du cuivre et du cobalt au monde. Situé à Kolwezi dans la province du Lualaba. Dans son processus de broyage des minerais, KCC possède un grand broyeur semi-autogène nommé CM5. Afin d'assurer le bon fonctionnement du CM5, assurer la sécurité de la machine ainsi que des agents aux alentours, une lubrification permanente des paliers avec de l'huile sous pression est impérative. D'où, les fuites d'huile ne sont pas à désirer. Le très performant système de supervision actuel mis en place pour prévenir les anomalies du broyeur, permet certes de détecter avec précision les fuites d'huile, mais ne permettant pas de localiser les conduites d'huile concernées. Ce dans ce contexte que notre travail propose un système informatique d'aide à la maintenance du système de lubrification du CM5 permettant de localiser les tronçons de tuyauteries affectés par une ou plusieurs fuites.

2 GENERALITES SUR LES BROyeurs ET LES SYSTEMES DE COMMANDES INDUSTRIELS

2.1 LES BROyeurs

De façons générales, un broyeur est une machine mécanique dont la fonction est de concasser, réduire à l'état de particule une matière. Le but de cette machine est donc de réduire la granulométrie d'une matière quelconque afin de pouvoir la traiter. Les broyeurs sont utilisés dans certaines cuisines, bureaux, plantations et usines. En référence au fonctionnement, il existe deux grandes familles de broyeurs, le broyeur culbuteur et le broyeur moulin¹.

2.2 SYSTÈME DE SUPERVISION ET DE DÉTECTION DES ANOMALIES

La détection consiste à remarquer une incohérence entre le comportement du système physique et celui du modèle. Le diagnostic, lui, est souvent fondé sur la recherche d'une cohérence entre le comportement du système physique et celui d'un modèle de panne correspondant à des connaissances profondes.² Le système de supervision permet de diagnostiquer des anomalies grâce à l'acquisition des données provenant des capteurs.

3 ETUDE PRELABLE

3.1 ANALYSE MÉTIE

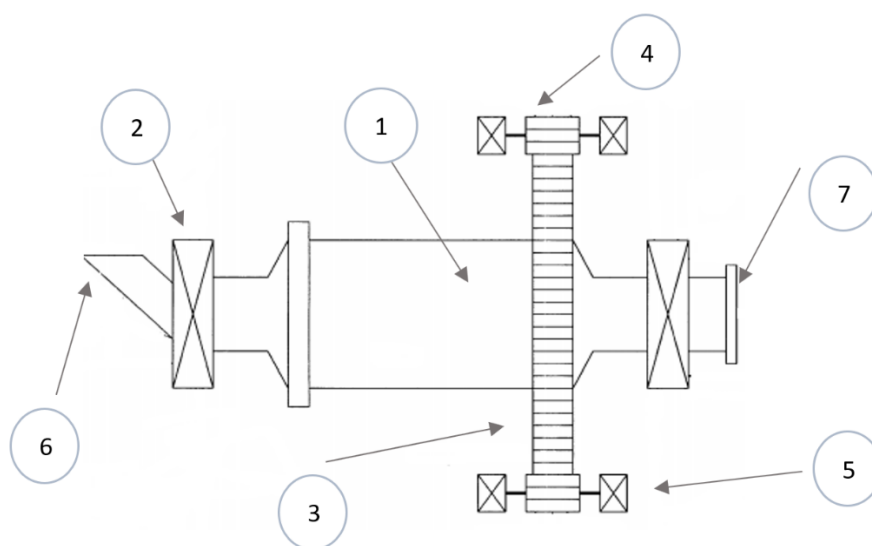


Fig. 1. Composition CM5

¹ Jean VAN PAMEL, Fragmentation, 2016 p.14

² BELFARHI N, Conception d'un outil d'aide à la détection et diagnostic des défaillances dans un système de production, 2012 p. 15

Les sept parties illustrées par la figure ci-haut sont:

- 1) Un tambour rotatif.
- 2) Deux paliers lisses.
- 3) Une couronne dentée.
- 4) Des pignons.
- 5) Des réducteurs de vitesse.
- 6) Une goulotte d'entrée.
- 7) Une goulotte de décharge.

3.2 FONCTIONNEMENT DU CM5

Le fonctionnement du CM5 se résume au ce graphique ci-dessous:

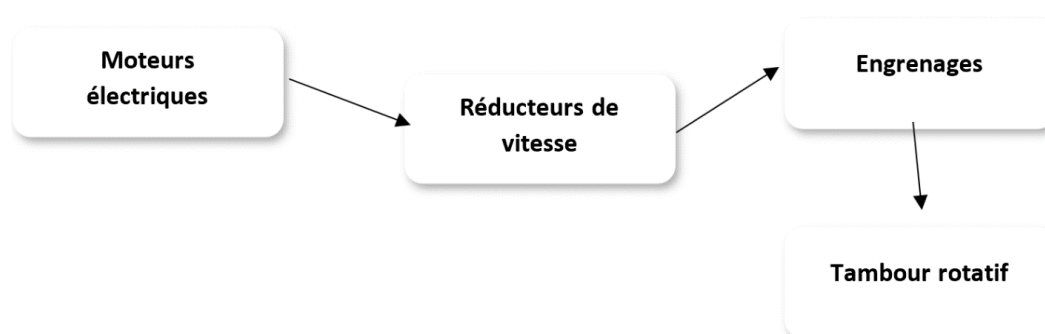


Fig. 2. Schéma bloc du fonctionnement du CM5

3.3 LE SYSTÈME DE LUBRIFICATION HYDROSTATIQUE DES PALIERS

La lubrification hydrostatique fonctionne sur le principe de l'alimentation en fluide sous pression entre les surfaces de glissement pour sécuriser leur séparation. Le fluide est alimenté par un circuit hydraulique et entre par un trou d'entrée dans le palier et est uniformément réparti par un évidement. Le plateau tournant flotte et est prêt à fonctionner une fois que le film lubrifiant est complètement développé.³

La lubrification des paliers du CM5 est hydrostatique, on utilise de l'huile à pression constante pour créer un film d'huile qui permet une séparation entre le palier et le tourillon. La partie séparatrice entre le tourillon et le palier appelé coussinet est percée de plusieurs trous. Des jets d'huile pénètrent par ces trous et soulèvent le tourillon qui tourne sur une mince couche d'huile sans toucher le coussinet. Ainsi, le coefficient de frottement est presque réduit à zéro⁴.

³ A review of the design and optimization of large-scale hydrostatic bearing systems: Engineering Science and Technology, an International Journal (JESTECH). Volume 24, August 2021, P 936-958

⁴ A review of the design and optimization of large-scale hydrostatic bearing systems: Engineering Science and Technology, an International Journal (JESTECH). Volume 24, August 2021, P 936-958

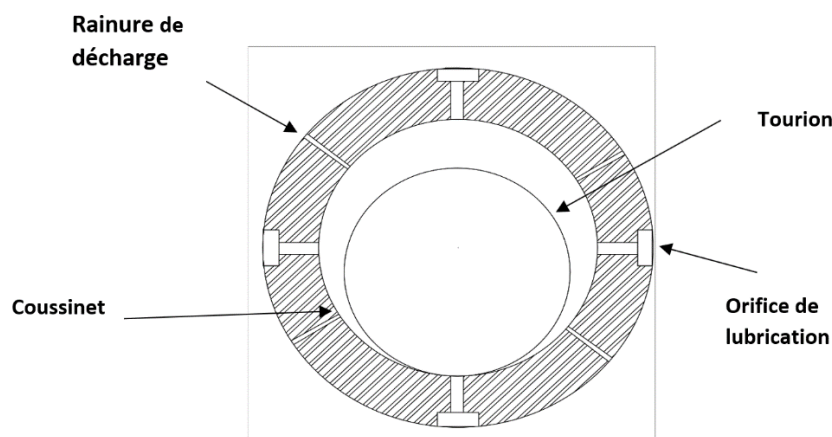


Fig. 3. Palier du broyeur CM5 avant son démarrage

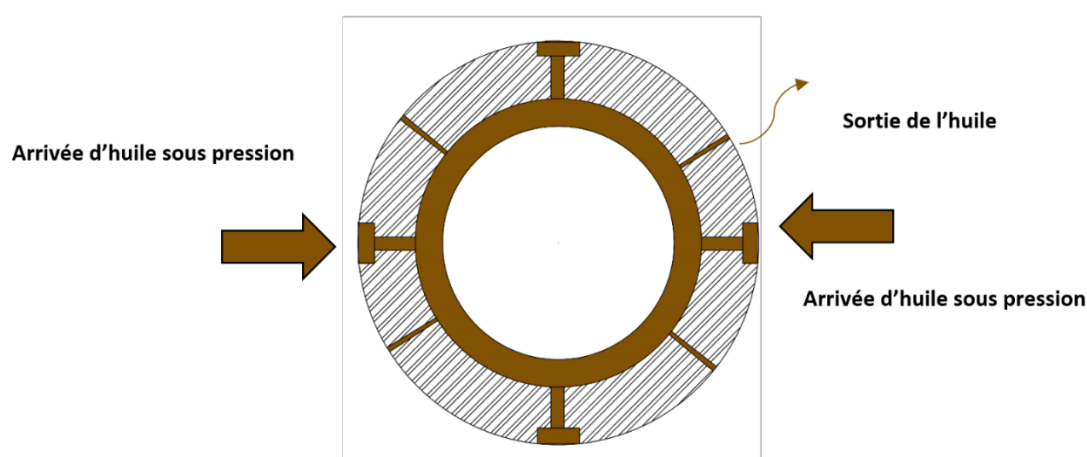


Fig. 4. Lubrification des paliers pendant le fonctionnement du CM5

3.4 LE SYSTÈME DE DIAGNOSTIC DU CM5

Ce système est très sensible et très réactif. En cas d'anomalie grave, il signale le problème et lance des alarmes. Si rien n'est fait dans les quelques secondes qui suivent, il arrête le CM5. Certes, il est vrai que le système de supervision actuellement utilisé pour le CM5 et ses circuits auxiliaires est très performant. Néanmoins, en cas des fuites d'huile dans la tuyauterie, le système n'est pas capable de localiser la fuite. Il détectera et indiquera qu'il y a une perte d'huile mais il ne pourra pas localiser la fuite dans la tuyauterie. Actuellement, cette tâche revient aux ingénieurs à la maintenance.

3.5 PROPOSITION DE LA SOLUTION

Pour localiser un tronçon défectueux dans le circuit de lubrification, le principe utilisé est la loi de la conservation du débit qui stipule que « dans une conduite et en absence de nœud, la valeur du débit est uniforme en tout point ». De ce fait, on prélève le débit d'huile à intervalles réguliers dans le circuit. En considérant un bout de tuyauterie rectiligne AB et en supposant que le système est idéal, Alors le débit dans ce bout de tuyauterie est censé être unique en tout point. Par conséquent, le débit mesuré au point A doit obligatoirement être égal au débit mesuré au point B. Du coup, L'incohérence des valeurs prélevées entre ces deux points signifierait que le tronçon de tuyauterie AB est défectueux et donc qu'il y a une fuite sur ce tronçon.⁵

⁵ Loubna F, Krasimir D, Peggy V, (2015, juillet). « Conservation du débit », sur le site [tech-alim.univ-lille.fr](https://tech-alim.univ-lille.fr/intro_gia/co/ch03_03.html). Consulté le 10 Juin 2021. https://tech-alim.univ-lille.fr/intro_gia/co/ch03_03.html

$$Q_A = Q_b \quad (1)$$

$$S_a \cdot V_a = S_b \cdot V_b \quad (2)$$

4 CONCEPTION DU SYSTEME INFORMATIQUE

4.1 ARCHITECTURE DU SYSTÈME

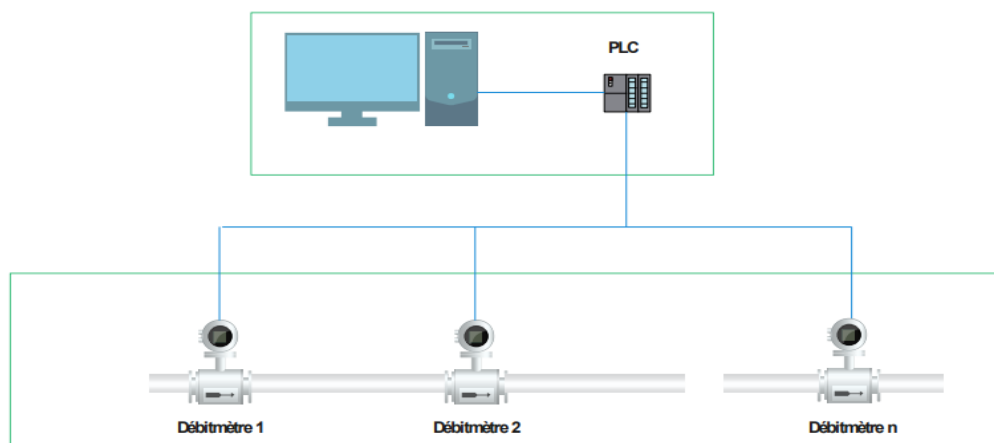


Fig. 5. Architecture du système⁶

4.2 SCHÉMA DES CONDUITES ET DIAGRAMME D'INSTRUMENTS

Le pipeline and diagramme instruments (P&id) suivant est un schéma conçu sur base du principe d'une lubrification hydrostatique des paliers expliqué au chapitre deux. Le schéma d'instrumentation originelle ne peut pas être utilisé dans ce travail pour raison de confidentialité. Néanmoins la solution proposée sur ce présent schéma reste valide même pour le diagramme original. (Fig. 6)

4.3 CONCEPTION DU RÉSEAU INFORMATIQUE INDUSTRIELLE (DÉBITMÈTRES VERS LE CONTROL SYSTÈME)

La Fig. 7 est un schéma du réseau de transmission des informations dans notre système.

⁶ Development_of_water_leakage_detection_and_localiz.pdf, p4.

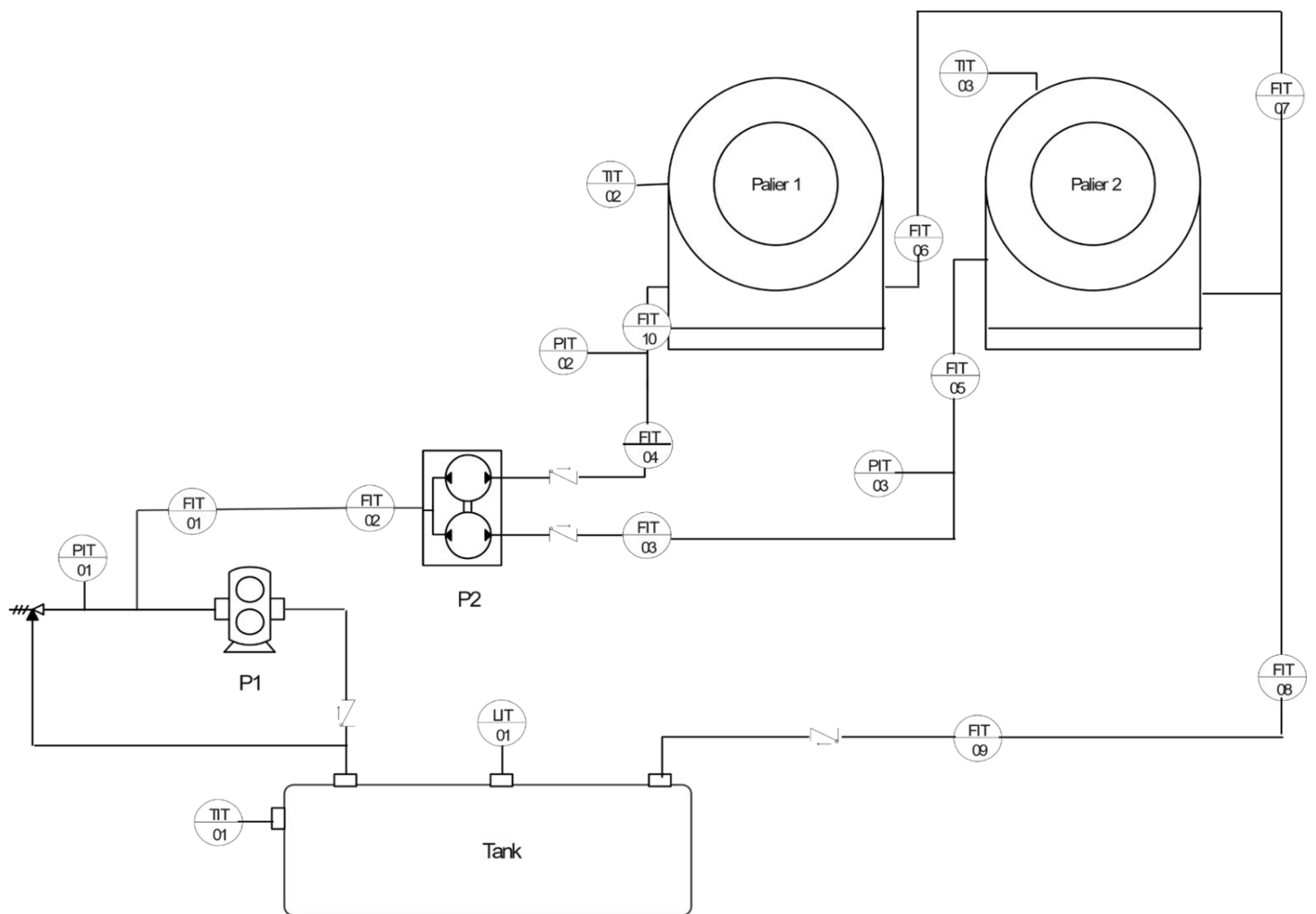


Fig. 6. Conduite et schéma d'instrumentation

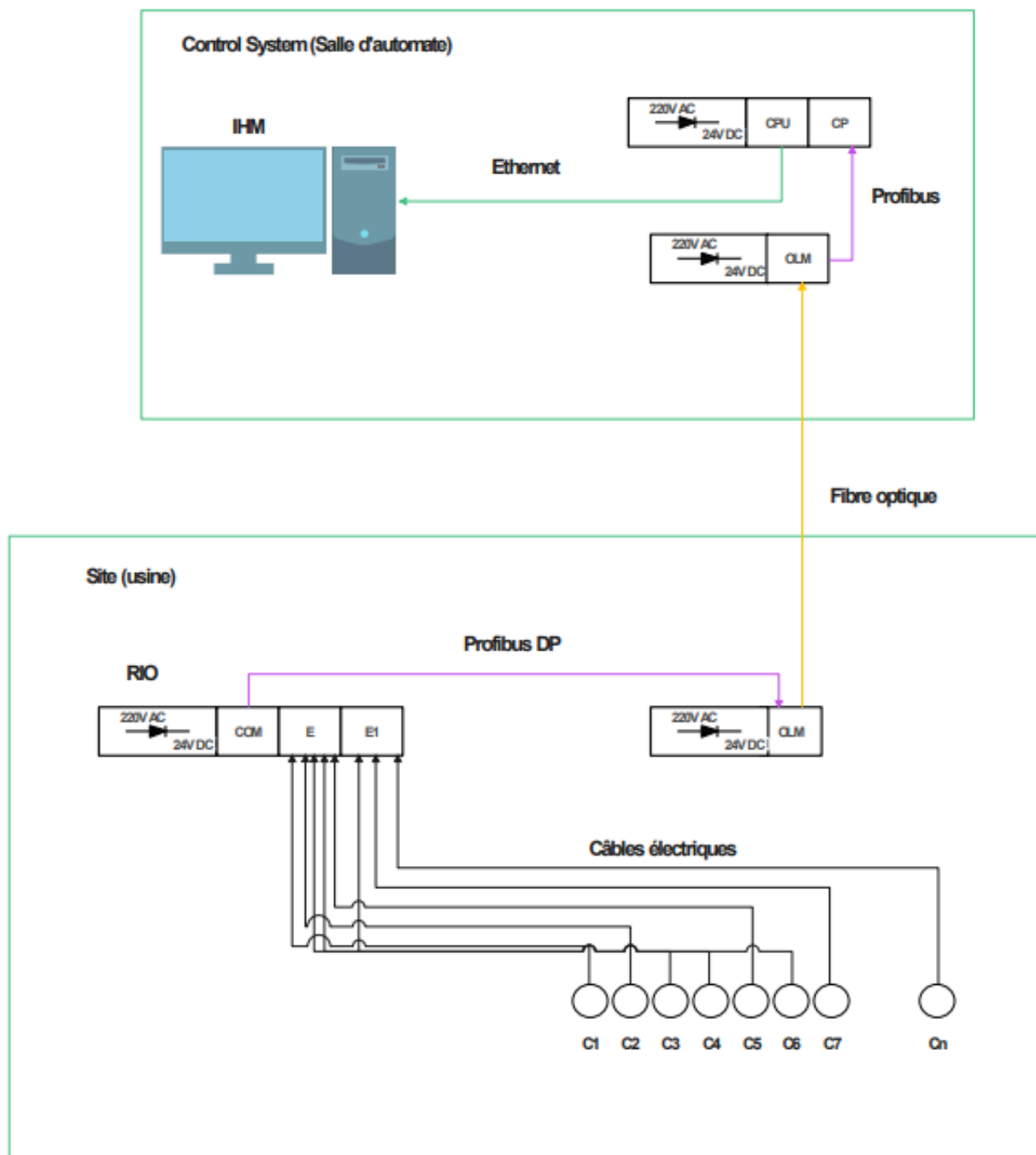


Fig. 7. Réseau informatique industrielle de transmission de données

4.4 SCHÉMA ÉLECTRIQUE DE L'ALIMENTATION EN ÉNERGIE DES CAPTEURS

Dans le but d'alimenter nos capteurs ainsi que le module entré distant de notre automate programmable, nous proposons le circuit électrique ci-dessous (Fig. 8)

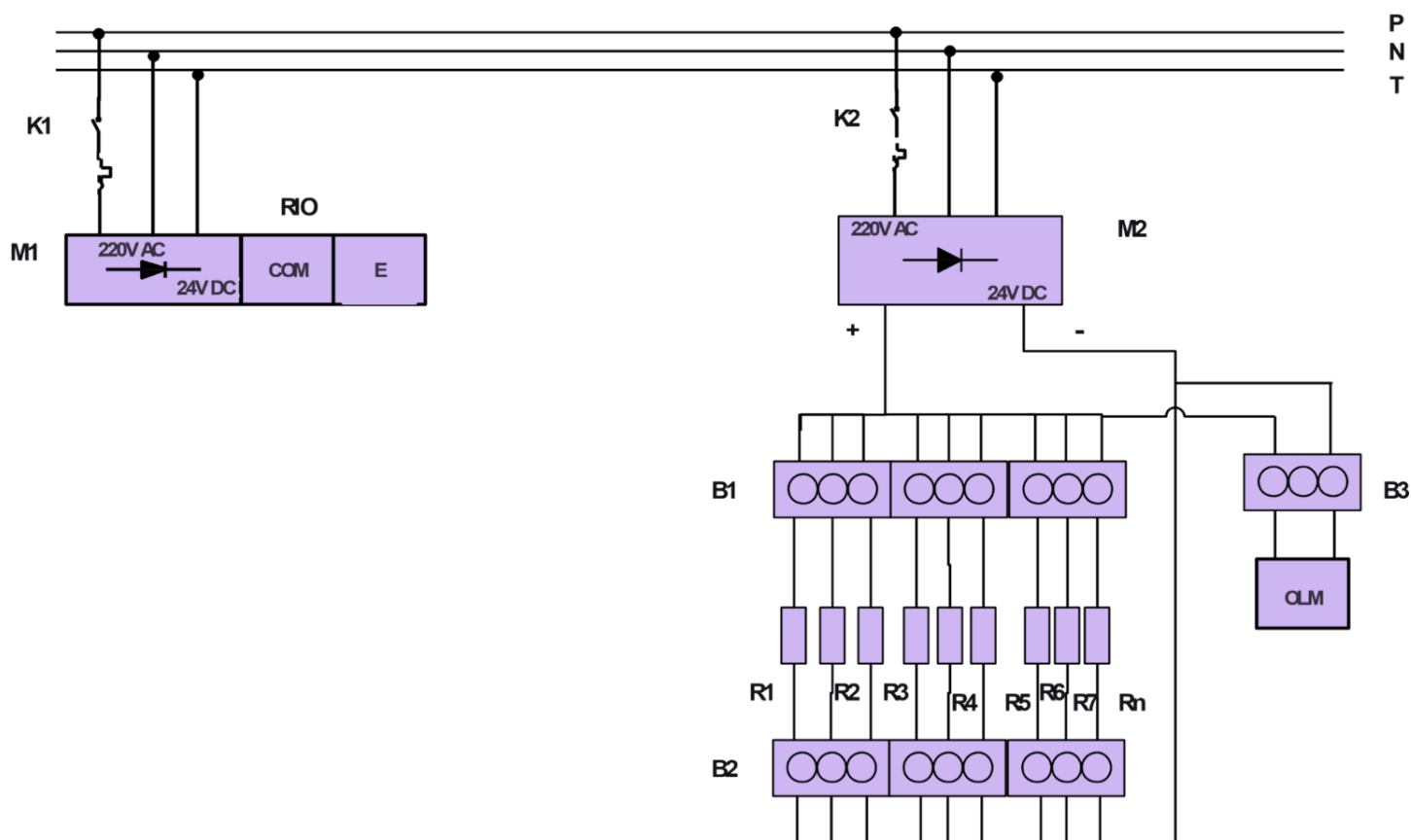


Fig. 8. Alimentation en énergie électrique des capteurs et du RIO

4.5 MODÉLISATION DU SYSTÈME D'INFORMATION

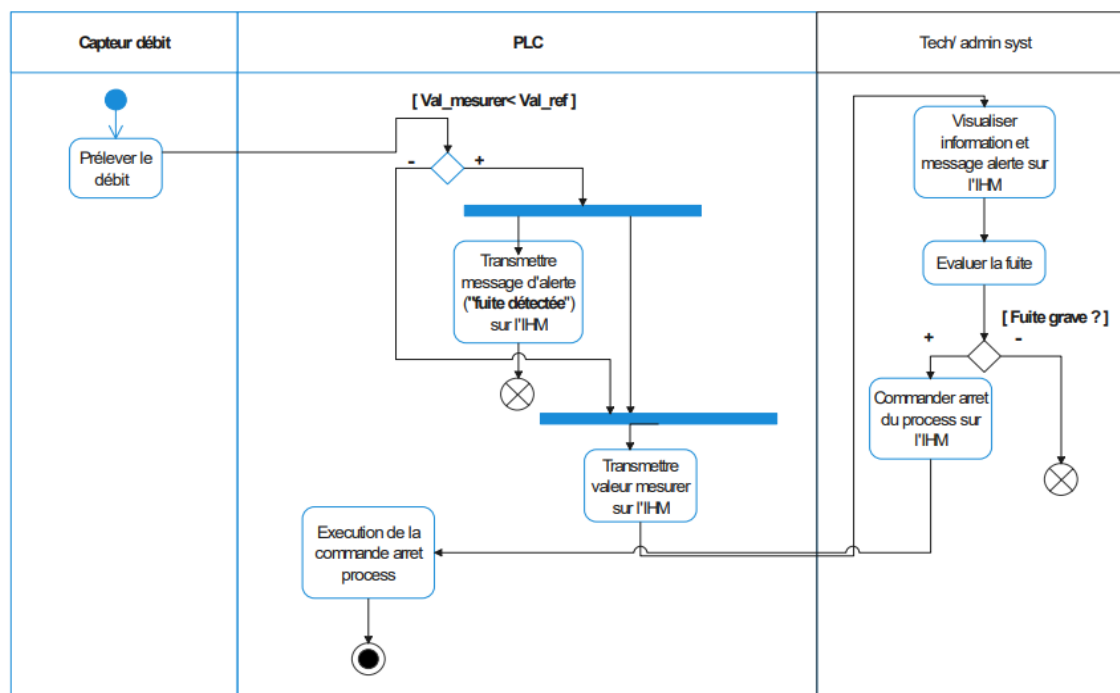


Fig. 9. Diagramme d'activité

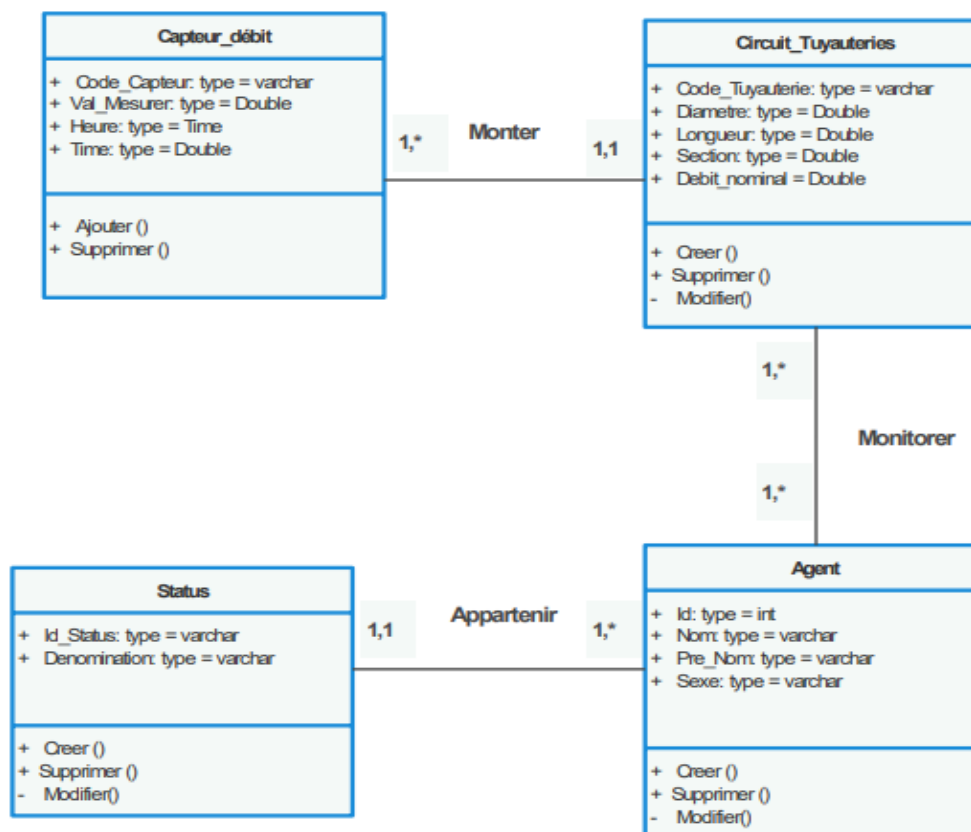


Fig. 10. Diagramme de classe

5 REALISATION DU SYSTEME

5.1 ALGORITHMES DE PROGRAMMATION

5.1.1 ALGORITHME DE DÉTECTION DES TRONÇONS DÉFECTUEUX CAS (TRONÇONS RECTILIGNE).

Début

Double Q1, Q2, Q3, Qn ;

Lire (Q1, Q2, Q3, Qn);

Si (Q1-Q2 $\neq$ 0) {

Afficher (" Tronçons 1 défectueux ") ;

}

Sinon si (Q2-Q3 $\neq$ 0) {

Afficher (Tronçon 2 défectueux) ;

}

Sinon si (Q3-Qn $\neq$ 0) {

Afficher (tronçon n défectueux);

}

Fin

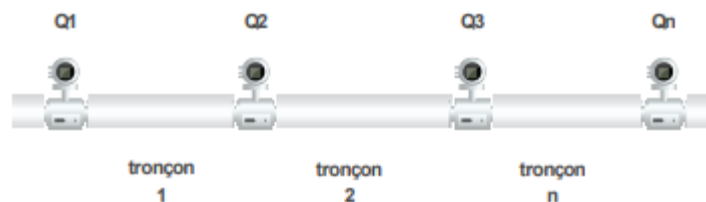


Fig. 11. Tonçon rectiligne

5.1.2 ALGORITHME DE DÉTECTION DES TRONÇONS DÉFECTUEUX CAS D'UN NŒUD (CONDUITES DE MÊME DIAMÈTRE).

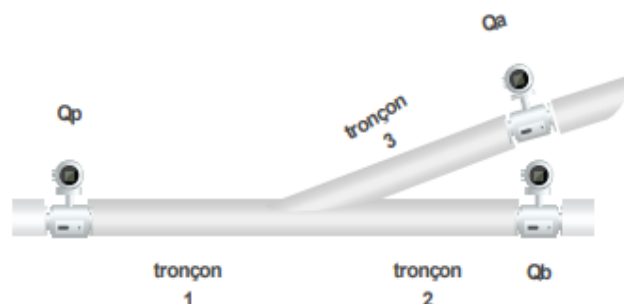


Fig. 12. Tronçons avec noeud

Conduites de même diamètre

Début

```
Double Qp, Qa, Qb ;  
Lire (Qp, Qa, Qb);  
Si (Qa != (Qp/2)) {  
    Afficher (" tronçon A défectueux ");  
}  
Sinon si (Qb != (Qp/2)) {  
    Afficher (" tronçon B défectueux ");  
}
```

Fin

Conduites de diamètres différents.

Début

```
Double Qp, Qa, Qb, QrefA, QrefB ;  
QrefA = x;  
QrefB = Y;  
Lire (Qp, Qa, Qb);  
Si (Qa + Qb != Qp)  
{  
    Si (Qa != QrefA) {  
        Afficher (" tronçon A défectueux ");  
    }  
    Si (Qb != QrefB)  
    {Afficher (" tronçon B défectueux "); }  
} Fin
```

5.2 CONFIGURATION MATÉRIEL DU PLC

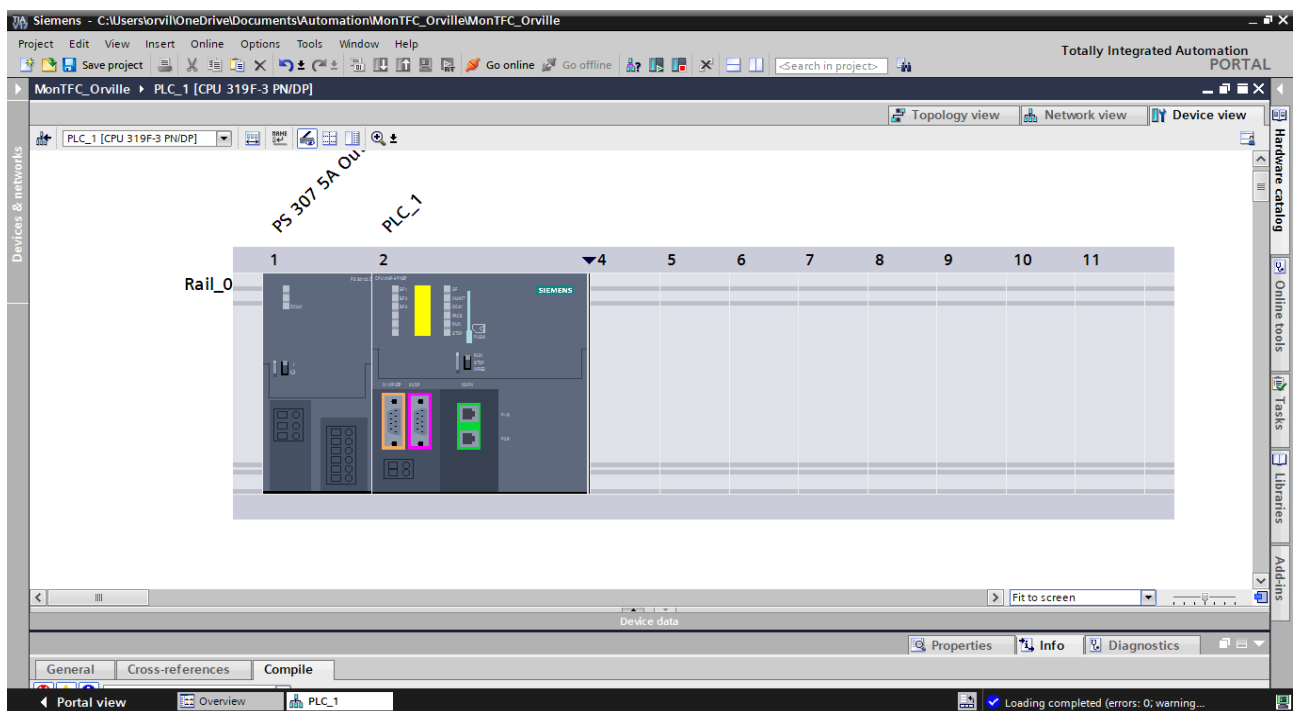


Fig. 13. Configuration matérielle du PLC

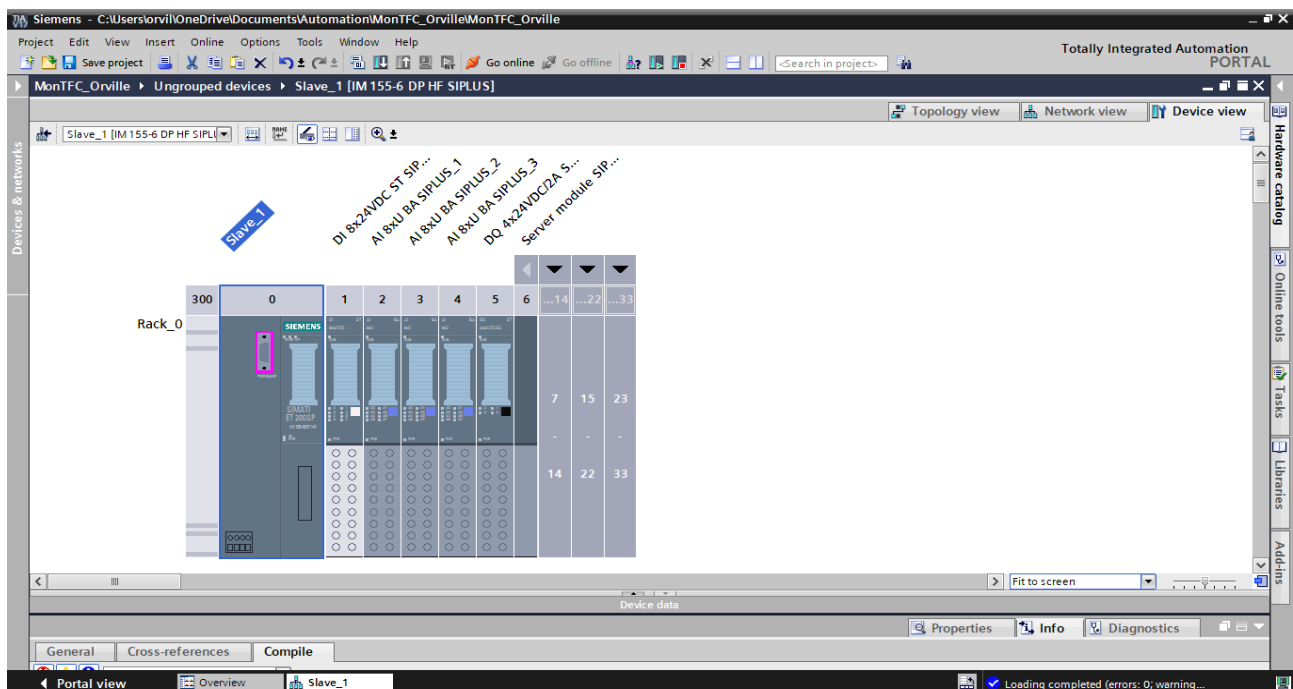


Fig. 14. Configuration Matérielle du module Esclave (RIO)

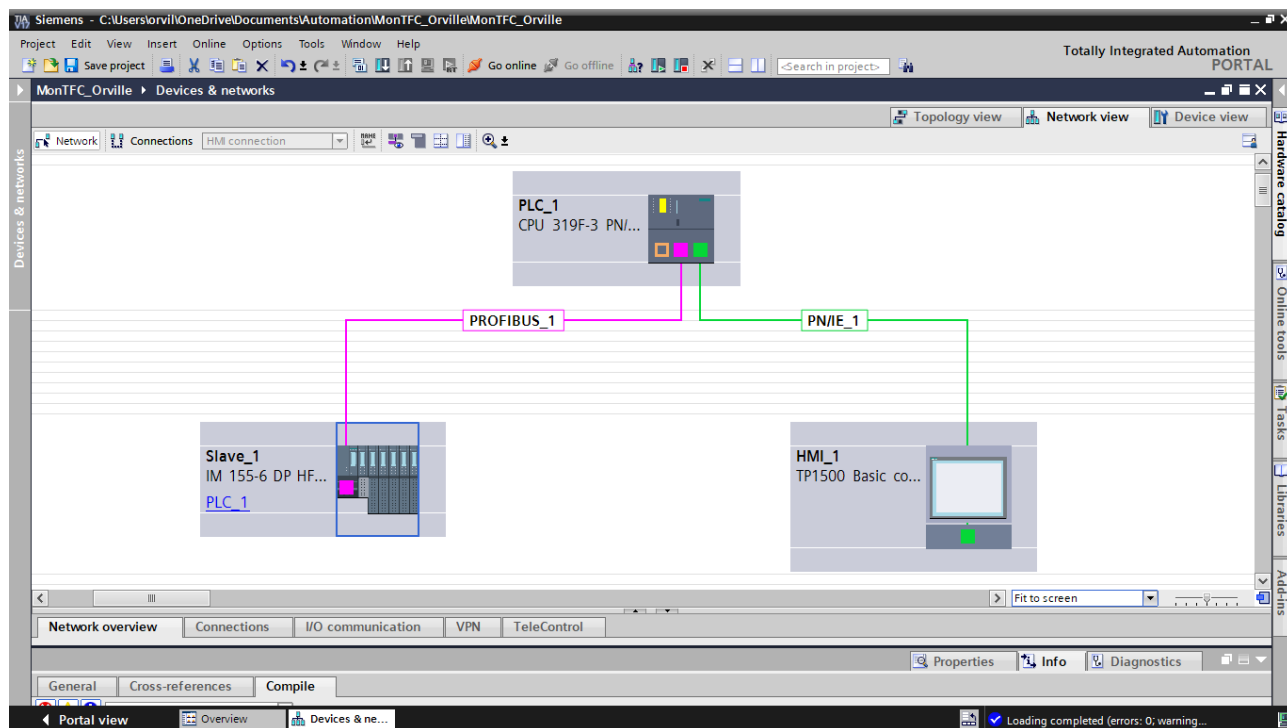


Fig. 15. Architecture réseaux industriels

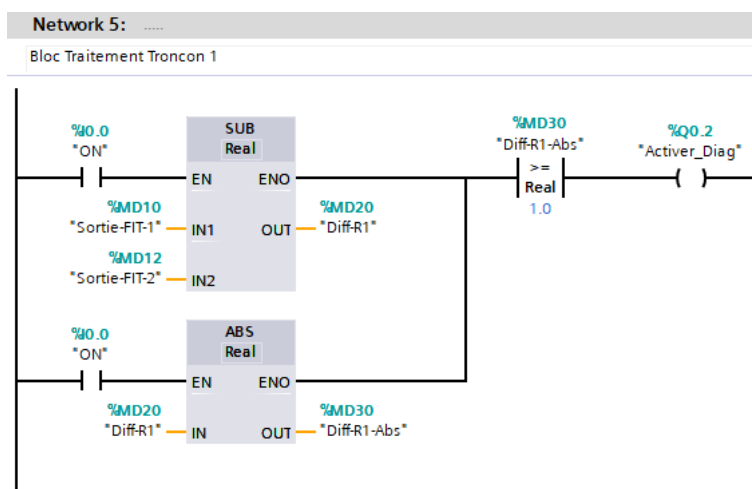


Fig. 16. Interface de supervision pour maquette

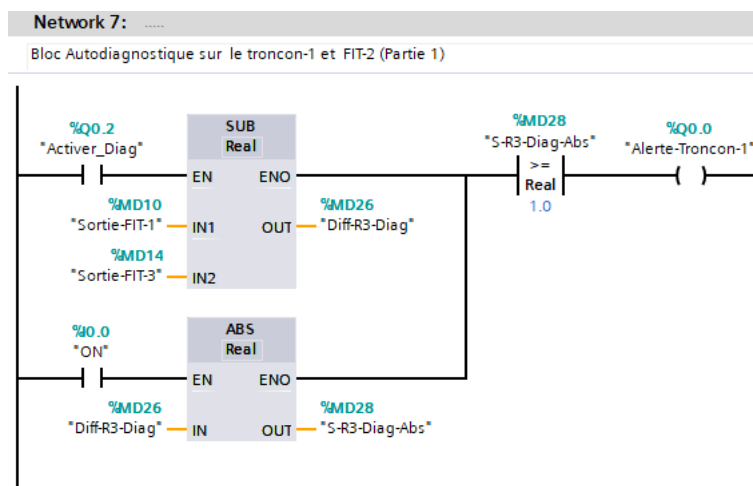


Fig. 17. Extrait du code automate

Note !

Voici un extrait du code automate.

Dans le réseau 5, nous voyons la différence de deux débits (Sortie-FIT-1 et Sortie-FIT-2) puis un bloc ABS qui donne la valeur absolue de cette différence. On compare cette différence avec une valeur de tolérance. En effet, deux FIT ne peuvent donner de façon exactes deux valeurs égales. D'où, même en absence des fuites, la différence de débit ne sera jamais égale à zéro.

Dans le réseau 7, On compare Sortie-FIT-1 avec Sortie-FIT-3 car Sortie-FIT-1 = Sortie-FIT-2 = Sortie-FIT-3 (Conduite rectiligne) donc si (Sortie-FIT-1 != Sortie-FIT-2) et (Sortie-FIT-2 = Sortie-FIT-3) alors il y a fuite sur tronçons 1.

Si Sortie-FIT-1 != Sortie-FIT-2 et Sortie-FIT-1 = Sortie-FIT-3 alors le débitmètre FIT2 est endommagé.

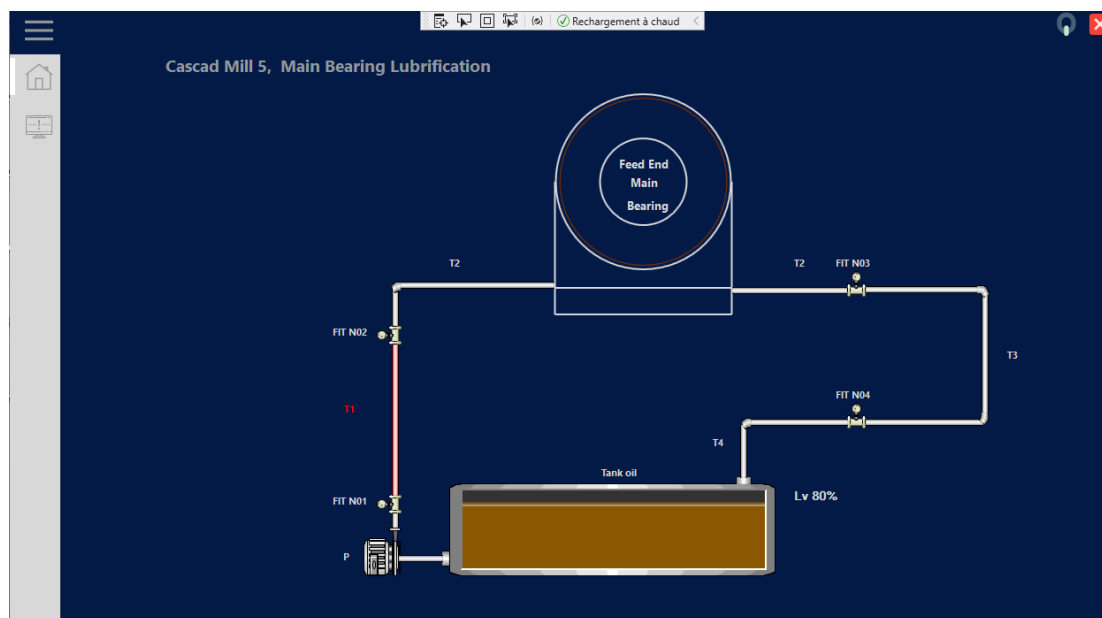


Image 1. Interface de supervision pour maquette

6 CONCLUSION GENERALE

A la suite du problème de localisation des fuites d'huile dans le circuit de lubrification du CM5, ce présent travail scientifique à proposer une solution d'aide à la maintenance permettant de détecter et de localiser les tronçons de tuyauteries défectueuses dans le circuit de lubrification. La solution proposée résout le problème en utilisant le principe de conservation de débit qui nous conduit à mesurer et à comparer les différents débits sur différents points dans un tronçon de tuyauterie. Cette solution est certes couteuse, mais elle réduira considérablement le temps d'arrêt du broyeur provoqué par la recherche d'une fuite d'huile dans son circuit de lubrification.

Il est vrai que ce modeste travail n'a pas totalement abordé toutes les solutions possibles aux problèmes liés à la détection et à la localisation des fuites, et comme expliqué dans les pages ci-haut, des améliorations considérables peuvent être apportées sur ce dernier. D'où, nous encourageons vivement les prochains chercheurs à enrichir et à améliorer cette œuvre.

REFERENCES

- [1] Jean VAN PAMEL, Fragmentation, 2016 p.14.
- [2] BELFARHI N, Conception d'un outil d'aide à la détection et diagnostic des défaillances dans un système de production, 2012 p. 15.
- [3] Michal Michalec, Petr Svoboda a, Ivan Kr̃upka a, Martin Hartl, A review of the design and optimization of large-scale hydrostatic bearing systems: Engineering Science and Technology, an International Journal (JESTECH). Volume 24, August 2021, P 936-958.
- [4] Michal Michalec, Petr Svoboda a, Ivan Kr̃upka a, Martin Hartl, A review of the design and optimization of large-scale hydrostatic bearing systems: Engineering Science and Technology, an International Journal (JESTECH). Volume 24, August 2021, P 936-958.
- [5] Loubna F, Krasimir D, Peggy V, (2015, juillet). « Conservation du débit », sur le site tech-alim.univ-lille. Consulté le 10 Juin 2021. https://tech-alim.univ-lille.fr/intro_gia/co/ch03_03.html.
- [6] Development_of_water_leakage_detection_and_localiz.pdf, p4.

Variabilités des caractères morphologiques et biochimiques des fruits de *Adansonia digitata* L., issus des zones agroclimatiques en Côte d'Ivoire

[Variability of morphological and biochemical characters of *Adansonia digitata* L. fruits from different agroclimatic zones in Côte d'Ivoire]

Kodjo Noelle Françoise¹, Silué Pagadjovongo Adama², and Zoro Amel Fabrice¹

¹Département de Biochimie-Génétique, UFR des Sciences Biologiques, Université Peleforo GON COULIBALY, BP 1328
Korhogo, Côte d'Ivoire

²Département de Biologie Végétale, UFR des Sciences Biologiques, Université Peleforo GON COULIBALY, BP 1328
Korhogo, 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: *Adansonia digitata* L. (baobab) is a multipurpose species in Africa, found in several phytogeographic zones in Côte d'Ivoire. The objective of this study is to contribute to a better knowledge of the morphological and biochemical diversity of the species, according to its distribution area. The study focused on the characterization of morphological descriptors of the fruit and biochemical parameters of 100 baobab fruits from four agroclimatic zones distributed throughout its range. The results obtained revealed a significant difference between the agroclimatic zones for the majority of morphological and biochemical descriptors. At the morphological level, the Niakara zone recorded, in general, the highest average values for the following descriptors: volume ($4675.98 \pm 2160.51 \text{ cm}^3$); whole fruit mass ($776.80 \pm 286.25 \text{ g}$); pulp mass ($222.28 \pm 88.62 \text{ g}$) and seed mass ($185.00 \pm 80.12 \text{ g}$). The biochemical data indicated good overall levels for the parameters studied. The Niakara zone recorded high values for dry matter ($88.89 \pm 0.13\%$) and fiber ($9.98 \pm 0.06\%$). For total polyphenols, vitamin C and magnesium, the Tiébissou area recorded the highest average values. The high calcium content of the fruits ($454.80 \pm 3.42 \text{ mg/100g}$) is observed in Kouto. In the whole of the results obtained for the study, it is noted a true morphological and biochemical diversity which could be profitable for the consumers and the breeders.

KEYWORDS: *Adansonia digitata*, pulp, morphological descriptors, biochemical parameters, agroclimatic zone, Côte d'Ivoire.

RESUME: *Adansonia digitata* L. (baobab) est une espèce, à usages multiples en Afrique, que l'on retrouve dans plusieurs zones phytogéographiques en Côte d'Ivoire. L'objectif de cette étude est de contribuer à une meilleure connaissance de la diversité morphologique et biochimique de l'espèce, en fonction de son aire de répartition. L'étude a porté sur la caractérisation des descripteurs morphologiques du fruit et des paramètres biochimiques de 100 fruits de baobab issus de quatre zones agroclimatiques réparties sur l'ensemble de son aire de distribution. Les résultats obtenus ont révélé une différence significative entre les zones agroclimatiques pour la majorité des descripteurs morphologiques et biochimiques. Au niveau morphologique, la zone de Niakara enregistre, en général, les valeurs moyennes les plus élevées des descripteurs: volume ($4675,98 \pm 2160,51 \text{ cm}^3$); masses de fruit entier ($776,80 \pm 286,25 \text{ g}$); masse de la pulpe ($222,28 \pm 88,62 \text{ g}$) et masse des graines ($185,00 \pm 80,12 \text{ g}$). Pour les données biochimiques, elles ont indiqué dans l'ensemble de bonnes teneurs pour les paramètres étudiés. La zone de Niakara enregistre les valeurs élevées pour la matière sèche ($88,89 \pm 0,13\%$) et la fibre ($9,98 \pm 0,06\%$). Pour les polyphénols totaux, la vitamine C et le magnésium, la zone de Tiébissou enregistre les plus fortes valeurs moyennes. La forte teneur en calcium des fruits ($454,80 \pm 3,42 \text{ mg/100g}$) est observée à Kouto. Dans l'ensemble des résultats obtenus pour l'étude, il est noté une véritable diversité morphologique et biochimique qui pourrait être profitable aux consommateurs et aux sélectionneurs.

MOTS-CLEFS: *Adansonia digitata*, pulpe, descripteurs morphologiques, paramètres biochimiques, zone agroclimatique, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

En Côte d'Ivoire, les espèces fruitières sauvages comestibles sont disséminées sur toute l'étendue du territoire où elles occupent une place de choix dans l'alimentation des populations locales sous forme de repas et de boissons [1], [2], [3]. En général, les plantes sauvages comestibles possèdent de nombreux avantages aux plans économique, alimentaire, social, thérapeutique, cosmétique et industriel [4]. C'est le cas de *Adansonia digitata* L., connu sous le nom de baobab ou pain de singe, qui pousse dans les zones sahélo-soudaniennes [5]. Essentiellement exploité à l'état sauvage, le baobab produit des fruits dont la pulpe et les graines sont traditionnellement consommées par les populations locales. La richesse de la pulpe du baobab en vitamines A et C, en protéines et calcium, a amené l'Union Européenne à autoriser son incorporation dans les boissons [6]. Ce qui offre une opportunité de marché interne comme externe aux populations rurales, donnant ainsi une valeur économique accrue à l'espèce. En termes d'exploitation, contrairement aux autres pays africains (Mali, Sénégal, Burkina etc.), où les populations font un usage multiple du baobab, il est peu valorisé en Côte d'Ivoire. En effet, dans les zones écologiques de l'espèce, qui se situent de la zone préforestière (V baoulé) jusqu'à la zone soudanienne, l'exploitation du baobab est réduite essentiellement aux parties consommables que sont la pulpe et les feuilles. En dépit de cette importance, l'espèce est négligée et menacée de disparition du fait de certains facteurs biophysiques qui entravent le développement de jeunes plants en milieu naturel [7]. En plus, bien que certains travaux de recherche se soient intéressés aux propriétés nutritives, microbiologiques et de l'incorporation de la pulpe dans la production de yaourt [8]; [3], [9], aucune étude scientifique n'a été réalisée sur la diversité morphologique et biochimique du fruit du baobab en fonction de son aire de répartition en Côte d'Ivoire. En effet, selon certains auteurs, le fruit et ses composantes seraient soumises à de très grandes variations liées aux conditions pédoclimatiques [10], [11]. De ce fait, le fruit de baobab et ses composantes peuvent présenter des variabilités morphologiques et biochimiques liées aux zones agroclimatiques. Ainsi, au-delà des avantages liés à sa résistance, les potentialités morphologiques mettant en exergue la qualité marchande du fruit et les composantes nutritives pour la nutrition et la technologie alimentaire devraient être évaluées.

L'objectif de cette étude est d'évaluer la diversité morphologique et biochimique du fruit du baobab en fonction de son aire de répartition en Côte d'Ivoire en vue de sa valorisation dans le domaine alimentaire.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 ZONES DE RÉCOLTE DES FRUITS

L'étude sur les caractéristiques morphologiques et biochimiques a été effectuée à partir des fruits de *A. digitata* de quatre provenances (Tiébissou, Niakara, Korhogo, Kouto) réparties en trois zones phytogéographiques: le secteur préforestier, le secteur subsoudanien et le secteur soudanien (Figure 1). Le secteur préforestier est caractérisé par un régime pluviométrique du type bimodal (mars-juin et septembre-octobre) avec des précipitations moyennes annuelles qui oscillent entre 1200 mm et 1600 mm. La température moyenne mensuelle varie entre 24,8°C et 28 °C. Par contre, dans le secteur subsoudanais qualifiée de secteur subsoudanais de transition, le régime pluviométrique est unimodal (mars-octobre), avec une pluviosité moyenne annuelle variant entre 1100 mm et 1200 mm et une température moyenne annuelle de 28°C. Le secteur soudanais a également un régime pluviométrique unimodal (avril-octobre). La pluviométrie moyenne annuelle dans cette zone est inférieure à 1200 mm. Les températures moyennes mensuelles oscillent entre 25°C et 31°C.

2.2 ECHANTILLONNAGE

Dans chaque zone agroclimatique, des arbres de *A. digitata* en cours de productions ont été ciblés. Un effectif de cinq (5) arbres sains et productifs a été sélectionné au hasard par ville. Au total 20 arbres ont été considérés dans l'étude. Sur chacun des arbres, 5 fruits matures ont été récoltés. Ainsi, 100 fruits ont été étudiés au total dont 25 fruits par ville. Après récolte des fruits, les analyses morphologiques et biochimiques ont été effectuées au laboratoire sur chaque fruit.

2.3 ANALYSE MORPHOLOGIQUES DU FRUIT ET DE SES COMPOSANTES

Pour chaque fruit échantillonné (Figure 2), la longueur du pédoncule a été directement mesurée avec un mètre ruban. La longueur et la largeur du fruit ont été déterminées à l'aide du pied à coulisse. Le rapport moyen (longueur du fruit / largeur du fruit) a été calculé pour définir la forme du fruit [12]. Le volume du fruit a été déterminé en l'assimilant à une forme ellipsoïdale selon [13]. Le fruit entier a été pesé à l'aide d'une balance électronique (Sartorius, Washington, USA) et concassé avec un objet métallique puis l'épaisseur de la capsule a été mesurée avec le pied à coulisse. Le nombre de graines du fruit a été dénombré et pesé après lavage à l'eau suivie du séchage à l'étuve (40 °C). Les masses des coques et graines du fruit ont été pesées puis la masse de la pulpe a été déterminée selon la formule suivante:

$$M(\text{pulpe}) = M(\text{fruit}) - [M(\text{coque}) + M(\text{graines})].$$

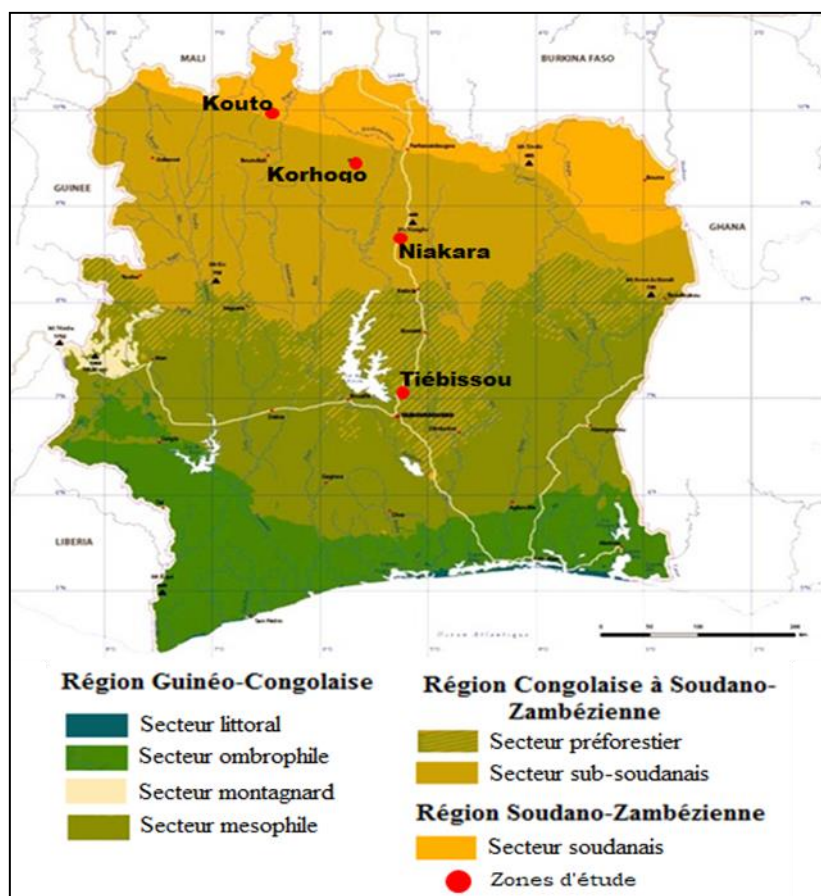


Fig. 1. Localisation des zones agroclimatiques de l'étude

2.4 ANALYSE BIOCHIMIQUES DE LA PULPE DU FRUIT DE BAOBAB

Les propriétés biochimiques de la pulpe telles que la matière sèche et les cendres ont été déterminées selon les méthodes officielles de [14]. La teneur en matière sèche a été déterminée par séchage à l'étuve (Memmert, France) à 105°C jusqu'à poids constant. La fraction de cendres a été déterminée par incinération dans un four à moufle (Pyrolabo, France) à 550°C pendant 12 heures. L'acidité titrable a été évaluée par dosage titrimétrique avec de la soude (NaOH 0,1 N) selon la norme [15]. Les sucres totaux ont été obtenus par la méthode de [16] après une extraction éthanosoluble suivant la méthode décrite par [17]. Pour la détermination des fibres brutes, elle a été faite par la méthode de [18]; La teneur en minéraux a été estimée en incinérant un échantillon de pulpe dans un four à moufle (Pyrolabo, France). Les cendres obtenues ont été dissoutes dans le mélange d'acide chlorhydrique et d'acide nitrique (HCl/HNO₃) et analysées à l'aide du spectrophotomètre d'absorption atomique (modèle AAS, SP9). La détermination des polyphénols totaux a été effectuée selon la méthode de [19].

La teneur en vitamine C a été déterminée par oxydoréduction par le dichloro-2, 6- phénolindophénol (2,6-DCPIP) après extraction à l'acide métaphosphorique/acide acétique 100/80 (v/v). Trois grammes de pulpe ont été homogénéisés dans 30 mL d'une solution d'acide métaphosphorique/acétique sous douce agitation pendant 30 min. Le mélange a été filtré sur papier Whatman et 2 mL du filtrat ont été dosés par le 2,6 DCPIP jusqu'à l'apparition d'une coloration rose champagne persistante.

2.5 ANALYSES STATISTIQUES

Le logiciel IBM SPSS Statistics version 2.2 a été utilisé pour l'analyse statistique des données. Le test non paramétrique U de Mann-Whitney a été utilisé pour tester au seuil de signification $\alpha = 5\%$ les différences apparues entre les quatre villes (Kouto, Korhogo, Niakara et Tiébissou) suivant les valeurs moyennes des caractéristiques morphologiques et biochimiques des échantillons de baobab évalués.

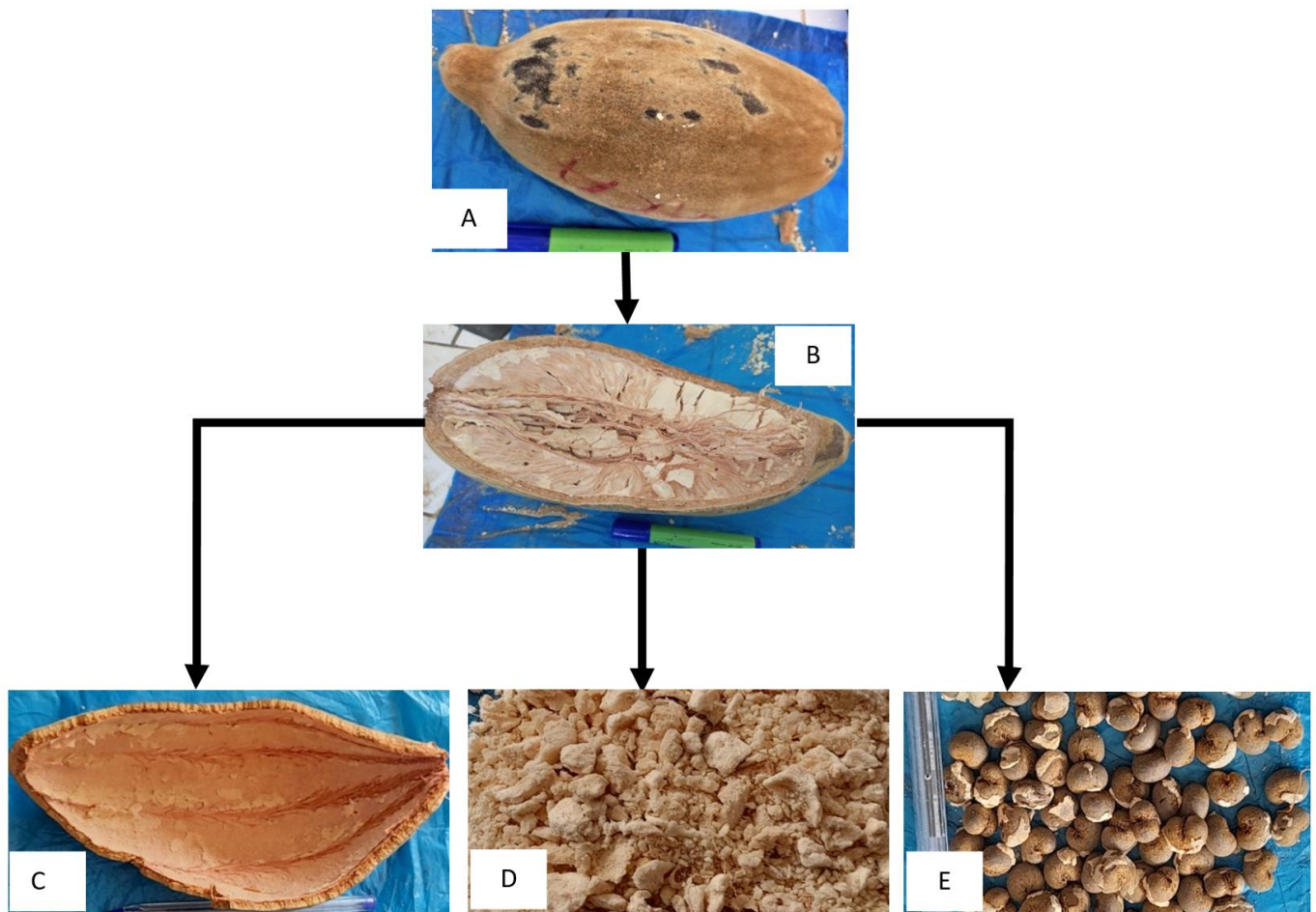


Fig. 2. Aperçu d'un fruit de *Adansonia digitata* et ses composantes. A: Fruit; B: coupe longitudinale du fruit; C: Coque (péricarpe); D: pulpe; E: graines

3 RÉSULTATS

3.1 VARIABILITÉ DES CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES DES FRUITS

L'analyse statistique des données montre qu'il existe des différences significatives ($p\text{-value} < 0,05$) entre les zones agroclimatiques pour la majorité des caractères morphologiques (Tableau 1). Par contre il n'y a pas de différence significative au niveau de la longueur des fruits ($p = 0,184$) et le rapport longueur/Largeur ($p = 0,351$). Pour la longueur du pédoncule, les valeurs moyennes varient de $44,80 \pm 11,94$ cm à $24,20 \pm 5,89$ cm. Pour les moyennes du rapport Longueur/largeur du fruit les valeurs oscillent entre $2,68 \pm 0,17$ et $2,24 \pm 0,27$. Pour la longueur des fruits, les capsules les plus longues ($31,70 \pm 10,55$ cm) ont été collectées à Niakara, alors que les plus courtes ($24,34 \pm 1,86$) ont été trouvées à Tiébissou. Pour la largeur du fruit, la valeur moyenne la plus élevée ($13,42 \pm 1,43$ cm) a été enregistrée à Niakara et la plus faible valeur ($9,29 \pm 0,47$ cm) dans la zone de Kouto. Pour l'épaisseur du péricarpe des fruits, les fruits les plus épais ($0,48 \pm 0,02$ cm) proviennent de Niakara, tandis que les moins épais ($0,32 \pm 0,47$ cm) se retrouvent à Tiébissou. Les mesures portant sur la masse des fruits ont révélé que la zone de Niakara produit les fruits les plus lourds ($776,80 \pm 286,25$ g), tandis que les fruits les moins lourds ($220,66 \pm 48,78$ g) sont observés à Kouto. Les résultats sont similaires au niveau de la masse de la capsule (fruit vide). Pour la masse moyenne des graines par fruit, la zone de Niakara a obtenu la grande valeur, avec $185,00 \pm 80,12$ g, et la zone de Kouto la plus petite valeur, avec $70,56 \pm 14,90$ g. Pour la masse de la pulpe par fruit, les zones de Niakara et de Korhogo enregistrent les plus grandes valeurs, respectives de $222,28 \pm 88,62$ g et $162,84 \pm 38,39$ g. Les zones de Tiébissou et de Kouto enregistrent de faibles valeurs statistiquement identiques, respectives de $89,24 \pm 37,20$ g et $69,56 \pm 13,15$ g. Pour le volume des capsules, la zone de Niakara produit les fruits les plus volumineux, avec une valeur moyenne de $4675,98 \pm 2160,51$ cm³, tandis que la zone de Kouto produit les fruits les moins volumineux, avec $1698,86 \pm 288,38$ cm³. Pour le nombre de graines par fruit, la zone de Niakara produit également des fruits avec le plus grand nombre de graines, $372,20 \pm 145,50$ graines/fruit, alors que la zone de Kouto produit des fruits avec le plus petit nombre de graines, $210,40 \pm 49,68$ graines/fruit.

L'analyse des proportions des différentes composantes du fruit a montré que le fruit de *A. digitata* est majoritairement composé de coque quel que soit la zone de provenance. En effet, les fruits présentent des proportions moyennes de coque allant de 35,5 à 47,57% avec les plus grandes proportions venant des fruits de la zone de Niakara et les plus petites de la zone de Tiébissou (Figure 3). La pulpe est la composante du fruit en faible proportion. Dans les fruits, la proportion de la pulpe varie de 28,51 % à 31,52 % et la zone de Kouto enregistre la valeur la plus élevée. Les graines du fruit de baobab présentent des proportions qui oscillent entre 23,81% et 34,67%. Ainsi, la valeur de la proportion des graines la plus élevée proviennent de la zone de Tiébissou.

Tableau 1. Caractéristiques morphologiques du fruit de *A. digitata* et de ses composantes

Paramètres	Zone de Kouto	Zone de Korhogo	Zone de Niakara	Zone de Tiébissou	p
Longueur fruit (cm)	24.90 ± 2,04 ^a	27.99 ± 2,61 ^a	31.70 ± 10.55 ^a	24.34 ± 1.86 ^a	< 0.184
Largeur fruit (cm)	9.29 ± 0.47 ^a	12.56 ± 0.96 ^b	13.42 ± 1.43 ^b	10.45 ± 0.41 ^a	<.000
Longueur/Largeur	2.68 ± 0.17 ^a	2.24 ± 0.27 ^a	2.34 ± 0.68 ^a	2.33 ± 0.24 ^a	0.351
Epaisseur	0,39 ± 0,04 ^a	0,36 ± 0,02 ^a	0,48 ± 0,02 ^a	0,32 ± 0,47 ^b	<.000
Volume fruit (cm ³)	1698.86 ± 288.38	3483,08 ± 651,89 ^{ab}	4675,98 ± 2160,51 ^b	2085,36 ± 164,79	0.003
Longueur pédoncule (cm)	44,80 ±11,94 ^b	32,60 ±4,98 ^{ab}	32,80 ±13,64 ^{ab}	24,20 ±5,89 ^a	0,034
Masse du fruit (g)	220,66 ± 48,78 ^a	539,60 ± 99,28 ^b	776,80 ± 286,25 ^c	299,20 ± 32,14 ^a	<0,000
Masse de la coque (g)	85,20 ± 16,68 ^a	224,06 ± 38,05 ^b	369,52 ± 118,82 ^c	106,22 ± 9,43 ^a	<0,000
Masse de la graine (g)	70,56 ± 14,90 ^a	171,10 ± 75,51 ^b	185,00 ± 80,12 ^b	103,74 ± 7,21 ^{ab}	0,014
Masse de la pulpe (g)	69,56 ± 13,15 ^a	162,84 ± 38,39 ^b	222,28 ± 88,62 ^b	89,24 ± 37,20 ^a	0,001
Nombre de graine/fruit	210,40 ± 49,68 ^a	370,60 ± 104,25 ^b	372,20 ± 145,50 ^c	237,60 ± 18,95 ^d	0,022

p: valeur de la probabilité associée au test non paramétrique U de Mann-Whitney; Concernant une variable donnée, les valeurs affectées de la même lettre en minuscule sur la même ligne ne sont pas significativement différentes pour chaque zone.

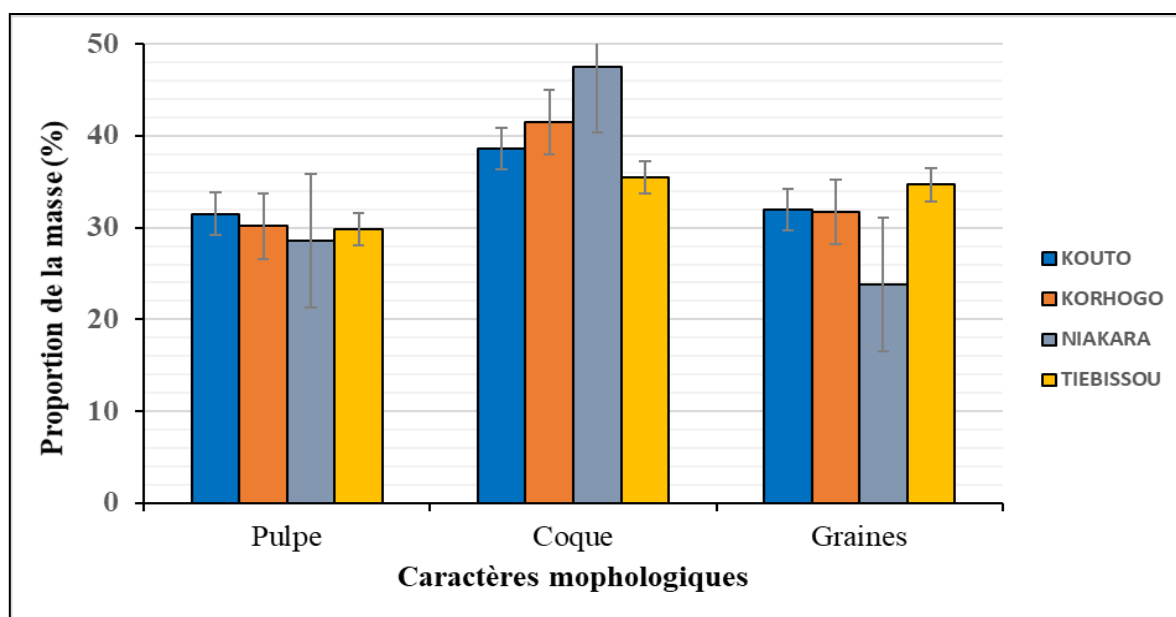


Fig. 3. Proportions des composantes du fruit de *A. digitata* par rapport à la masse du fruit, en fonction des quatre zones agroclimatiques

3.2 VARIABILITÉS DES PARAMÈTRES BIOCHIMIQUES

Les résultats des analyses statistiques des données biochimiques collectées (Tableau 2) ont montré des différences significatives au seuil de 5 % des différents paramètres étudiés à l'exception de la teneur en cendre ($p = 0,146$).

Les teneurs en matière sèche de la pulpe de baobab des quatre villes échantillonnées varient de 87,18 % à 88,89 %, avec la plus grande valeur observée dans la zone de Niakara, tandis que la plus petite valeur est perçue dans la zone de Korhogo. Cependant, les

valeurs intermédiaires provenant des zones de Kouto ($87,78 \pm 0,18 \%$) et de Tiébissou ($87,87 \pm 0,66 \%$) présentent une similitude entre elles. L'analyse de variance n'a pas mis en évidence une différence significative entre les teneurs en cendre de la pulpe du fruit de baobab des diverses provenances. Les valeurs moyennes de ce descripteur varient de $2,98 \pm 0,07 \%$ à $3,06 \pm 0,08 \%$. En ce qui concerne les teneurs en fibre, elles ont montré des différences hautement significatives entre les quatre zones de provenance. Les valeurs fortes ($9,98 \pm 0,06 \%$) et faibles ($7,52 \pm 0,33 \%$) proviennent respectivement des localités de Niakara et de Korhogo.

Pour ce qui est des sucres totaux, nous observons une différence significative pour toutes provenances de la pulpe. La plus grande valeur ($22,33 \pm 0,06 \%$) est enregistrée avec les échantillons provenant de Kouto, alors que la faible valeur ($19,77 \pm 0,11 \%$) est obtenue dans la zone de Niakara. Au niveau des teneurs en polyphénols totaux, les résultats des analyses statistiques font apparaître une différence significative entre les provenances. La zone Tiébissou fournit une pulpe de forte teneur en polyphénols totaux ($1050,79 \pm 0,66 \text{ mg/100 g}$), tandis que celle de Niakara enregistre la faible valeur ($918,69 \pm 4,37 \text{ mg/100 g}$). Tout comme les sucres totaux, l'acidité titrable différencie significativement les zones de provenances avec les taux d'acidité allant de $149,68 \pm 0,32 \text{ meq/100 g}$ (Korhogo) à $105,12 \pm 0,43 \text{ meq/100 g}$ (Niakara). Les résultats des analyses statistiques, en ce qui concerne les teneurs en vitamines C, laissent apparaître une différence significative entre les zones agroclimatiques de provenance. En effet, la pulpe de baobab fournit dans la zone de Kouto contient la plus forte teneur ($169,2 \pm 3,35 \text{ mg/100 g}$) et la plus faible valeur ($140 \pm 1,5 \text{ mg/100 g}$) provient de la zone de Korhogo. Les analyses statistiques des teneurs en calcium distinguent significativement les zones de provenances des fruits. La zone de Kouto exprime la teneur statistiquement élevée ($454,80 \pm 3,42 \text{ mg/100 g}$) par contre celle de Korhogo exprime la faible teneur ($440,1 \pm 2,55 \text{ mg/100 g}$). Les zones de Niakara ($445,12 \pm 1,87 \text{ mg/100 g}$) et Tiébissou ($449,20 \pm 5,80 \text{ mg/100 g}$) présentent des valeurs intermédiaires statistiquement identiques. Tout comme le calcium, la teneur en magnésium différencie significativement les zones de provenance. Ainsi, Les zones de Tiébissou ($240,11 \pm 10,60 \text{ mg/100 g}$) et de Kouto ($226,10 \pm 10,03 \text{ mg/100 g}$) enregistrent des valeurs élevées statiquement différentes. Quant aux zones de Korhogo ($204,52 \pm 8,94 \text{ mg/100 g}$) et Niakara ($192,21 \pm 11,51 \text{ mg/100 g}$), elles s'identifient par des valeurs faibles similaires.

Tableau 2. Caractéristiques biochimiques de la pulpe du fruit de baobab

Paramètres	Zone de Kouto	Zone de Korhogo	Zone de Niakara	Zone de Tiébissou	P
Humidité (%)	$2,21 \pm 0,18^b$	$12,80 \pm 0,20^c$	$11,10 \pm 0,14^a$	$12,35 \pm 0,15^b$	<,001
Matière sèche (%)	$87,78 \pm 0,18^b$	$87,18 \pm 0,21^a$	$88,89 \pm 0,13^c$	$87,87 \pm 0,66^b$	<,001
Cendre (%)	$2,98 \pm 0,07^a$	$3 \pm 0,02^a$	$3,06 \pm 0,08^a$	$3,05 \pm 0,04^a$	0,146
Fibre (%)	$9,07 \pm 0,05^c$	$7,52 \pm 0,33^a$	$9,98 \pm 0,06^d$	$8,16 \pm 0,11^b$	<,001
Sucres Totaux (%)	$22,33 \pm 0,06^d$	$18,61 \pm 0,04^a$	$19,77 \pm 0,11^b$	$21,02 \pm 0,04^c$	<,001
Teneur en polyphénols totaux (mg/100g)	$1031,17 \pm 0,35^c$	$1011,18 \pm 0,44^b$	$918,69 \pm 4,37^a$	$1050,79 \pm 0,66^d$	<,001
Acidité Titrable (meq/100g)	$134,06 \pm 0,24^c$	$149,68 \pm 0,32^d$	$105,12 \pm 0,43^a$	$119,87 \pm 0,29^b$	<,001
Vitamine C (mg/100g)	$169,2 \pm 3,35^b$	$140 \pm 1,58^a$	$160 \pm 3,81^b$	$165,2 \pm 14,13^b$	<,001
Calcium (mg/100g)	$454,80 \pm 3,42^c$	$440,1 \pm 2,55^a$	$445,12 \pm 1,87^b$	$449,20 \pm 5,80^b$	<,001
Magnésium (mg/100g)	$226,10 \pm 10,03^b$	$204,52 \pm 8,94^a$	$192,21 \pm 11,51^a$	$240,11 \pm 10,60^c$	<,001

p: valeur de la probabilité associée au test non paramétrique U de Mann-Whitney; Concernant une variable donnée, les valeurs affectées de la même lettre en minuscule sur la même ligne ne sont pas significativement différentes pour chaque zone.

4 DISCUSSION

L'étude sur la variabilité des traits morphologiques et biochimiques des fruits de *A. digitata*, en fonction de son aire de répartition en Côte d'Ivoire est une première. Elle a permis de mettre en évidence le caractère discriminant de la majorité des descripteurs morphologiques. Certains auteurs dans la sous-région sont parvenus à des résultats similaires sur l'étude des caractères morphologiques de *A. digitata* [5], [20]. Les dimensions moyennes observées pour la longueur du pédoncule sont d'autant plus grands du secteur préforestier (zone de Tiébissou) au secteur soudanien (zone de Kouto). Le gradient sud (secteur préforestier) nord (secteur soudanien) lié à l'humidité semble influencer positivement les dimensions du pédoncule des fruits. Des résultats similaires ont été obtenus par [21] sur l'étude des fruits de *Detarium microcarpum* au Mali. Concernant la forme des fruits, la largeur du fruit s'est révélée être le caractère discriminant contrairement à la longueur dont aucune différence n'a été observée entre les zones agroclimatiques. Nos résultats sont différents de ceux de [20] au Bénin. La différence entre ces résultats pourrait être liée au plus grand nombre de morphotypes échantillonné au Bénin. Cependant, les valeurs de la longueur et de la largeur des fruits enregistrées au cours de l'étude sont compatibles avec celles indiquées par [22], pour des capsules récoltées dans plusieurs pays africains. La variabilité du rapport « Longueur/Largeur » des fruits, qui rend compte de leur forme révèle que les baobabs des différentes zones agroclimatiques produisent des fruits aux formes identiques. Les valeurs obtenues de ce rapport révèlent une forme elliptique (allongée) des fruits de *A. digitata* [11]. Les différences très significatives observées, entre les valeurs moyennes de la masse totale des fruits et de la masse de la pulpe des zones agroclimatiques,

expliquent une variation assez importante de ces caractères entre les arbres de *A. digitata* des zones. Ces résultats corroborent ceux de [5] sur *A. digitata* au Mali, mais différent de ceux [20], dont l'échantillonnage a porté sur des formes variées de l'espèce au Bénin. Par ailleurs, on observe que pour l'épaisseur du péricarpe, la masse du fruit, la masse de la pulpe, la masse des graines/fruit et le nombre de graines/fruit, les valeurs les plus élevées sont rencontrées dans les zones agroclimatiques de Niakara et de Korhogo (secteur subsoudanien). Les fruits de grands calibres seraient donc rencontrés dans le secteur subsoudanien, précisément dans la zone de Niakara en Côte d'Ivoire.

Les résultats des analyses biochimiques ont montré des teneurs en humidité faible qui se situent entre 11,10% et 12,80%, quel que soit la zone de provenance. Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par [23], [24], [10], qui ont observé des valeurs se situant entre 2 et 27% avec une moyenne de 11,6% pour l'espèce *A. digitata*. Cette faible teneur pourrait être avantageuse puisqu'elle permettrait une meilleure concentration de la matière sèche. Les teneurs en cendres obtenues pour toute provenance confondue (taux $\leq 3,06\%$), font de la pulpe une source non négligeable de minéraux. Les valeurs sont comparables à celles obtenues pour les céréales et les tubercules, qui sont de l'ordre de 2 à 10% [25], [26] ont obtenu des résultats similaires sur l'étude du baobab avec des valeurs de 2,4 g/100g. Les teneurs en fibre de la pulpe de *A. digitata* comprises entre 7,52% et 9,98%, pour tous les échantillons, sont supérieures à celles retrouvées dans les légumes (2,34 g/100 g) ce qui permettrait à l'espèce de contribuer à l'apport en fibres dans l'alimentation. En effet, selon [27], les fibres participent au bon fonctionnement de l'appareil digestif en facilitant le transit intestinal et empêchent également l'absorption de l'excès de cholestérol. Le sucre, critère d'appréciation dans l'alimentation, varie d'une provenance à l'autre avec les fortes valeurs observées dans la pulpe des fruits de la zone de Kouto, Cette variation de la teneur en sucre pourrait dépendre des conditions pédoclimatiques, du stade de maturité du fruit à la récolte et des conditions de stockage de la pulpe [10]. La composition en polyphénols des quatre provenances a indiqué une grande variabilité entre elles avec une teneur moyenne de 1002,96 mg/100g. Cette valeur est comparable à la teneur (1084 mg/100g) obtenue par [10] et supérieure à la teneur (500 mg/100g) observée dans les fruits considérés comme riche en polyphénol tels que la cerise, le raisin etc. [28]. Les teneurs élevées en polyphénols pourraient être dues au traitement thermique et à l'écotype [29], [30]. La pulpe du baobab, du fait de sa teneur en polyphénols, pourrait être conseillée auprès des consommateurs afin de participer à la prévention des maladies cardio-vasculaires [31]. La consommation de la pulpe pourrait également diminuer le stress oxydatif cellulaire, impliqué dans la pathogenèse de diverses maladies neurodégénératives, dont la maladie d'Alzheimer, la maladie de Parkinson et la sclérose latérale amyotrophique [32], [33]. En ce qui concerne l'acidité, elle varie d'une zone à une autre avec une moyenne de 127,18 meq/100g qui est supérieure à la valeur obtenue par [10] qui est de 102 meq/100g. Ces fortes valeurs de l'acidité impliquent donc une augmentation de la teneur en acides forts tels que les acides aminés, les acides gras, l'acide ascorbique ou vitamine C et le dioxyde de carbone dissous [34]. Ces composés proviendraient des réactions chimiques d'oxydoréductions dans les fruits, caractérisées par l'oxydation des composés organiques tels que les lipides, protéines et glucides. Ces résultats montreraient donc une intense réaction métabolique (catabolisme ou anabolisme) dans le fruit de baobab à grande valeur d'acidité. La vitamine C, a indiqué une grande variabilité entre les quatre zones de provenance des fruits avec des valeurs de 140 à 169,2 mg/100g. Ces valeurs obtenues sont proches de ceux du kiwi mais supérieure à ceux de l'orange et de la papaye. Ces résultats permettent de classer les produits du baobab parmi les fruits les plus riches en vitamine C, faisant du baobab un aliment qui pourrait être intéressant pour participer à la prévention des maladies cardiovasculaires via ses propriétés antioxydantes [35]. Le calcium (Ca) et le magnésium (Mg) qui sont des éléments importants pour la nutrition humaine ont révélé une grande variabilité des teneurs dans les quatre zones de provenance, que sont Kouto, Korhogo, Niakara et Tiébissou. Ces variabilités seraient dues à l'influence des précipitations sur la libération des nutriments dans le sol, leur absorption et leur teneur dans les fruits. Aussi, il est à ajouter que les facteurs environnementaux et les différences dans l'adaptabilité au milieu pourraient être en partie responsables de la variabilité de la teneur en calcium et magnésium.

5 CONCLUSION

Il ressort de cette étude qu'il y a une importante diversité morphologique et biochimique en fonction de l'aire de distribution géographique de *A. digitata* en Côte d'Ivoire. Les fruits de l'espèce de la zone de Niakara présentent les masses et les volumes les plus importants comparés aux fruits des autres zones de provenances (Kouto, Korhogo et Tiébissou). Par ailleurs, pour toutes les zones confondues les fruits sont de forme allongée avec une proportion en pulpe élevée dans la zone de Tiébissou. Les résultats obtenus au niveau biochimique, ont différencié significativement les zones de provenances et ont clairement révélé la richesse de la pulpe de baobab en matière sèche, en fibre et en élément minéraux, notamment le calcium et le magnésium. Cette étude a également montré que les fruits de ces zones renfermaient de fortes teneurs en vitamine C et en polyphénols totaux comparativement aux aliments consommés en Côte d'Ivoire. Ces travaux constituent des sources de données pour le baobab ivoirien afin de permettre une meilleure appréciation de leurs potentialités adaptatives et de leurs qualités commerciales ou industrielles par les sélectionneurs, ainsi qu'une facilitation de leur vulgarisation et valorisation.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient toutes les personnes qui ont contribué à la récolte des fruits de baobab dans les différentes zones agroclimatiques et à l'analyse des échantillons de la pulpe au laboratoire.

CONFLITS D'INTÉRÊTS

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêt.

REFERENCES

- [1] G. A. Ambé, "Les fruits sauvages comestibles des savanes guinéennes de Côte d'Ivoire: état de la connaissance par une population locale, les Malinké," *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, vol. 5, no. 1, pp.43-58, 2001. <https://www.researchgate.net/publication/26392482>.
- [2] N. M. T. Kouamé, G. M. Gnahoua, K. E. Kouassi, and D. Traoré, "Plantes alimentaires spontanées de la région du Fromager (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire): flore, habitats et organes consommés," *Sciences & Nature*, vol. 5, no. 1, pp. 61-70, 2008. DOI: 10.4314/scinat.v5i1.42152.
- [3] F. Kenne, Contribution à l'étude de l'activité antidiarrhéique de la pulpe de fruit de *Adansonia digitata* L. (Bombacaceae), Thèse, Univ. Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, 1994.
- [4] K. N'Guessan, N. M.-T. Kouamé, N.M. C. Assi-Kaudjhis, and C. B. Aké, "Ethnobotanical study of spontaneous wild plants used for food by krobrou People, in the South of Côte d'Ivoire," vol. 4, no. 2, pp. 1354-1365, 2015.
- [5] A. M. Kouyaté, E. Decaluwé, F. Guindo, H. Diawara, L. Diarra, P. Van Damme, and L. N'diaye I., "Variabilité morphologique du baobab (*Adansonia digitata* L.) au Mali," *Fruits*, vol. 66, no. 4, pp. 247-255, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1051/fruits/2011032>.
- [6] D. Sanogo, M. Badji, M. Diop, C. O. Samb, A. Tamba, and Y. K. Gassama, "Évaluation de la production en fruits de peuplements naturels de Baobab (*Adansonia digitata* L.) dans deux zones climatiques au Sénégal," *Journal of Applied Biosciences*, vol. 85, pp. 7838-7847, 2015. DOI: 10.4314/jab.v85i1.8.
- [7] B. A. Bationo, "Étude de la structure et des contraintes socioculturelles à la régénération des parcs à baobab dans le Plateau Central du Burkina Faso. Ouagadougou, Burkina Faso," *Inera/Icraf*, 2003.
- [8] K. B. A. Pamba, J. B. Assanvo, and K. M. Koffi. "Caractérisation biochimique et microbiologique de la pulpe de baobab (*Adansonia digitata* L.) vendue sur le marché d'Abidjan. *American Journal of Innovative Research and Applied Sciences*, vol. 7, no. 5, pp. 320-340, 2018. https://www.american-jiras.com/Abstarct7_November_2018.html.
- [9] A. Touré, S. F. Oulai, A. F. Zoro, L. I. Bamba, Y. R. Soro, and A. Coulibaly, "Study of Physicochemical Parameters of Baobab and Néré Flours and their Influence on Fermentative Activity of *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus*". *International Journal of Science and Research*, vol. 8, no.11, pp 128-133, 2019. https://www.ijsr.net/get_abstract.php?paper_id=ART20202087.
- [10] I. Cissé, 2012. "Caractérisation des propriétés biochimiques et nutritionnelles de la pulpe de baobab des espèces endémiques de Madagascar et d'Afrique continentale en vue de leur valorisation," Thèse de Doctorat, école doctorale sciences des procédés-sciences des aliments; Montpellier Supagro. 2012.
- [11] J. Leong Pock, AND R. Lumaret, "Complexité de la biodiversité à Madagascar: exemple des baobabs," *Scripta Botanica Belgica*, vol. 46, pp. 358, 2010.
- [12] M. A. Donk, "Systematics Association Committee for Descriptive Biological Terminology. Ila. Terminology of Simple Symmetrical Plane Shapes (Chart 1a), Addendum," *Taxon*, vol. 11, no. 8, pp. 245-247, 1962. <https://doi.org/10.2307/1217034>.
- [13] N. F. Kodjo, J. L. Konan, G. G. Doué, S. D. M. Yao, K. Allou, and S. Niamké, "Caractérisation physico-chimique des composantes de noix immature et mature de l'hybride de cocotier (*Cocos nucifera* L.) Nain Jaune Malaisie x Grand Vanuatu cultivé en Côte d'Ivoire," *Journal of animal & Plant Sciences*, vol. 27, no. 1, pp. 4193-4206, 2015. <https://www.researchgate.net/publication/286448979>.
- [14] AOAC, "Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists Ed.," Washington DC, 1990.
- [15] AFNOR, "Recueil des normes françaises d'agro-alimentaire," Paris la défense, France, 1991.
- [16] M. Dubois., K. Gilles, I. Hamilton, P. Rebers, and F. Smith, "Colorimetric methods for determination of sugars and related substances," *Analytical Chemistry*, vol. 28, no. 3, pp. 350-356, 1956. <http://dx.doi.org/10.1021/ac60111a017>.
- [17] N. C. Agbo, M. A. Uebersax, and G. L.Hosfieldn, "An efficient extraction technique of sugars from dry edible beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and estimation HPLC," *Ann. Univ. Nation.*, vol. 20 pp. 167-187, 1985.
- [18] J. P. Wolf, "Manuel d'analyse des corps gras," Azoulay Ed, Paris, 1968.
- [19] V. L. Singleton, and J. A. Rossi, "Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents," *American Journal of Enology and Viticulture*, vol. 16, pp. 144-158, 1965.
- [20] <http://www.ajevonline.org/content/16/3/144.full.pdf+html>.

- [21] A. E. Assogbadjo, B. Sinsin, and P. Van Damme, "Caractères morphologiques et production des capsules de baobab (*Adansonia digitata* L.) au Bénin," *Fruits*, vol. 60, pp. 327–340, 2005. <https://doi.org/10.1051/fruits: 2005039>.
- [22] A. M. Kouyaté, "Aspects ethnobotaniques et étude de la variabilité morphologique, biochimique et phénologique de *Detarium microcarpum* Guill. & Perr. au Mali," Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle, 2002.
- [23] G. E. Wickens, "The baobab. Africa's upsidedown tree," *Kew Bulletin*, vol. 37, no. 2, pp 173-209, 1982. <https://doi.org/10.2307/4109961>.
- [24] M. Salak, "The vanishing forests of Madagascar Part II," *Cactus Succ J (US)*, vol. 74, pp. 31- 41, 2002.
- [25] P. Soloviev, T. Niang, A. Gaye, and A. Totte, "Variabilité des caractères physicochimiques des fruits de trois espèces ligneuses de cueillette, récoltés au Sénégal: *Adansonia digitata*, *Balanites aegyptiaca* et *Tamarindus indica*," *Fruits*, vol. 59, pp. 109-119, 2004.: <https://doi.org/10.1051/fruits: 2004011>.
- [26] FAO, *Composition des aliments en principes nutritifs calorigènes et calcul des valeurs énergétiques utiles*, FAO Ed, Washington DC, 1986.
- [27] I. Obizoba, and N. Amaechi, "The effect of processing methods on the chemical composition of baobab (*Adansonia digitata* L.) pulp and seed," *Ecology of Food and Nutrition*, vol. 29, pp. 109-205, 1993. <https://doi.org/10.1080/03670244.1993.9991305>.
- [28] J. K. Mensah, R. I. Okoli, J. O. Ohaju-Obodo, and K. Eifediyi, "Phytochemical, nutritional and medical properties of some leafy vegetables consumed by Edo people of Nigeria," *African Journal of Biotechnology*, vol. 7, no. 14, pp. 2304-2309, 2008. <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/58988>.
- [29] A. Scalbet, L. Duval, S. Peng, and B. Monties, "Polyphenols of *Quercus robur* L. II Preparative Isolation by Low-Pressure and High-Pressure Liquid Chromatography of Heartwood Ellagitannin," *Journal of Chromatography A*, vol. 502, pp. 107-119, 1990. <https://www.jfas.info/index.php/JFAS/article/view/164/102>.
- [30] A. F. Zoro, L. T. Zoué, N. J. Adom, and S. L. Niamké, "Effect of sun drying on nutritive and antioxidant properties of leafy vegetables consumed in Western Côte d'Ivoire". *African Journal of Science and Research*, vol. 4, no. 5, pp 24-31, 2015. <https://silo.tips/download/effect-of-sun-drying-on-nutritive-and-antioxidant-properties-of-leafy-vegetables>.
- [31] B. Xu, and S. Chang, "Total phenolic, phenolic acid, anthocyanin, flavan-3-ol and flavonol profiles and antioxidant properties of pinto and black beans (*Phaseolus vulgaris* L.) as affected by thermal processing," *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 57, pp 4754-4764, 2009. <http://dx.doi.org/10.1021/jf900695s>.
- [32] A. Scalbert, and G. Williamson, (2000). "Dietary intake and bioavailability of polyphenols," *Journal of Nutrition*, vol. 130, no. 8, pp. 2073S-2085S, 2000. DOI: 10.1093/jn/130.8.2073S.
- [33] C. Rice-Evans, and N. J. Miller, "Antioxidants: the case for fruit and vegetables in the diet," *British Food Journal*, vol. 97, no. 9, pp. 35-40, 1995. <https://ur.booksc.me/book/34766502/10d9c4>.
- [34] D. Amic, D. Davidovic-Amic, D. Beslo and N. Trinajstić, "Structure-radical scavenging activity relationship of flavonoids," *Croatia Chemical Acta*, Vol. 76, No. 1, pp. 55-61, 2003.
- [35] A. Jayalekshmy, C. Arumighan, C. S. Narayanan, and A. G. Mathew, "Modification de la composition chimique de l'eau de coco pendant la maturation," *Oléagineux*, vol. 43, pp. 409-414, 1988.
- [36] S. Donovan, And D. Harper, Trechmann's footsteps: the geology of southeast Barbados In Anon (ed). In: Caribbean Geological Conference (Ed.), Vol. 16, no. 21, pp. 85-98, 2002.

The empirical mode decomposition (EMD) application for the monitoring of the cutting tools wear

Jean Claude Mukaz Ilunga¹, Dany Katamba Mpoyi², Chritian Katayi², and Moise Ngoyi Kasanji³

¹Metrology, High Institute of Applied Techniques, Kinshasa, RD Congo

²Mechanics, High Institute of Applied Techniques, Kinshasa, RD Congo

³Electronics, High Institute of Applied Techniques, 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: In this work, it is a question of the cutting tool wear monitoring in mechanical turning. We did this monitoring in three phases which correspond to the life of our tool. To achieve this objective of improving monitoring, we have used a processing method (EMD) that breaks down a large signal into small signals (IMFs). The cut up or processed signals are yet applied in the temporal (RMS) and frequency (Spectrum) indicators in order to monitor the evolution of the tool in relation to its degradation and to check the reliability of the indicators. The obtained results will be optimized in an on-line monitoring system and incorporated into a microcontroller dealing with its three phases, in order to make the comparison of informations each time they are generated by the machine.

KEYWORDS: mechanical turning, vibratory analysis, wear, EMD, IMF, monitoring, sieving, indicators.

1 INTRODUCTION

Machining by material removal remains the most widely used process in the mechanical industry in a wide range of applications (from aerospace to automotive industry). The cutting tool wear represents yet one of the major factors when requiring higher productivity associated with better quality of the manufactured products. Thus, it is necessary to have a thorough knowledge of the cutting process [1]. Indeed, the wear phenomenon is progressive and develops itself during the cutting process, which damages the quality of the machining. The degradation of the tool condition also damages the quality of the machined surfaces, the imposed geometric tolerances, the tool's durability and generates high efforts having as effect: the increase of the cutting power and the consumed energy [2].

In this context, the cutting tool monitoring is the approach proposed in this work. It consists in processing the vibrations generated during the three phases of the tool in machining, using simultaneously frequency and temporal analyses by Empirical mode decomposition method (EMD) which is a method of multi-resolution decomposition of signals in intrinsic mode functions (IMF). The objective of these analyses is to follow the evolution of the cutting tools wear during their three phases. Through this EMD method (Empirical Mode Decomposition), the cutting process monitoring is made necessary and uses very robust and reliable methods of supervision of tools states. This method is very necessary and important for identifying and locating the tool wear in the machining process [3].

2 STATE OF THE ART

In recent years, most scientific researchers have addressed the subject on signal processing in order to follow the evolution of industrial materials. Some of them are: Bovic Kilundu Y'ebondo who speaks on singular spectral analysis (SSA) which is a non-parametric technique of temporal series analysis. It allows the decomposition of a signal into independent signals, which sum gives the original signal [4]. W. Rmili has spoken on the study of developing a process for processing vibratory signals in order to develop a monitoring system capable of improving the machining performance. To achieve his objective, he has used temporal analysis and frequency analysis of vibratory signals that allowed him to extract a set of parameters that could be subsequently considered as wear indicators [5]. J. Ladies has spoken, in the 19th Mechanics French Congress, on the identification of weak nonlinearity in the vibrating systems from temporal data. He proposed two methods: the first method is based on the analysis of the nonlinear space state model from the vibrating system and the second method based on the analysis of the wavelet transform of temporal data [6]. Bouchra Abou El Anouar who speaks on the comparison and evaluation study of the effectiveness of monitoring and detection control methods of bearings defects: the vibratory

analysis and the infrared thermography. It determines their detection limits and their complementarities. To do this, different tests are performed on ball bearings with a crack [7].

3 METHODOLOGY

3.1 EMD METHOD (EMPIRICAL MODE DECOMPOSITION)

The EMD method was introduced in 1998 by Huang et al. It is a local, iterative and adaptive decomposition. It is based on a process called *sifting* which allows to decompose a signal into basic contributions called empirical modes or IMFs (Intrinsic mode functions) which are single-component AM-FM signals (in the large sense), each with zero mean. The IMFs extraction is nonlinear, but their recombination for the exact reconstruction of the signal is linear. Based essentially on the natural signal variations or oscillations, the EMD allows an interpretation of the present physical phenomena. In addition to its implementation simplicity and its ability to describe punctually and instantaneously the not resolved frequency phenomena by Fourier analysis, the EMD is well adapted to the study of non-stationary signals generated by non-linear systems. Unlike other methods, the EMD method directly constructs the basic functions from the signal itself [3].

$$s(t) = \sum_{j=1}^n IMF_j(t) + r(t)$$

Where:

- $IMF_j(t)$ is the j^{th} oscillation,
- $r(t)$ is the residual of the decomposition,
- n is the number of IMFs.

3.2 EMD ALGORITHM

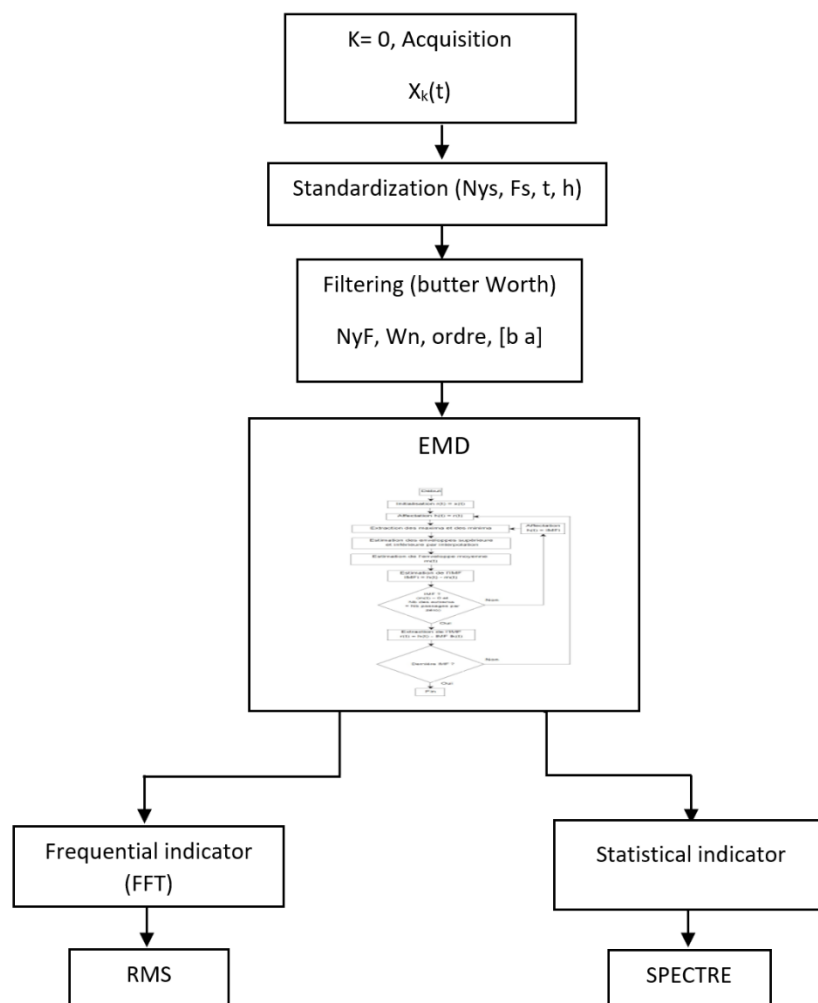


Fig. 1. Algorithm EMD

3.3 EXPERIMENTATION (EMD APPLICATIONS)

During this experimentation, we will apply the EMD method on real signals in order to see the capacity of the said method to detect the presence of wear on the cutting tool in an early and local way. The vibratory signals that we propose to study were carried out in the mechanical workshop of High Institute of Applied Techniques (ISTA) with equipments used to monitor the evolution of wear during machining. During this experiment, the tool passes from the state of good operation (new state) to that of the worn tool (advanced wear). The purpose of this experiment is to monitor the tool in these three (3) stages: new state, low wear, and advanced wear in order to detect the wear before the tool even goes bad for making the diagnosis of these defects. The statistical indicators are used in the IMF3 to have the tool states in relation to the wear with the help of the EMD method. Finally, we have applied the Fourier Transform in the original signal, IMF 1 and IMF 3 as well as the statistical indicators in order to represent the spectrum of these signals.

3.4 MATERIALS USED

3.4.1 MACHINE TOOL

The machine used to perform our tests is a Gallicop brand universal parallel lathe. It has the following characteristics:

- Cutting speed range: 10 to 400 m/min,
- Rotation speed range: 40 to 2000 rpm,
- Diameter range: 10 to 400 mm



Fig. 2. Chariot tower

These tests were carried out on this universal parallel lathe, using a cutting tool SCLCR1616H09 carrying a metal carbide insert, the material used for wear is a cylindrical shape of hard steel with a diameter of 50 mm.

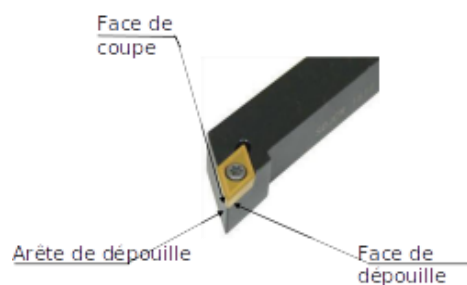


Fig. 3. Presentation of faces and edges

3.4.2 ACQUISITION CHAIN

The vibratory signals generated during machining were measured by using an acquisition and analysis system, composed of software and a piezoelectric accelerometer (X, Y, Z) compressed by a moving mass solicited by the vibrations to which the sensor is subjected. For a good acquisition, the PCB 080A27 sensor has been placed as close as possible to the machining area and on a fixed location as shown in 2.

In the case of our work, we have chosen the perpendicular axis in relation to the piece (the axis: X) that corresponds to the operation carried out, sliding to record more information.

This chain is composed of:

- The laptop, to visualize the signals.
- The cDAQ acquisition system + the NI 9171Module.
- The piezoelectric sensor.



Fig. 4. Acquisition chain

The vibration measurements are obtained by using the cDAQ acquisition system + the NI 9171 Module of National instrument, on which the NI9215 module with the BNC connector is mounted (Figure 5).



Fig. 5. Système d'acquisition cDAQ avec module 9215

A piezoelectric accelerometer (X, Y, Z) is attached to the upper carriage of the undercarriage by using a base compressed by a moving mass solicited by the vibrations to which the PCB 080A27 sensor is subjected with a sensitivity of 100 mV/g.



Fig. 6. IMI635A01 Accelerometer

The vibrations are sampled at 10000 Hz. Signals are recorded after a few seconds to detect any changes in the vibratory signal due to the evolution of the tool wear.

4 DATA ANALYSIS AND DISCUSSION OF RESULTS

4.1 EMD APPLIED TO VIBRATION SIGNALS

As the signal is noisy, the EMD application yielded 6 IMFs with a residual in each phase of the tool. It shows that the noise contains high frequencies. This decomposition, gives the two IMFs (IMF 1 & IMF 3) containing the information of the tool degradation. The other IMFs are decomposed with the residuals, because they do not give any information. From this decomposition, we have represented the spectrum of the IMF3 frequency.

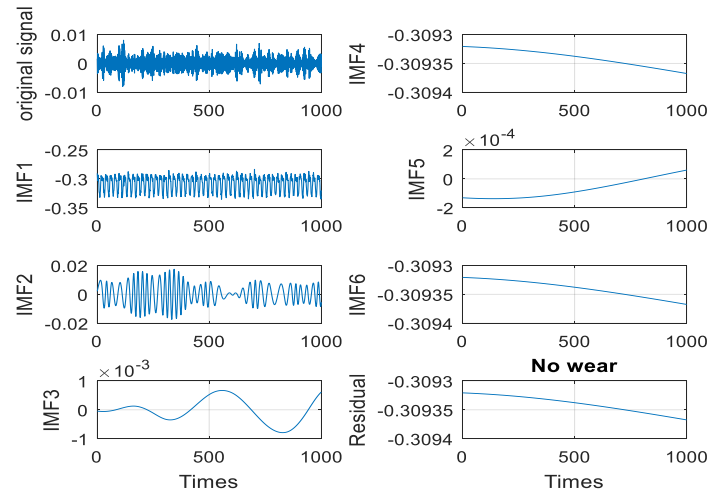


Fig. 7. IMFs in No wear

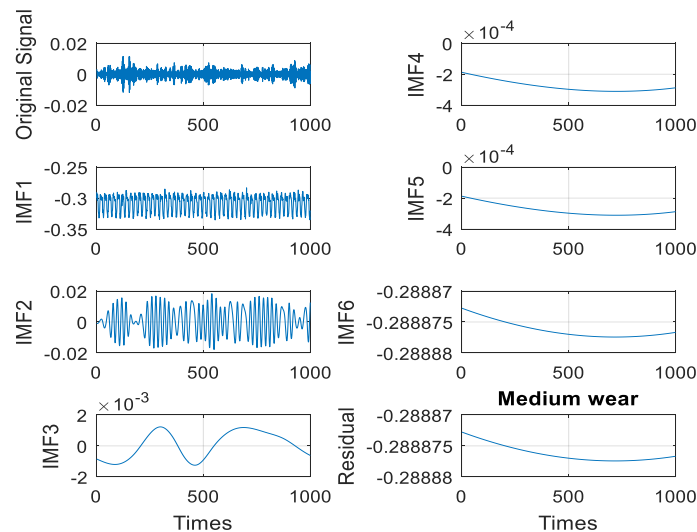


Fig. 8. IMFs in Medium wear

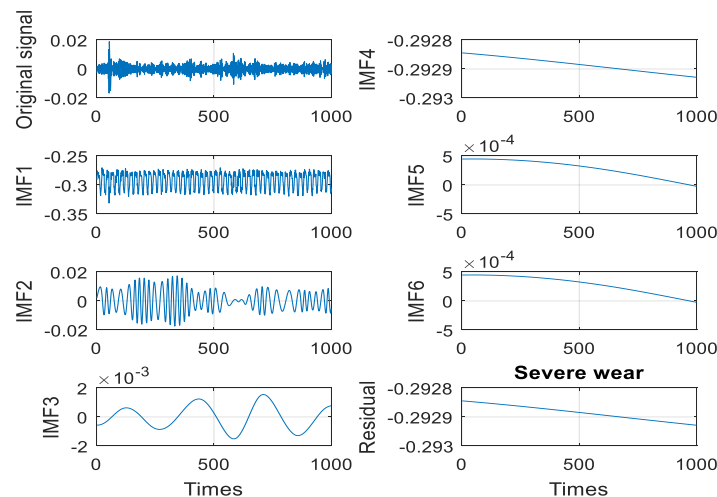


Fig. 9. IMFs in Sever wear

4.2 INTERPRETATION OF RESULTS

In the three figures presented above, we make a comparison between the EMD of new state, low wear and advanced wear and the IMFs decomposition in each stage.

Table 1. State values of the tool with MFIs

	New tool state	Low wear state	Advanced wear state
IMF1	0.008471	0.01731	0.01886
IMF2	0.01802	0.02	0.01802
IMF3	0.001127	0.00162	0.001873
IMF4	-0.3085	0.0002957	-0.2924
IMF5	0.0004413	0.0002957	0.0007116
IMF6	-0.3085	-0.2886	0.0007116
Résidu	-0.3085	-0.2886	-0.2924

We can conclude that despite the errors that occurred during the acquisition of the signals, we can say that this decomposition has allowed us to follow the evolution of our tool until its last stage (advanced wear).

4.3 APPLICATION OF STATISTICAL INDICATORS THE IMF3

The monitoring indicators of statistical type are calculated to see the influence of noise in the signal in order to detect defects. According to the results in table (1) the masking effect generated by the introduced noise decreases the indicator sensitivity, as shown by the Kurtosis and the Skewness.

On the other hand, the energy represented by the RMS value increases with the increase of the noise. Applying the EMD to the three indicators RMS, Kurtosis, Skewness of each mode, we have found that the kurtosis and skewness are very influenced by noise and for this reason, we observe this disturbance of values in the representation. They are unable to follow normally the evolution of the tool. But the RMS value is the only indicator that gives us more information.

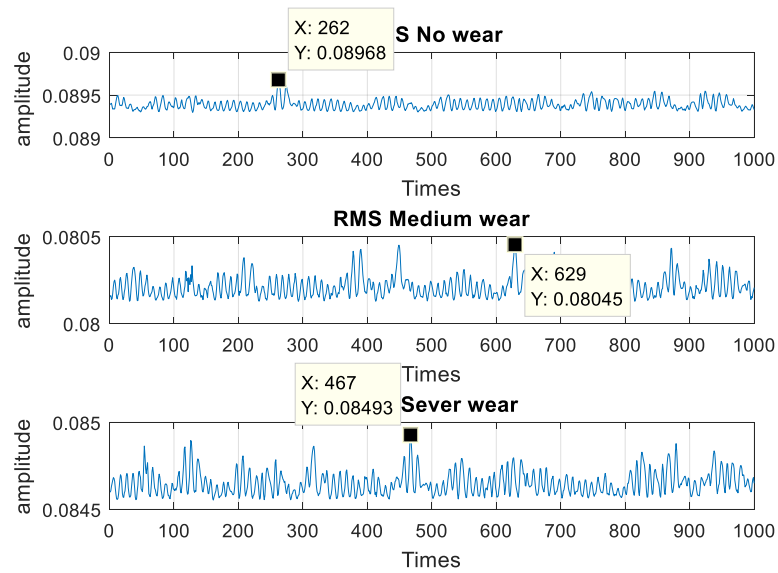


Fig. 10. RMS in the three phases of the No wear

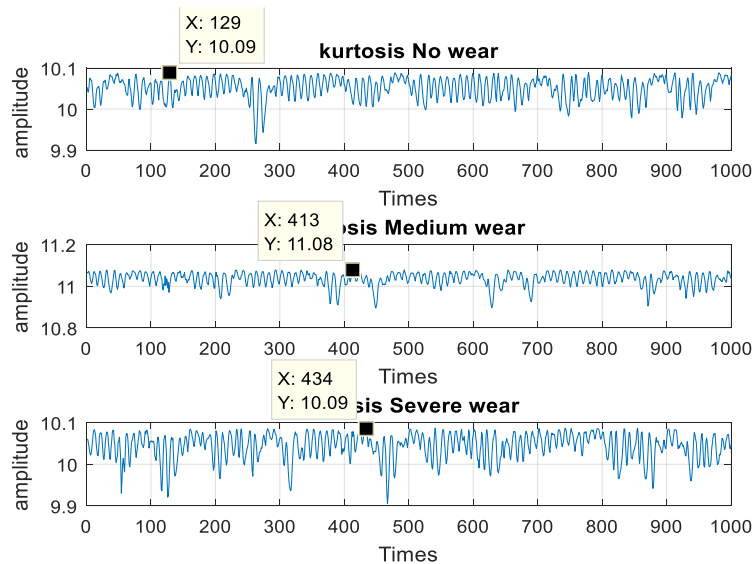


Fig. 11. Kurtosis in the three phases of Medium wear

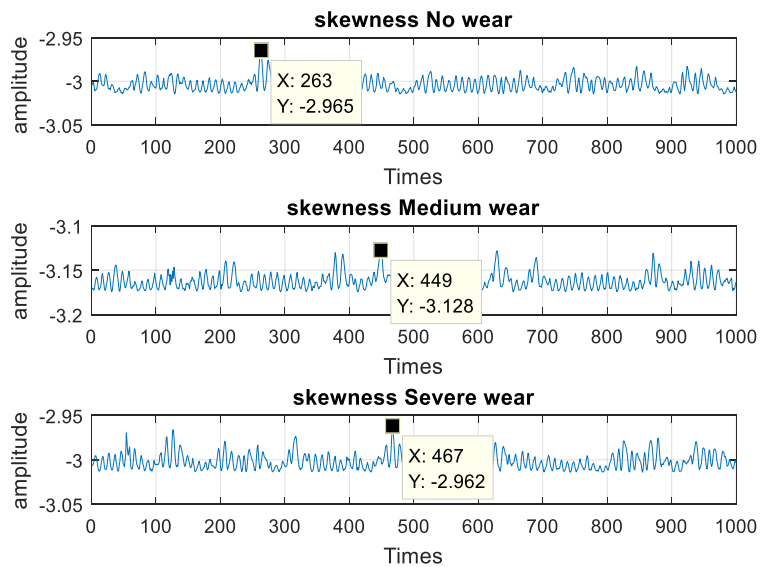


Fig. 12. Skewness in the three phases of Severe wear

Table 2. The values of the indicators applied to the MFI 3 with the 3 phases

Indicators	New tool	Low wear	Advanced wear
RMS	0.08975	0.08053	0.08504
KURTOSIS	10.09	11.08	10.09
SKEWNESS	-2.963	-3.112	-2.954

4.4 APPLICATION OF THE FOURIER TRANSFORM IN THE ORIGINAL IN THE THREE STAGES

By applying the FFT function in the three (3) signals, the spectral analysis will allow us to highlight the different periodicities in the original signal. We have found that the wear evolution in the three phases is increasing with frequency and amplitude. This shows the degradation of the tool in the last stage (advanced wear) with 500 Hz of frequency and amplitude of 84.75. The original signals and their spectra are illustrated in the following figures to allow the differentiation of the signal with noise and its spectrum.

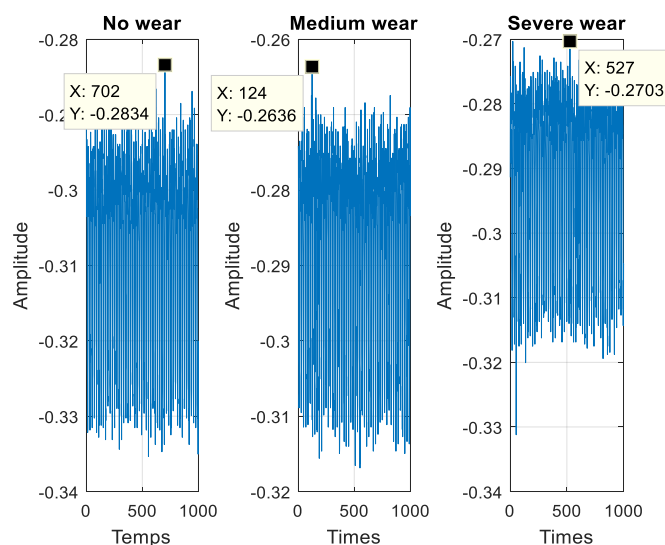


Fig. 13. Vibration signals three wear phases

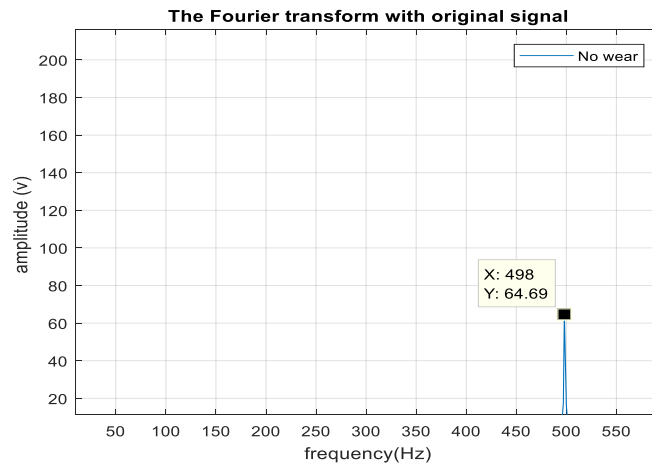


Fig. 14. *Spectrum of the original signals No wear*

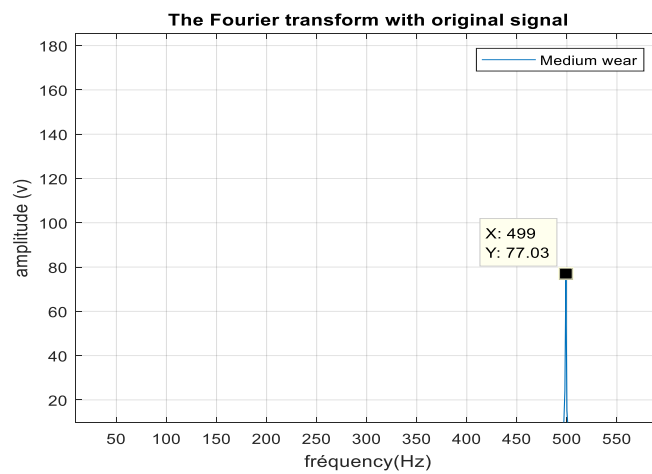


Fig. 15. *Original signal of Medium wear*

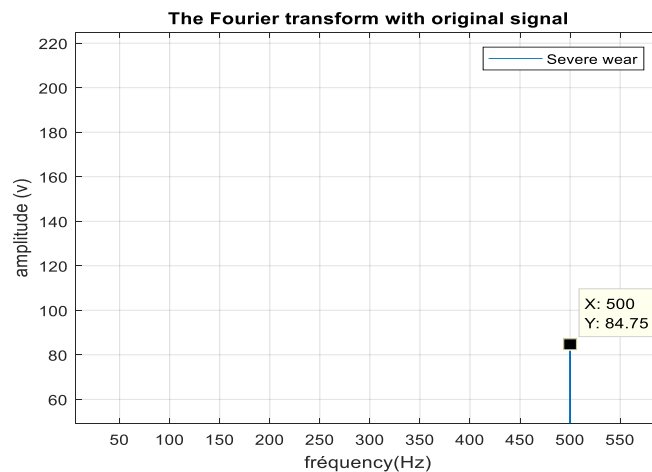


Fig. 16. *Original signal Severe wear*

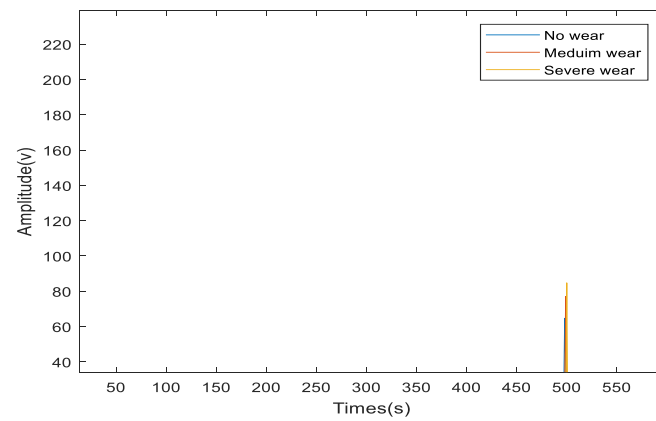


Fig. 17. Spectrum of three wear

4.5 APPLICATION OF FFT FUNCTION IN THE IMF1 AND IMF3

To each MFI extracted in the original signal, we have chosen the IMF 1 and IMF 3 that are the informations carriers, we have applied the Fourier transform to have its spectrum. The reason of applying the Fourier transform allows us to locate and define the importance of the defect.

The figures below show the IMF signals and their spectra:

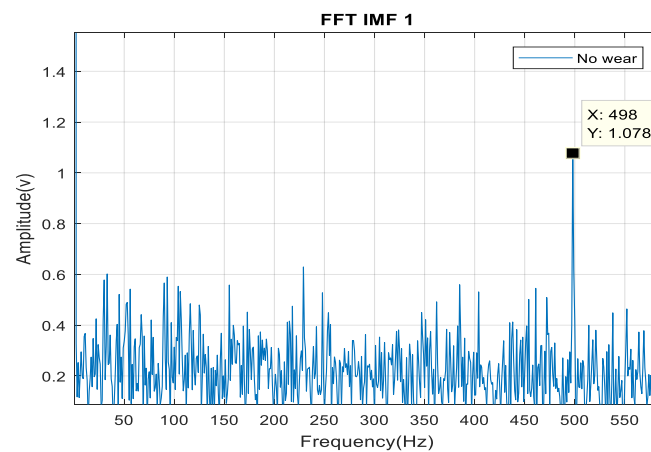


Fig. 18. Spectrum of IMF 1 No wear

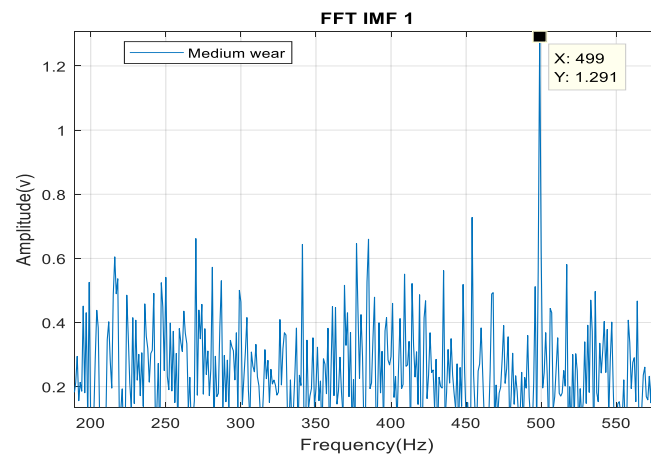


Fig. 19. Spectrum of IMF1 Medium

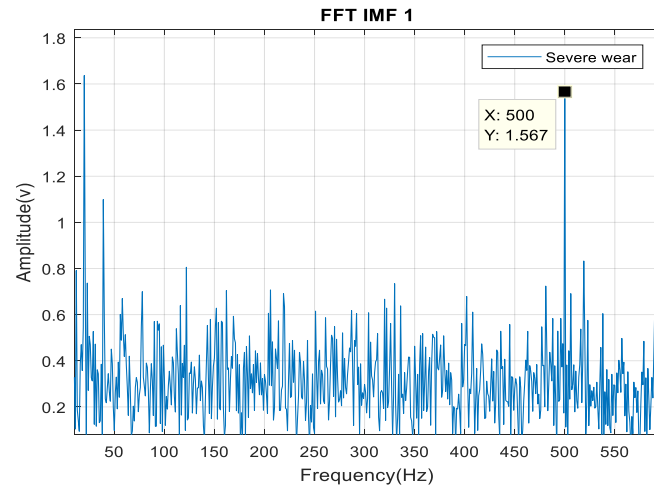


Fig. 20. *Spectrum of MFI 1 Sever wear*

We note that the three IMFs start with a high frequency after they decompose themselves in the low frequency; this leads us to say that the EMD is a decomposition from high frequency to low frequency with the presence of the supporting values.

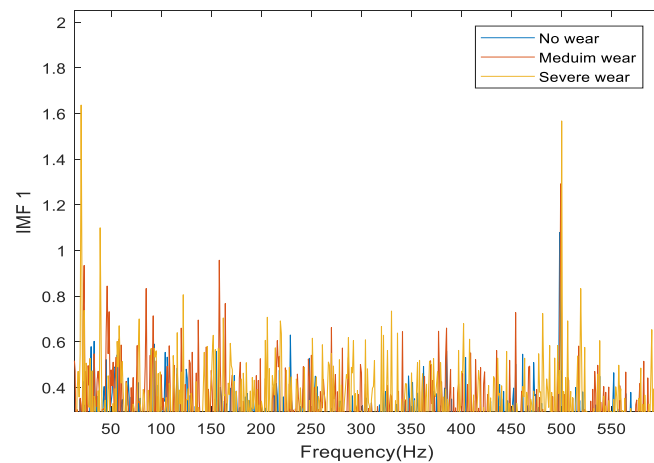


Fig. 21. *the three tool wear spectra (IMF 1)*

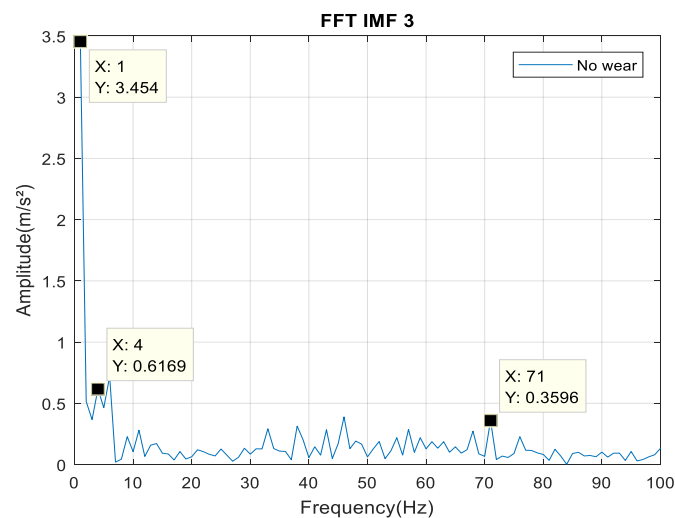


Fig. 22. *Spectrum of IMF3No wear*

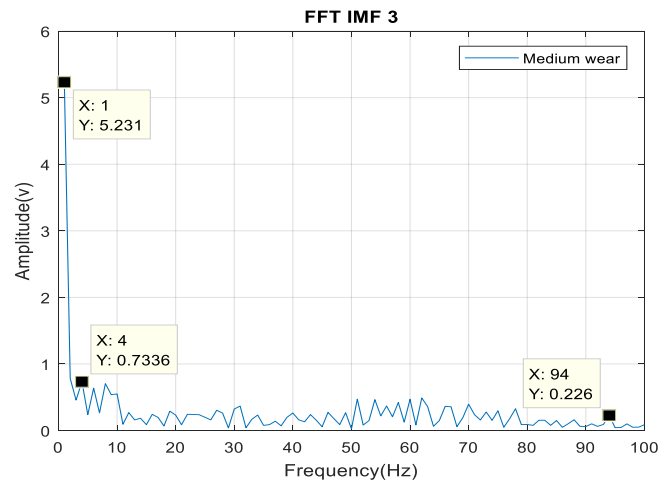


Fig. 23. Spectrum of IMF3Medium wear

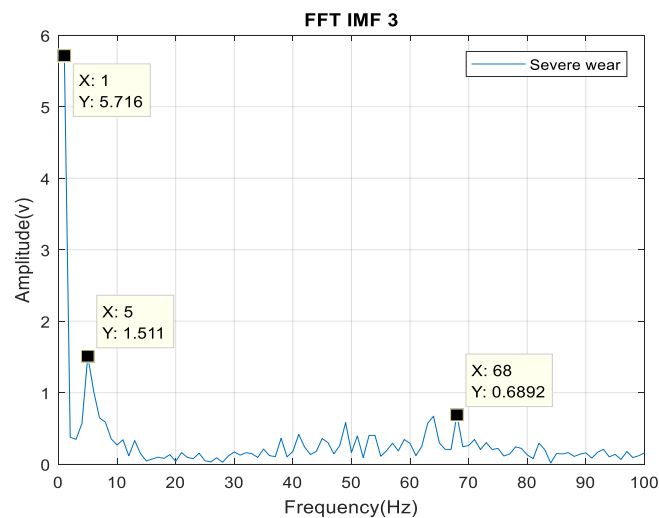


Fig. 24. Spectrum of IMF3Sever wear

4.6 APPLICATION OF THE FOURIE TRANSFORM IN INDICATORS

In vibratory monitoring, statistical indicators are used as tools to detect defects. Several researches have successfully used these indicators, including the thesis of the Professor Bovic Kilundu and the work of the engineer Dany Katamba. We have used only three (3) indicators that follow: RMS, Kurtosis and Skewness. By applying the Fourier Transform in the three (3) indicators, we observe a rapid decay of the tool vibratory level in the three phases of wear up to the frequency range.

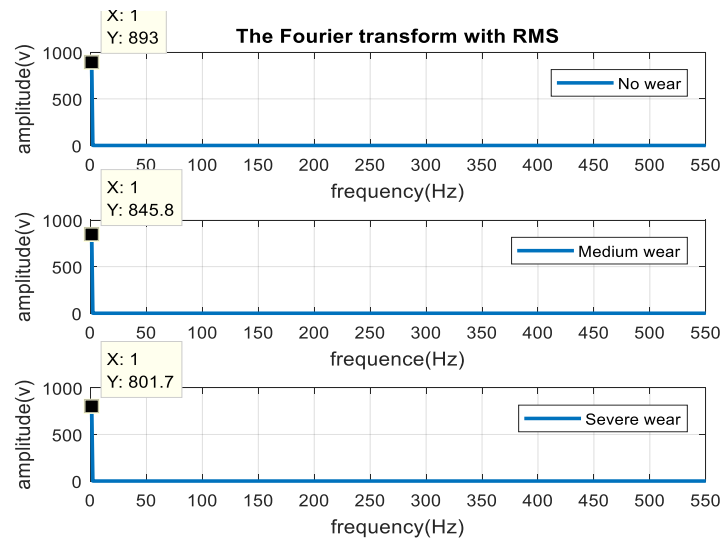


Fig. 25. FFT spectrum in RMS

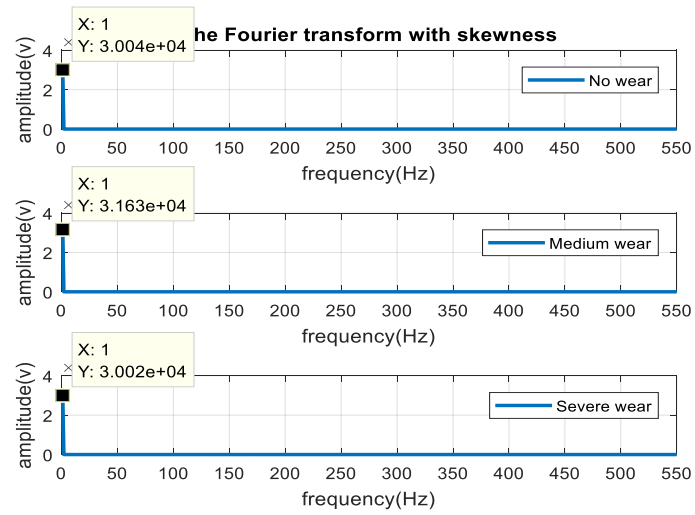


Fig. 26. FFT spectrum in Skewness

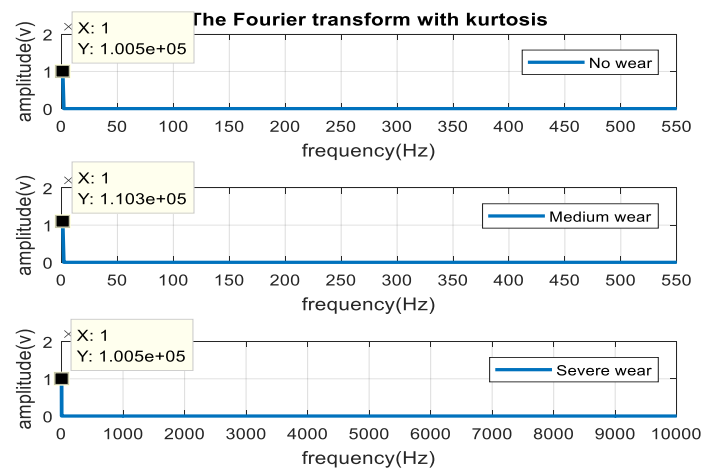


Fig. 27. FFT spectrum in Kurtosis

5 CONCLUSION

Today, studies show that vibration is a major issue in machining and one of the most limiting factors of reproductivity. In order to achieve an effective monitoring, we are interested in the monitoring of the cutting tool wear in turning with appropriate methods.

The temporal methods are more based on the statistical analysis of the collected signal, and allow to follow the evolution of a quantity derived from the power or the peak amplitude of the signal. In the case of our work, we have used only three indicators: RMS, KURTOSIS and SKEWNESS.

The frequency methods are based on the Fourier transform. The knowledge of the characteristic frequencies allows to identify and locate the defects coming from the mechanical components by analyzing their spectrum. They are used for complex machines with many mechanical components. On the other hand, in this case, it is necessary to look for techniques that allow us to get even closer to optimality, while trying to keep the advantages of wavelets.

Thus, we used the EMD method to concretize all the theories studied on monitoring based on the vibratory analysis and to process with the said method (EMD). A target and test procedures were set to make the acquisition of signals, then we have passed to the processing of signals under the software Matlab applying the EMD method in the vibratory signals, in order to bring out the MFIs. The results obtained can serve as good indicators for operators and for the production engineers that we are, in order to detect and predict the life of the cutting tools.

REFERENCES

- [1] P. DEPEYRE. Mechanical manufacturing. Technical report, University of Reunion: Faculty of Science and Technology 2004-2005.
- [2] S. ZIEBA, "Une méthode de suivi évolutif. Application au diagnostic de la qualité d'usinage", PhD thesis of the University of Technology of Compiègne, 1995.
- [3] NORDEN E. HUANG. The royal society, Article "A confidence limit for the empirical mode decomposition and Hilbert spectral analysis".
- [4] BOVIC KILUNDU Y'EBONDO: " Detection and vibratory diagnosis of mechanical degradations ": contribution of data mining, pp. 39-42.
- [5] W. RMILI: Wear monitoring of cutting tools in turning by vibratory analysis. June 2006.
- [6] J. LADIES: "Identification of weak nonlinearities in vibrating systems from time data".
- [7] BOUCHRA ABOU EL ANOUAR: study of comparison and evaluation of the effectiveness of the methods of control of monitoring and detection of defects in bearings: vibration analysis and infrared thermography.

Effets des fientes de poulets sur la production des cultivars locaux d'aubergines (*Solanum* spp) sur le sable tertiaire de Brazzaville (Congo)

[Effects of chicken droppings on the production of local eggplant cultivars (*Solanum* spp) on the tertiary sand of Brazzaville (Congo)]

Mpika Joseph, Mbon Nguékou Chrichina, Ngondo Blaise Pascal, Mboussy Tsoungould Feldane Gladrich, Mboutol-Mandavo Laurine
Valérie, Silou Loukombo Aurore Vochestely, and Attibayéba

Laboratoire de Biotechnologie et Production végétales, Faculté des Sciences et Technique, Université MARIEN NGOUABI, Brazzaville,
Republic of the 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: Eggplant is a vegetable fruit plant mostly consumed in Congolese daily menus. The low yield observed is due to the low content in mineral element in the soil. The chemical fertilizers used by producers are expensive and harmful to the environment. This study aims to improve the productivity of local eggplant cultivars by supplying chicken manure. Plantlet from *Solanum eathropicum*, *Solanum eathropicum gilo*, *Solanum eathropicum gilo-anguivi* and *Solanum macrocarpon* are fertilized with 100, 200 and 300g of chicken manure, thus constituting the doses D1, D2 and D3. These treatments are compared to unfertilized one (D0). The experimental design was randomized complete block in three replicates. A block has 45 subplots and 4 plants per subplots were observed in relation to the plant height, neck diameter, the number of leaves per plant and the number of branches. They also relate to the number of fruits per plant, the fruit length and diameter, the average fruit weight. The addition of 200g of chicken manure per pocket significantly improves the vegetative growth of 4 local eggplant cultivars. At this dose, it is noted an early emission of flowers and buds, a high number of blooming flowers and 1176 fruits/plants. The C3 cultivar, *S. eathropicum gilo-anguivi*, is more productive than three others. The dose of 300g per pocket was harmful to vegetative growth, it causes flower drop and reduced yield. Chicken manures are an asset to increase eggplant productivity in the tertiary sand of Brazzaville.

KEYWORDS: eggplant, organic manures, fertilization, plant growth, yield.

RESUME: L'aubergine est un légume-fruit prisée par les congolais car entrant dans leurs menus quotidiens. Le faible rendement constaté est dû à la pauvreté du sol en éléments minéraux. Les engrais chimiques utilisés sont onéreux pour les producteurs et néfastes sur l'environnement. Cette étude vise à améliorer la productivité de cultivars locaux d'aubergine par l'apport des fientes de poulets. Les plants issus de la pépinière de *Solanum eathropicum*, *Solanum eathropicum gilo*, *Solanum eathropicum gilo-anguivi* et *Solanum macrocarpon* sont fertilisés par les fientes de poulets. Par l'emplacement d'un plant, la quantité de 100, 200 et 300 g est amendée au fond, constituant ainsi les doses D1, D2 et D3. Ces traitements sont comparés aux plants non fertilisés (D0) dans un dispositif de trois blocs aléatoires complets (BAC). Un bloc dispose 45 parcelles élémentaires. Les observations de 4 plants par parcelle portent sur la hauteur de la tige, le diamètre au collet, le nombre des feuilles et le nombre de rameaux. Elles portent aussi sur le nombre, le diamètre, la longueur et le poids moyen des fruits. L'apport de 200 g des fientes de poulets par poquet améliore la croissance végétative de 4 cultivars locaux d'aubergine. A cette dose, il est noté une précocité d'émission de boutons floraux, un nombre élevé de fleurs épanouies et 1176 fruits/pieds. Le cultivar C3, *S. eathropicum gilo-anguivi*, est plus productif. La dose de 300 g par poquet s'est relevée néfaste sur la croissance végétative, les coulures des fleurs et réduit le rendement. Les fientes de poulets sont un atout pour accroître la productivité d'aubergine dans le sol tertiaire de Brazzaville.

MOTS-CLEFS: aubergines, fumure organique, fertilisation, croissance végétale, rendement.

1 INTRODUCTION

Le plant d'aubergine (*Solanum* sp) est cultivé pour ses feuilles et ses fruits. Ces organes procurent aux consommateurs des nutriments dont les carotènes, les diverses vitamines (B et C), l'acide folique, les sels minéraux et les protéines [1]. Les feuilles ou les fruits d'aubergine sont un ingrédient essentiel dans la composition des menus congolais. Cette denrée produite en vivrier et maraîchage ne couvre pas les besoins de la population. Cela se traduit par son coût élevé sur les marchés de Brazzaville. Cette situation est due d'une part à un faible rendement largement tributaire des saisons. D'autre part, la non maîtrise par les producteurs de l'itinéraire technique et la forte pression anthropique sur les sols. Ces dernières décennies, il est noté le phénomène de dégradation des sols agricoles devenant un problème mondial significatif [2], [3]. Les zones périurbaines de Brazzaville où sont réalisées le maraîchage ne sont pas épargnées. La dégradation des sols est causée en partie par les mauvaises pratiques agricoles, ce qui conduit au déclin de leur fertilité et entraînant nombre d'impacts environnementaux négatifs [4]. En effet, le sol dégradé est caractérisé par une perte importante en éléments nutritifs et une baisse de la disponibilité en eau pour la plante [5]. Pour juguler la perte des éléments minéraux, l'apport des engrais simples ou composés est préconisé par les maraîchers de la ville de Brazzaville. Mais, le coût élevé des engrais chimiques grève le budget des producteurs. Ces engrais bien qu'efficaces pour accroître le rendement, leur usage abusif pollue les eaux de surface, l'environnement et constitue un danger, par les résidus, pour les consommateurs. Les applications de la matière organique sont une alternative durable à l'emploi des engrais de synthèse pour un plus grand équilibre du sol. Ces matières permettent la récupération des éléments nutritifs perdus tels que l'azote et le phosphore [6] pour améliorer les propriétés physico-chimiques et microbiologiques du sol [7]. L'utilisation des matières organiques, de faible valeur commerciale, contribue à une agriculture durable respectueuse de la santé humaine et de l'environnement [8]. En prenant en compte le coût élevé des engrais chimiques de synthèse et leur rôle néfaste dans l'écologie des sols, l'utilisation de la fiente de poulets représente un potentiel énorme de gestion de la fertilité des sols et d'amélioration de la croissance et des rendements des cultures [9]. L'apport des fientes de poulet satisferait les exigences socioéconomiques des consommateurs en qualité nutritionnelle, de la disponibilité de fruits ou feuilles d'aubergine sur le marché et préserver le sol.

Le but de l'étude est d'améliorer la productivité de cultivars locaux d'aubergine par l'apport des fientes de poulets.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel végétal est constitué des graines de *Solanum eathropicum*, *Solanum eathropicum gilo*, *Solanum eathropicum gilo-anguivi* et *Solanum macrocarpon*. Ces graines sont extraites des fruits d'aubergine africaine achetés sur les marchés des arrondissements N°1 Makélékélé et N°4 Ouenzé de Brazzaville. Dans cette étude, les plants issus des graines de *Solanum eathropicum*, *Solanum eathropicum gilo*, *Solanum eathropicum gilo-anguivi* et *Solanum macrocarpon* sont nommés respectivement « cultivar C1 », « cultivar C2 », « cultivar C3 » et « cultivar C4 ».

2.2 FERTILISANTS UTILISÉS

Le fertilisant organique utilisé au cours de cette étude est la fiente de poulets. Il est obtenu de la ferme d'élevage des poulets de l'Institut de Recherche Agronomique (IRA) de Brazzaville.

2.3 PRÉPARATION DU TERRAIN, FERTILISATION ET DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Cette expérimentation est réalisée à Brazzaville, dans le jardin d'essai de la présidence de l'université MARIEN NGOUABI, située dans l'arrondissement N°1 Makélékélé. Brazzaville est située entre 4°10' et 4°20' de latitude Sud, 15°10' et 15°20' de longitude Est. Elle s'étend pour un tiers (1/3) sur un plateau situé à 20 m plus haut profondément entaillé par des ravins et dominant le fleuve Congo par une corniche [10]. Le climat de la ville de Brazzaville est de type bas-congolais, comprenant deux saisons: une saison des pluies d'octobre à mai, avec un ralentissement des pluies de janvier à février, et une saison sèche de juin à septembre [11]. Ce climat englobe les températures, les précipitations, l'évaporation, l'insolation, les vents et une humidité caractéristique. Les températures moyennes sont comprises entre 21 °C et 27 °C. L'amplitude thermique annuelle est faible et oscille entre 5 °C et 6 °C. Les mois de mars et avril sont les plus chauds, ceux de juillet et août sont les plus frais [12]. La pluviométrie moyenne de la ville de Brazzaville, varie entre 1200 à 1500 mm. Les mois les plus arrosés sont généralement ceux d'octobre, de novembre et d'avril alors qu'on note une absence de pluies du mois de juin au mois d'août [10].

Sur ce site, un terrain de 710 mètres carrés est utile pour l'expérimentation. Avant la transplantation de chaque cultivar, il est mis en place une pépinière sur la planche de 3 m x 1 m après le défrichage, le labour et l'ameublissement en surface du sol. Avant le semis des graines extraites des fruits séchés à la température du laboratoire, la planche est désinfectée à l'aide d'eau bouillante à 100 °C à raison

de 10 l/m². Le semis des graines est effectué à la volé. La planche est paillée. Une combrière est érigée à 80 cm du sol après 7 jours de semis et est enlevée après trois semaines. La pépinière est régulièrement arrosée jusqu'à 60 jours après la Transplantation (JAT).

Le fertilisant organique utilisé au cours de cette étude est la fiente de poulets. Il est obtenu de la ferme d'élevage des poules de l'Institut de Recherche Agronomique (IRA) de Brazzaville. L'apport des fientes de poulets est réalisé à 10 cm de profondeur après le piquetage et la trouaison selon le dispositif expérimental. Quatre quantités des fientes de poulets constituant les doses sont apportées par emplacement du plant d'aubergine. Par l'emplacement du plant d'aubergine, la quantité des fientes de poulets de 100, 200 et 300 g est amendée au fond, constituant ainsi les doses D1, D2 et D3. Ces traitements sont comparés aux plants d'aubergine non fertilisés composant la dose D0.

Les plants âgés de 60 jours sont transplantés en quinconce sur l'emplacement préalablement fertilisé par les fientes de poulets. La transplantation est faite à l'écartement de 80 cm entre ligne et 60 cm entre les plants. L'entretien de la parcelle est effectué par une combinaison de trois sarclages et de quatre binages. Le dispositif expérimental est composé de trois blocs aléatoires complets (BAC). Un bloc dispose 45 parcelles élémentaires. La parcelle élémentaire contient 10 plants. Cette parcelle est de 6,4 m² soit 3,20 m de long et 2 m de large. L'expérimentation est effectuée en deux séries (les périodes).

2.4 COLLECTE ET ANALYSE DES DONNÉES

Dans une parcelle élémentaire, les observations hebdomadaires sont effectuées sur 4 plants d'aubergines. Elles portent sur la mesure de la hauteur des plants l'aide d'un mètre ruban depuis le collet jusqu'au bourgeon apical. Le diamètre au collet est mesuré à 2 cm au-dessus du sol à l'aide d'un pied à coulisse. Il est dénombré par plant le nombre de feuilles et le nombre de rameaux. Pour les variables de rendement, les mensurations portent sur le nombre, le diamètre, la longueur et le poids moyen des fruits. La longueur des fruits est déterminée à l'aide d'un mètre ruban et leur diamètre à l'aide d'un pied à coulisse. Le poids moyen du fruit a été calculé en divisant le poids total des fruits par le nombre de fruits récoltés dans la parcelle élémentaire. Le rendement est calculé en considérant le poids total des fruits récoltés par dose, suivi de l'extrapolation à l'hectare.

Les données collectées sont analysées à l'aide du logiciel SPSS version 22.0. L'analyse de variance (ANOVA) à un et deux facteurs sont faites afin de tester la significativité des différences observées entre les moyennes des traitements au niveau de chaque cultivar d'aubergine. Le test de Newman-Keuls au seuil de 5 % a été utilisé pour la comparaison des moyennes. Le logiciel Excel a servi à l'établissement des courbes.

3 RÉSULTATS

3.1 HAUTEUR DE LA TIGE DES PLANTS

La hauteur de la tige varie selon les cultivars, qu'ils soient fertilisés ou non (figure 1). Chez les plants non fertilisés, la tige a une hauteur inférieure à 38,50 cm pour tous les cultivars. Celle des plants des cultivars C1 et C2 est, de 38,40 cm au 50^e JAT (Figure 1a). Cette hauteur est plus faible comparée à 78,51 cm et 73,84 cm observée sur les plants de cultivars C2 et C1 après de l'apport de 100 g fientes de poulets par poquet. Pour ces cultivars, les hauteurs de tige de 21,23 cm et 23,42 cm sont observées au 20 JAT. Au-delà du 20^e JAT, les hauteurs de tige augmentent chez tous les cultivars (Figure 1b). Avec 200 g des fientes de poulets par poquet, les hauteurs de 106,54 cm; 96,77 cm et 82,19 cm sont notés chez les plants des cultivars d'aubergines C2, C1 et C3 au terme des observations. Ces hauteurs sont plus élevées que celle du cultivar C4 qui est de 48,67 cm (Figure 1c). Chez les plants fertilisés avec 300 g des fientes de poulets par poquet, les hauteurs des tiges sont de 99,02 cm; 94,51 cm; 80,14 et 45,75 cm pour les plants des cultivars C2, C1, C3 et C4. Avec cette dose, ces hauteurs sont relativement faibles comparées à celles observées chez les plants fertilisés avec 200 g des fientes de poulet (figure 1d).

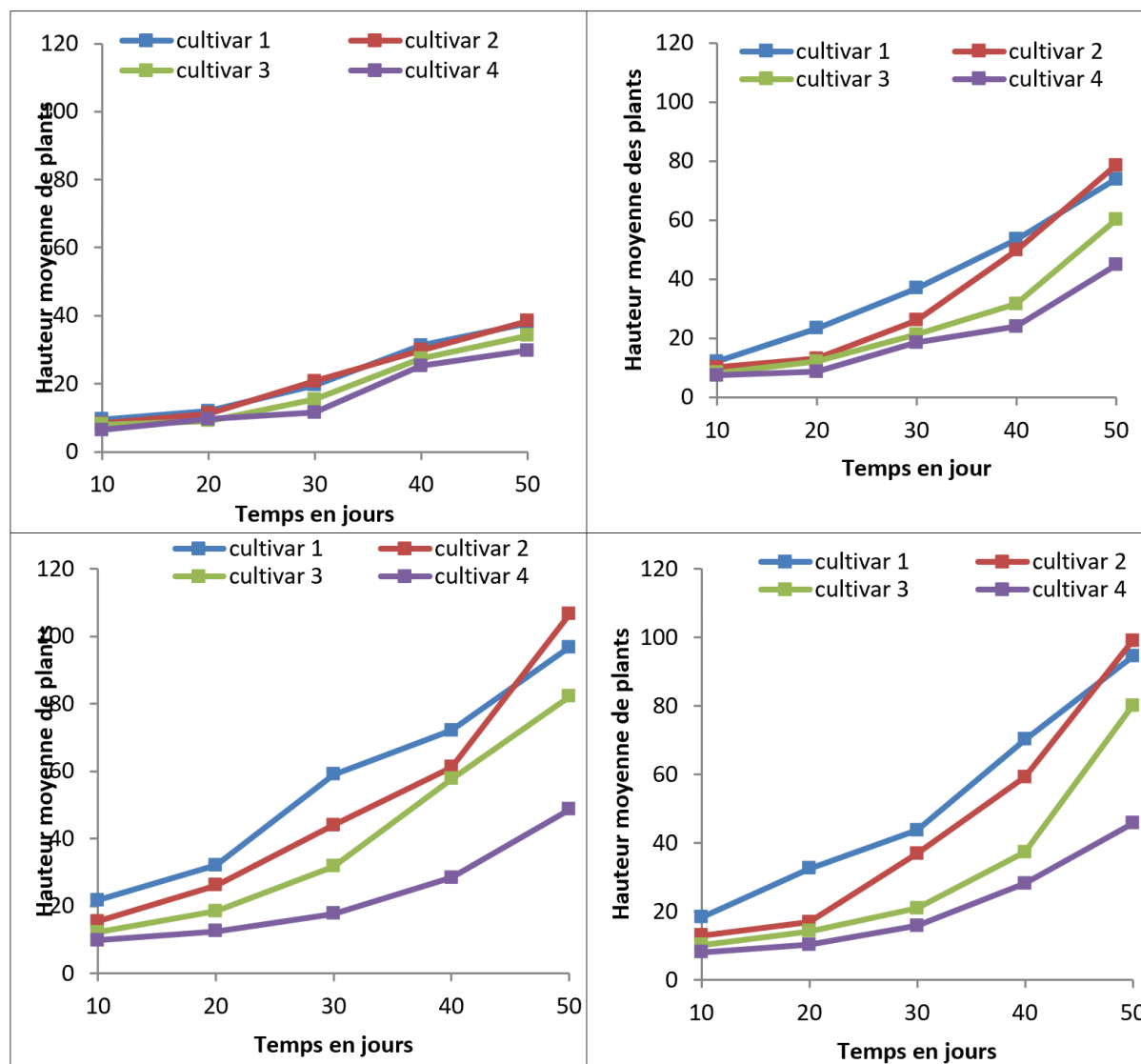


Fig. 1. Hauteur de la tige des plants des cultivars d'aubergines après l'apport des fientes de poulets par poquet. a) 0 g (témoin non fertilisé); b) 100 g; c) 200 g; d) 300 g. C1 =cultivar 1; C2 = cultivar 2; C3= cultivar 3; C4 = cultivar 4

L'analyse statistique a montré un effet « dose des fientes de poulets » significatifs sur la hauteur de tige des cultivars testés. La hauteur des plants obtenues sur les parcelles fertilisées sont supérieures ($P > 0,05$) par rapport à celles des plantes des parcelles non fertilisées. L'analyse de variance a permis de discriminer les traitements en 7 groupes homogènes (a, ab, abc, abcd, cd, de et e). L'effet plus marqué est observé sur les plants du cultivar C1 fertilisé avec 200 et 300 g des fientes de poulets (groupe e) (tableau 1).

Tableau 1. Classification de la hauteur de tige des plants de quatre cultivars après l'apport de fiente de poules

Variable dépendante	Traitement	Moyenne	CV (%)
Hauteur (cm)	C1D0	21,81a	11,501
	C1D1	42,70de	05,583
	C1D2	57,14e	04,330
	C1D3	54,45e	04,378
	C2D0	20,61abc	16,335
	C2D1	35,28abcd	06,495
	C2D2	42,99de	05,102
	C2D3	36,67bcd	06,384
	C3D0	19,54ab	15,160
	C3D1	26,31abcd	09,060
	C3D2	30,09abcd	08,222
	C3D3	38,75cd	06,167
	C4D0	17,86a	18,477
	C4D1	19,57ab	11,708
	C4D2	21,28abc	11,626
	C4D3	23,17abc	09,888

C1 =cultivar 1; **C2** = cultivar 2; **C3**= cultivar 3; **C4** = cultivar 4; **D0** = 0 g (témoin non fertilisé); **D1** = 100 g; **D2** = 200 g de fientes de poulets. **D3**= 300 g de fientes de poulets. **CV (%)** = Coefficient de variation. Les chiffres portant les lettres différentes dans la colonne sont significativement différents au seuil de $p < 0,05$

3.2 DIAMÈTRE AU COLLET DES PLANTS

La figure 2 illustre le diamètre au collet des plants de quatre cultivars d'aubergine fertilisés ou non avec les fientes de poulets par poquet. Elle révèle un faible diamètre au collet des plants d'aubergine non fertilisés (Figure a). Au 10^e JAT, il est noté un diamètre au collet inférieur à 3,50 mm. Ce diamètre est inférieur à 5 mm au 30^e pour atteindre 10 mm au 50^e JAT. Ce rythme d'évolution du diamètre au collet est identique à celui des plants fertilisés. Avec 100 g des fientes de poulets, il est enregistré le diamètre au collet de 15,5 mm, 13,4 mm, 12,45 mm et 11,45 mm sur les plants d'aubergines des cultivars C1, C2, C3 et C4 (Figure 2b). Il est observé une évolution du même ordre de grandeur de diamètre au collet de plants d'aubergines de cultivars testés après l'apport de 200 et 300 g des fientes de poulets. Le diamètre au collet de de 15,77 mm et 15,75 mm est mesuré sur les plants d'aubergines du cultivar C1 fertilisés avec 200 et 300 g des fientes de poulets par poquet (Figure 2c et d).

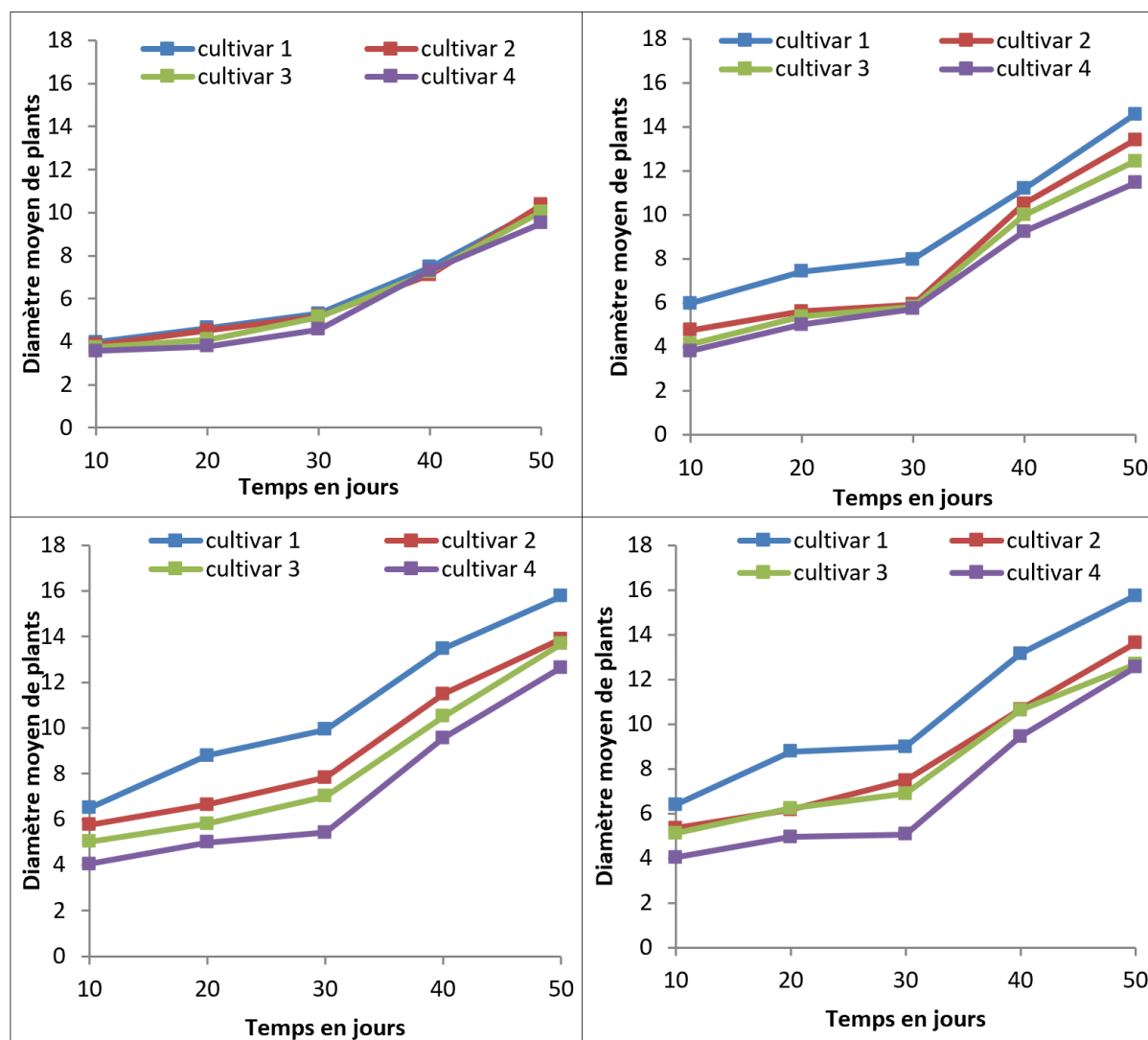


Fig. 2. Diamètre au collet des plants des cultivars d'aubergine après l'apport des fientes de poulets. a) 0 g (témoin non fertilisé); b) 100 g; c) 200 g, d) 300 g, C1 =cultivar 1; C2 = cultivar 2; C3= cultivar 3; C4 = cultivar 4

L'analyse de variance n'a montré une différence significative entre les diamètres au collet des plants de cultivars d'aubergine fertilisés par rapport aux témoins au seuil de 5%. Le diamètre au collet le plus important est notée chez les plants du cultivar C1 fertilisé avec 200 g et 300g des fientes de poulets par poquet (Tableau 2). Cette analyse de variance a permis de distinguer 4 groupes homogènes. Le groupe1 est représenté par le cultivar 4 associé à la dose zéro (sans fertilisation) avec 6,15 cm et le groupe 2 est représenté par le cultivar 4 associé à la dose de 200 g avec 7,54 cm. Le groupe 3 quant à lui est représenté par le cultivar 1 à la dose de 100 g avec 9,56 cm et le groupe 4 est représenté par le cultivar 1 associé à la dose de 200 g avec 11,21 cm.

Tableau 2. Classification du diamètre au collet de tige de plants de cultivars d'aubergine après l'apport des fientes de poulets

Variable dépendante	Traitement	Moyenne	CV (%)
Diamètre au collet (mm)	C1D0	06,50a	12,04
	C1D1	09,56abc	02,84
	C1D2	11,21cd	02,52
	C1D3	11,06cd	02,46
	C2D0	06,43ab	12,17
	C2D1	08,21bcd	03,18
	C2D2	09,19cd	02,72
	C2D3	08,64cd	03,09
	C3D0	06,32ab	12,39
	C3D1	07,53abcd	03,61
	C3D2	07,68abcd	03,67
	C3D3	08,83cd	03,08
	C4D0	06,15a	12,73
	C4D1	07,32abc	03,56
	C4D2	07,48abc	03,77
	C4D3	07,54abc	03,46

C1 =cultivar 1; **C2** = cultivar 2; **C3**= cultivar 3; **C4** = cultivar 4; **D0** = 0 g (témoin non fertilisé); **D1** = 100 g des fientes de poulets; **D2** = 200 g de fientes de poulets. **D3**= 300 g de fientes de poulets. **CV (%)** = Coefficient de variation. Les chiffres portant les lettres différentes dans la colonne sont significativement différents au seuil de $p<0,05$

3.3 NOMBRE DES FEUILLES DES PLANTS

Le nombre de feuilles sur les plants d'aubergines non fertilisés est inférieur à 7 pour tous les cultivars après la transplantation (Figure 3a). Au 30^e JAT, ce nombre est de 20 feuilles par plant pour le cultivar C3. Il est inférieur à 42 feuilles par plant (Figure 3a). Pour les tous cultivars, la fertilisation par les fientes de poulets accroît le nombre de feuilles par plant à 30 jours après la transplantation. Avec l'apport de 100 g par poquet, il est dénombré 90 et 86 feuilles par plant sur les cultivars C3 et C2 au 50^e JAT. A la même période, il est noté 72 feuilles par plant chez les cultivars C1 et C4 (Figure 3b). Ce nombre est inférieur à 86 feuilles par plant dénombré sur les plants fertilisés avec 200 g des fientes de poulets par poquet (Figure 3c). Avec cette dose, les plants des cultivars C2 et C3 atteignent 102 et 95 feuilles. A la dose de 300 g des fientes de poulets par poquet, il est observé une coulure des feuilles chez tous les cultivars d'aubergines (figure 3d). Au 50^e JAT, il est dénombré 88 feuilles par plant chez le cultivar C3. Ce nombre est supérieur à celui du cultivar C2 qui est de 77 feuilles par plant. Il est enregistré 80 et 74 feuilles par plant chez les cultivars C1 et C4 (figure 3d).

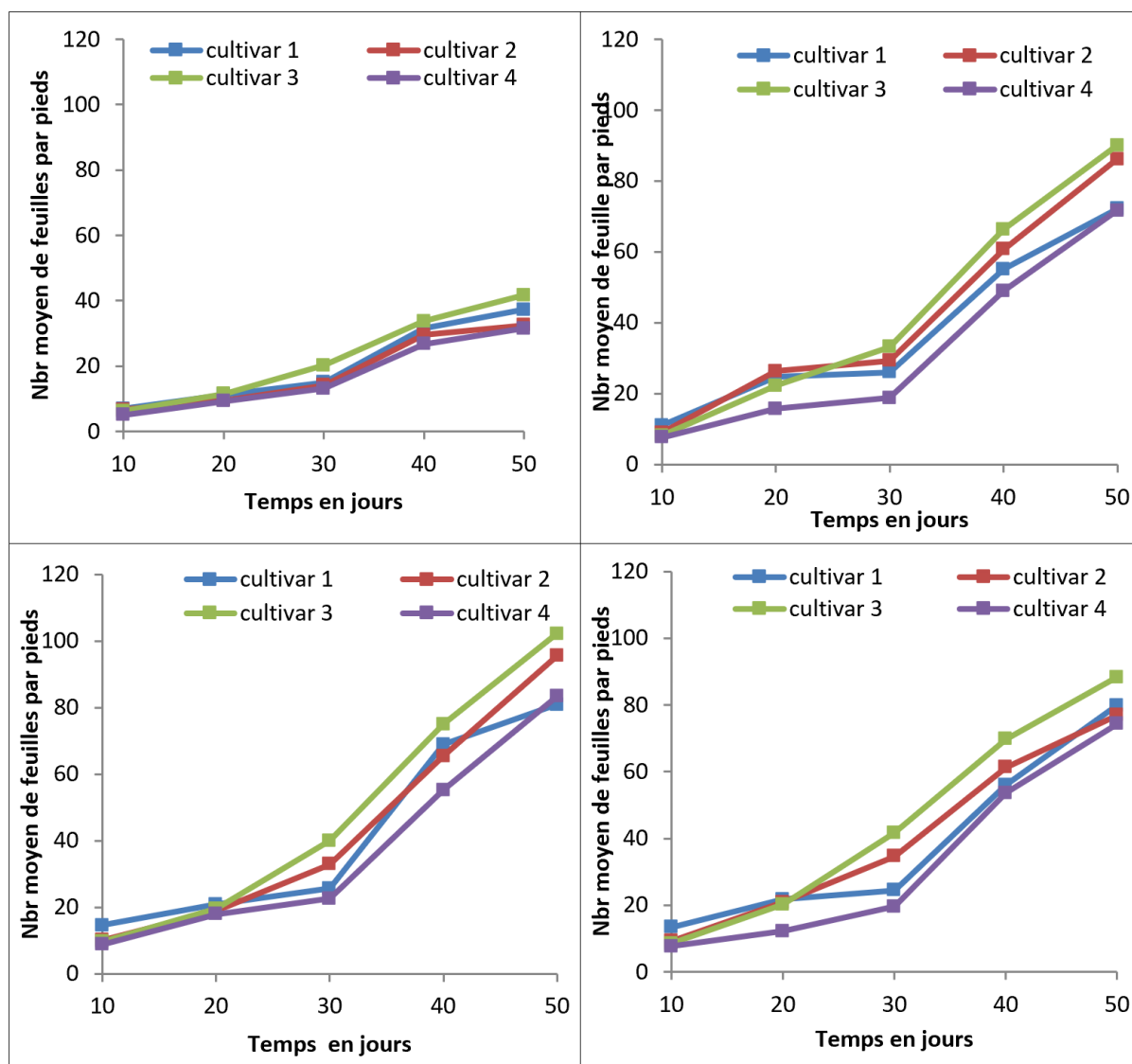


Fig. 3. Nombre de feuille des plants des cultivars d'aubergine après l'apport des fientes de poulets. a) 0 g (témoin non fertilisé); b) 100 g; c) 200 g d) 300 g C1 =cultivar 1; C2 = cultivar 2; C3= cultivar 3; C4 = cultivar 4

Les analyses statistiques révèlent un effet « apport des fientes de poulets » significatif sur le dégagement foliaire des plants. Pour les plants de cultivars d'aubergine traités ou non, le nombre des feuilles varie de 23 à 50 feuilles (Tableau 3). L'analyse de variance a permis de discriminer les traitements en 6 groupes homogènes (a, ab, bcd, cd et d) avec la probabilité qui est supérieure au seuil de 5% ($P > 0,05$). L'effet plus marqué sur le dégagement foliaire est observé avec l'apport de 100, 200 et 300 g des fientes de poulets sur le cultivar C3 (groupe d). Dans ce groupe, les nombres de 47, 40 et 35 feuilles dénombrés, sont significativement supérieurs à 22, 20 et 19 feuilles observés avec les traitements C1D0, C2D0 et C4D0 (groupe a).

Tableau 3. Classification du nombre de feuilles émises par plant des cultivars d'aubergines après l'apport des fientes de poulets

Variable dépendante	Traitement	Moyenne	CV (%)
Nombre de feuille	C1D0	21,95a	31,48
	C1D1	38,48bcd	06,23
	C1D2	36,95cd	06,73
	C1D3	40,84cd	05,87
	C2D0	19,95a	34,63
	C2D1	47,43ab	04,86
	C2D2	38,15cd	05,78
	C2D3	41,06bcd	05,73
	C3D0	23,30abc	29,65
	C3D1	47,00d	05,10
	C3D2	34,83d	07,14
	C3D3	39,73d	06,05
	C4D0	18,60a	37,14
	C4D1	35,80bcd	06,43
	C4D2	37,86bcd	06,57
	C4D3	38,96bcd	05,91

C1 =cultivar 1; **C2** = cultivar 2; **C3**= cultivar 3; **C4** = cultivar 4; **D0** = 0 g (témoin non fertilisé); **D1** = 100 g; **D2** = 200 g. **D3**= 300 g. **CV (%)** = Coefficient de variation. Les chiffres portant les lettres différentes dans la colonne sont significativement différents au seuil de $p < 0,05$

3.4 EMISSION DES RAMEAUX DES PLANTS D'AUBERGINE

L'émission des rameaux est faible du 10^e au 30^e JAT sur les plants de tous les cultivars sans apport des fientes de poulets. Avec ces cultivars, pas plus d'une ramification est notée au 30^e JAT (Figure 4a). Au 50^e JAT, on note 7 et 4 rameaux sur les cultivars C3 et C2. Avec l'apport des fientes de poulets, on note une réduction du délai d'émission de rameaux chez les plants des quatre cultivars d'aubergines. Avec l'apport 100 et 200 g des fientes de poulets, il est dénombré 4 rameaux sur les plants des cultivars C3 et C1 (figure 4b et c) à 20 jours après la transplantation. Après le 30^e JAT, ce nombre atteint 7 et 8 rameaux sur les plants du cultivar C3. Ils atteignent 17 et 18 rameaux avec l'apport de 100 et 200 g des fientes de poulets par poquet au 50^e JAT. Avec les cultivars C1, C2 et C4, il noté 16, 15 et 14 rameaux par plant après l'apport de 100 g des fientes de poulets (figure 4b). Avec l'apport de 200 g des fientes de poulets par poquet, ce nombre de rameaux sur les plants varie dans les mêmes proportions (figure 4c). Il est enregistré 17, 15, 14 et 13 rameaux par plants sur les cultivars C3, C2, C1 et C3 fertilisés avec 300 g des fientes de poulets par poquet (figure 4d).

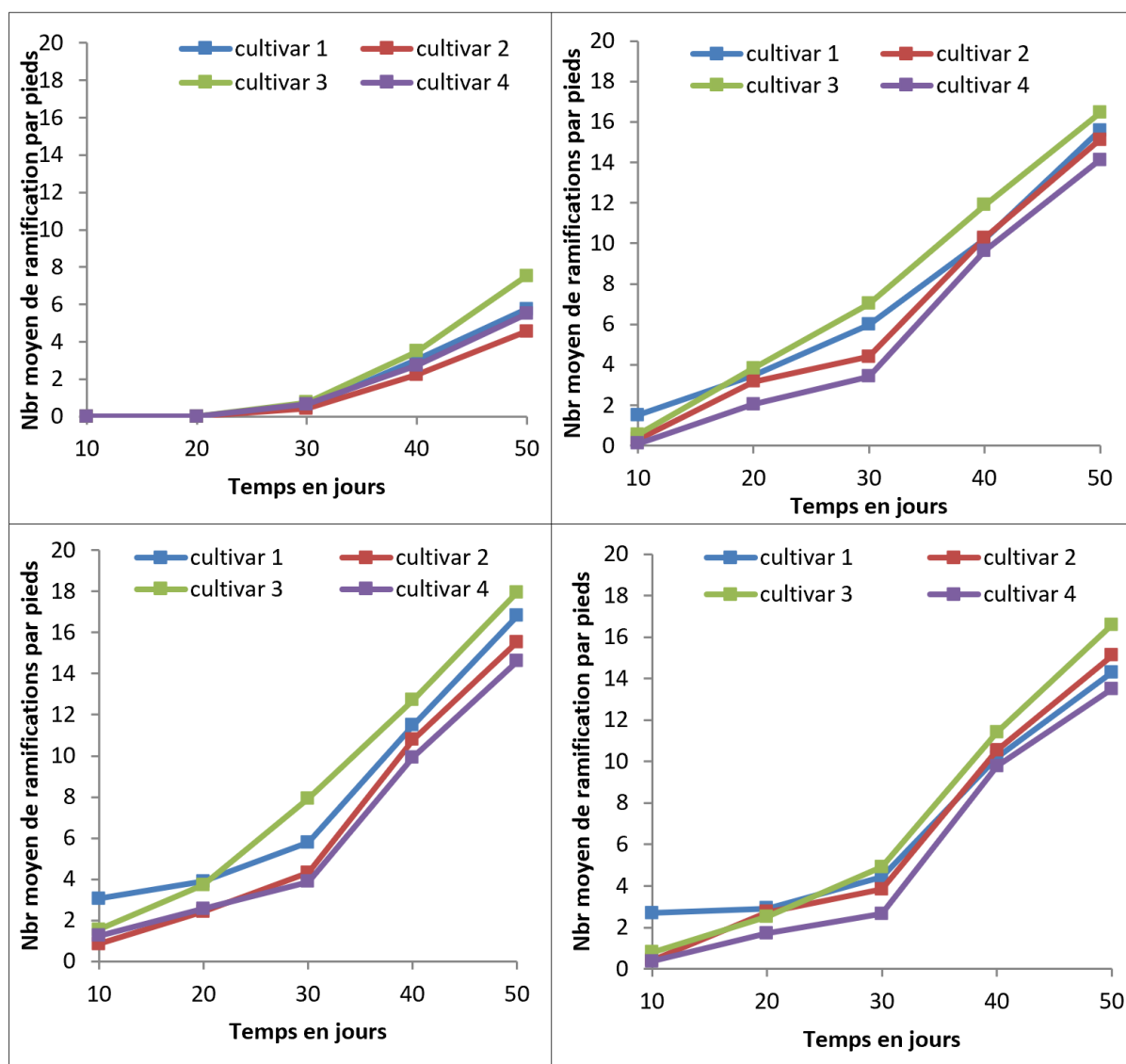


Fig. 4. Nombre de ramifications émis des plants des cultivars d'aubergine après l'apport des fientes de poulets. a) 0 g (témoin non fertilisé); b) 100 g; c) 200 g, d) 300 g, C1 =cultivar 1; C2 = cultivar 2; C3= cultivar 3; C4 = cultivar 4

Pour les plants de cultivars d'aubergines traités, les analyses statistiques révèlent un effet « apport des fientes de poulets » significatif sur l'émission des rameaux par plant (Tableau 4). Le nombre de rameaux par plant varie de 1 à 8. L'analyse de variance a permis de discriminer les traitements en deux groupes homogènes (a et b) avec la probabilité qui est supérieure au seuil de 5% ($P > 0,05$). L'effet plus marqué sur le nombre des rameaux est observé avec l'apport de 100, 200 et 300 g des fientes de poulets sur tous les cultivars (groupe a). Pas plus de 3 rameaux sont dénombrés avec les traitements C1D0, C2D0, C3D0 et C4D0 (groupe a).

Tableau 4. Classification du nombre de ramification émis par plants de cultivars d'aubergine après l'apport des fientes de poules

Variable dépendante	Traitement	Moyenne	CV (%)
Nombre ramification	C1D0	01,75a	18,71
	C1D1	07,45b	06,25
	C1D2	07,84b	07,16
	C1D3	06,80b	06,05
	C2D0	01,50a	18,67
	C2D1	05,11b	06,38
	C2D2	06,80b	06,38
	C2D3	06,36b	06,85
	C3D0	02,65a	17,33
	C3D1	06,76b	06,98
	C3D2	08,34b	07,73
	C3D3	07,42b	07,37
	C4D0	02,56a	18,00
	C4D1	06,12b	06,95
	C4D2	06,61b	07,64
	C4D3	06,51b	07,54

C1 =cultivar 1; **C2** = cultivar 2; **C3**= cultivar 3; **C4** = cultivar 4; **D0** = 0 g (témoin non fertilisé); **D1** = 100 g; **D2** = 200 g. **D3**= 300 g. **CV (%)** = Coefficient de variation. Les chiffres portant les lettres différentes dans la colonne sont significativement différents au seuil de $p < 0,05$

3.5 PRODUCTION DES BOUTONS FLORAUX

Sans apport des fientes de poulets, tous les cultivars émettent les boutons floraux au 40^e et 50^e JAT. On y dénombre 4 et 6 boutons floraux par plant sur les cultivars C3 et C2 (Figure 5a). Au 60^e JAT, on compte 20 et 15 boutons floraux par plant chez les cultivars C3 et C2. Une précocité d'émission florale est remarquable sur les plants de tous les cultivars après l'apport des fientes de poulets. Avec l'apport de 100 et 200 g par poquet, les plantes du cultivar C3 émettent 2 et 7 boutons floraux au 40^e JAT (Figure 5b et c). Au 60^e JAT, ce nombre atteint 24 et 28 par plant. A la même période d'observation, il est enregistré 23, 24 et 26 boutons floraux par plant chez les cultivars C4, C2 et C1 fertilisés avec 200 g des fientes de poulets par poquets (figure 5c). Avec 300 g des fientes de poulet, une coulure des boutons floraux est observée sur les plants du cultivar C3. Sur ce cultivar, il est dénombré 26 boutons floraux par plant au 60^e JAT. Cette coulure varie dans les mêmes proportions sur les plants des cultivars C1, C2 et C4 (Figure 5d).

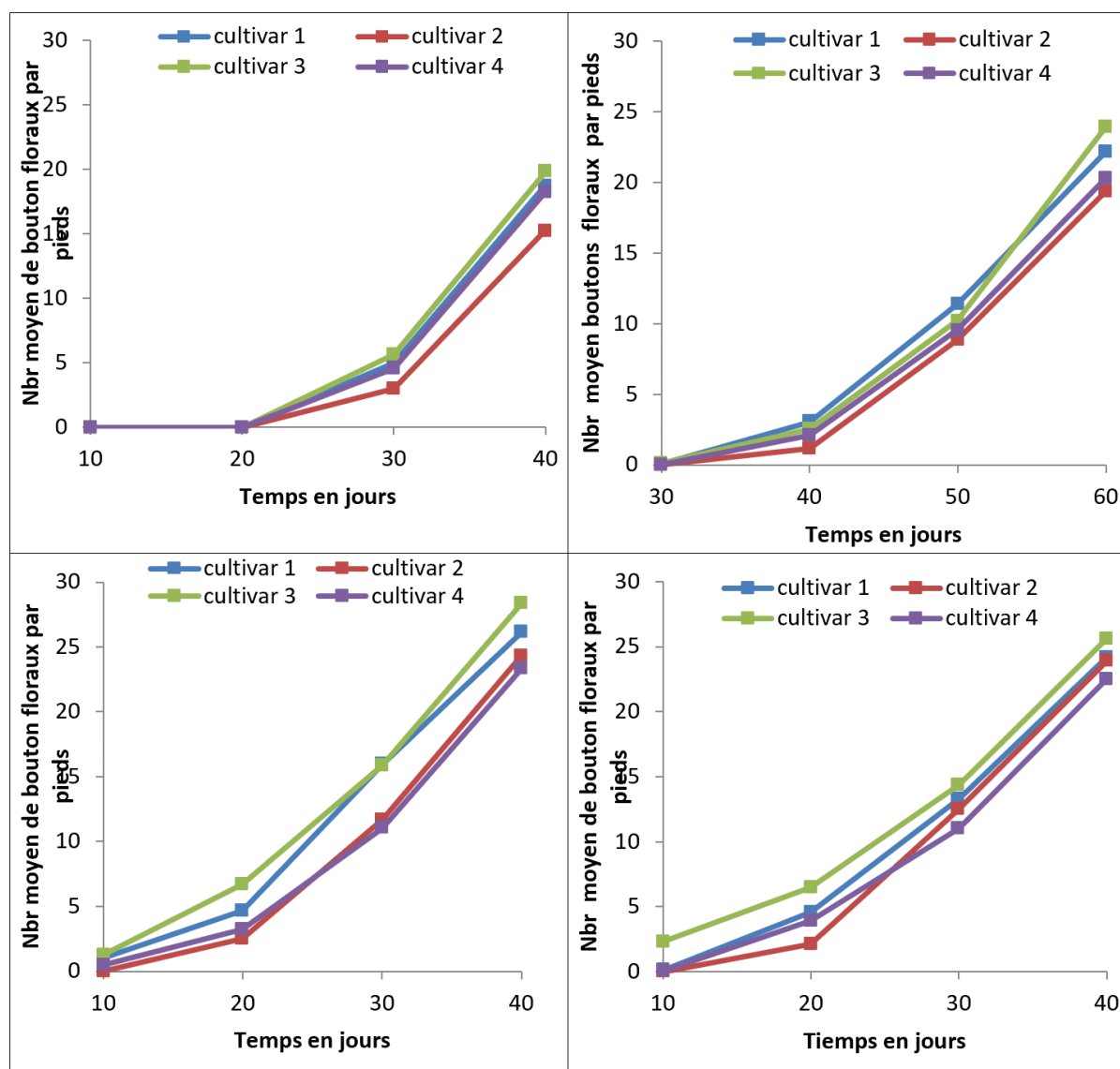


Fig. 5. Nombre de boutons floraux des plants des cultivars d'aubergine avec l'apport des fientes de poulets. a) 0 g (témoin non fertilisé); b) 100 g; c) 200 g, d) 300 g, C1 =cultivar 1; C2 = cultivar 2; C3= cultivar 3; C4 = cultivar 4

Les résultats de l'analyse statistique révèlent aucun effet significatif des doses des fientes de poulets sur le nombre de boutons floraux par plants des cultivars d'aubergine testés (tableau 5).

Tableau 5. Classification du nombre de boutons floraux produits par plants de cultivars d'aubergine après l'apport des fientes de poulets

Variable dépendante	Traitement	Moyenne	CV(%)
Bouton floraux	C1D0	05,94a	13,39
	C1D1	09,50a	09,41
	C1D2	09,45a	10,97
	C1D3	08,76a	09,16
	C2D0	04,62a	15,70
	C2D1	08,37a	10,26
	C2D2	08,14a	10,09
	C2D3	08,99a	09,75
	C3D0	06,62a	18,88
	C3D1	06,98a	12,81
	C3D2	10,26a	11,22
	C3D3	08,47a	10,59
	C4D0	05,62a	15,77
	C4D1	07,75a	11,08
	C4D2	08,42a	11,00
	C4D3	07,31a	11,748

C1 =cultivar 1; **C2** = cultivar 2; **C3**= cultivar 3; **C4** = cultivar 4; **D0** = 0 g (témoin non fertilisé); **D1** = 100 g; **D2** = 200 g. **D3**= 300 g. **CV (%)** = Coefficient de variation. Les chiffres portant les lettres différentes dans la colonne sont significativement différents au seuil de $p < 0,05$

3.6 DÉNOMBREMENT DES FLEURS ÉPANOUIES PAR PLANT

L'épanouissement des fleurs est observé au 51^e JAT sur les plants de cultivars C3 et C4. Sur ces cultivars, il est dénombré 2 fleurs épanouies par plant sans apport des fientes de poulets. Ce nombre atteint 21 fleurs épanouies par plant chez le cultivar C3. A la même période, il est enregistré 17 et 15 fleurs épanouies par plant chez les de cultivars C1, C4 et C2 (figure 6a). Avec l'apport des fientes de poulets, excepté le cultivar C2, il est observé un épanouissement des fleurs au 45^e JAT des plants (Figure 6b, c et d). Cet épanouissement s'est accru avec le temps d'observation. Pour le cultivar C3, il est dénombré pas plus de 2 fleurs épanouies par plant au 45^e JAT. Ce nombre est inférieur à 32 et 50 fleurs épanouies par plant après l'apport de 100 et 200 g des fientes de poulets par poquet au 84^e JAT. A la même période et avec les mêmes doses, ce nombre est de 22 et 35 fleurs épanouies par plant chez le cultivar C2 (figure 6bet c). Avec l'apport de 300 g des fientes de poulets par poquet, une coulure des fleurs épanouies est observée sur les plants de cultivars testés. Au 84^e JAT, il est dénombré 39, 35, 31 et 28 fleurs épanouies par plant chez les cultivars C3, C1, C4 et C2 (Figure 6d).

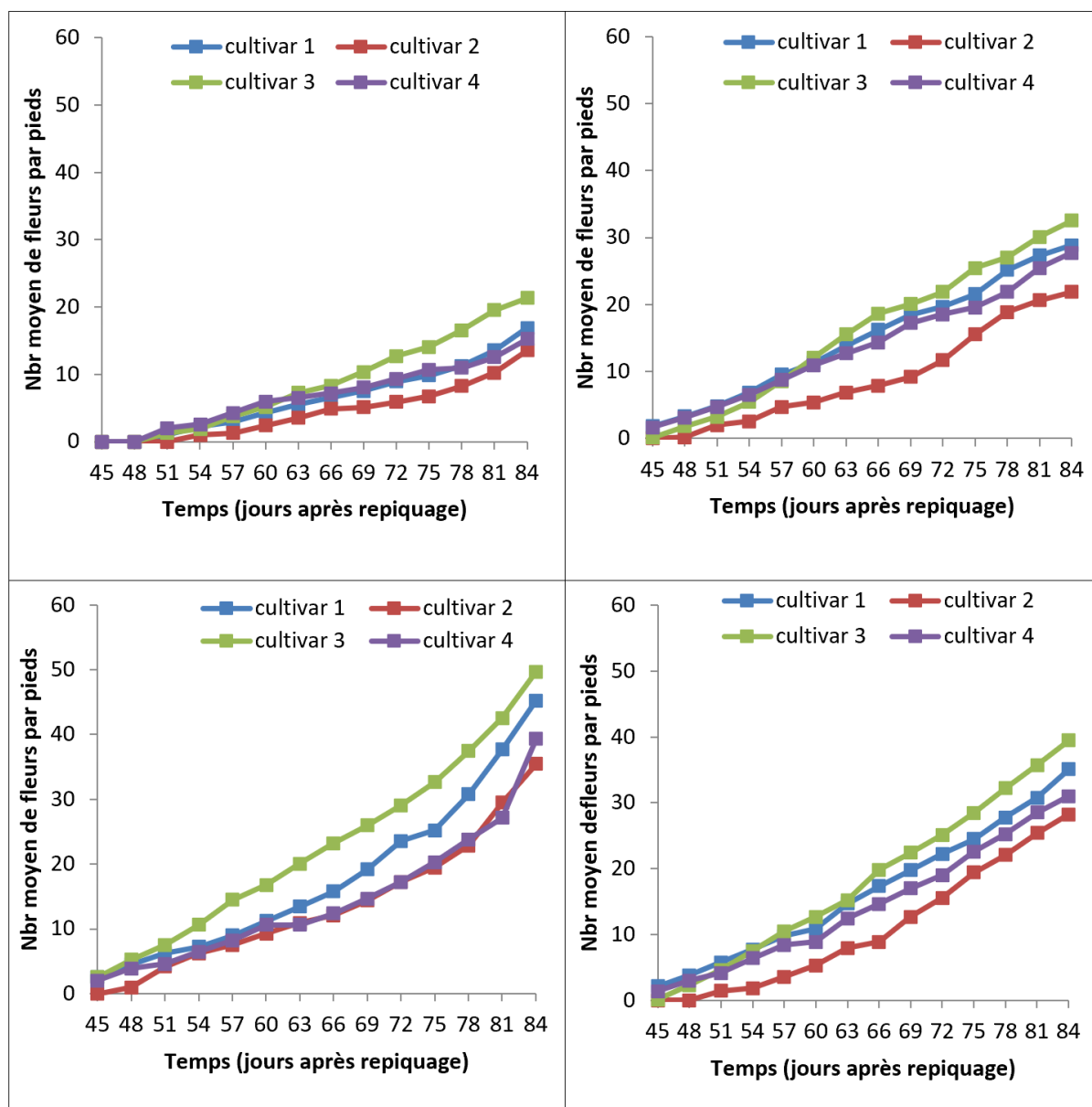


Fig. 6. Nombre des fleurs épanouies produites des plants des cultivars d'aubergine après l'apport des fientes de poulets. a) 0 g (témoin non fertilisé); b) 100 g; c) 200 g d) 300 g, C1 =cultivar 1; C2 = cultivar 2; C3= cultivar 3; C4 = cultivar 4

Les analyses statistiques révèlent un effet « apport des fientes de poulets » significatif sur l'émission du nombre de fleurs émises par plant (Tableau 6). Le nombre de fleurs émises par plant varie de 8 à 49. L'analyse de variance a permis de discriminer les traitements en quatre groupes homogènes (a, b, bc et c) avec la probabilité supérieure au seuil de 5% ($P > 0,05$). L'effet plus marqué sur le nombre de rameaux est observé avec l'apport de 200 g des fientes de poulets sur les plants du cultivar C3 (groupe bc). Au plus, 49 fleurs épanouies par plant sont dénombrées avec les traitements C3D2 (tableau 6).

Tableau 6. Classification du nombre de fleurs émises par plant de cultivars d'aubergine après l'apport des fientes de poulets

Variable dépendante	Traitement	Moyenne	CV (%)
Nombre de fleurs	C1D0	11,50a	23,08
	C1D1	28,51bc	03,23
	C1D2	32,28bc	03,38
	C1D3	30,13c	03,06
	C2D0	08,25a	32,17
	C2D1	21,89b	04,04
	C2D2	27,47b	03,94
	C2D3	24,26b	03,89
	C3D0	11,50a	23,08
	C3D1	37,57bc	03,34
	C3D2	48,64bc	03,34
	C3D3	40,18bc	03,39
	C4D0	11,00a	24,13
	C4D1	27,69bc	03,20
	C4D2	32,65bc	03,59
	C4D3	29,03bc	03,27

C1 =cultivar 1; C2 = cultivar 2; C3= cultivar 3; C4 = cultivar 4; D0 = 0 g (témoin non fertilisé); D1 = 100 g; D2 = 200 g. D3= 300 g. CV (%) = Coefficient de variation. Les chiffres portant les lettres différentes dans la colonne sont significativement différents au seuil de $p < 0,05$

3.7 PRODUCTION DES FRUITS PAR PLANT

Sur les plants des cultivars d'aubergine non fertilisés, le premier fruit est observé au 93^e JAT. Le cultivar C1 n'a produit pas plus de 2 fruits par plant (figure 7a). Ce nombre passe à 19 fruits par plant au 135^e JAT. A la même période, les plants du cultivar C3 portent chacun 20 fruits. Ce chiffre est plus élevé si on le compare avec ceux des cultivars C2 et C4 qui sont de 11 et 13 fruits chacun (figure 7a). Au-delà du 135^e JAT, une réduction du nombre de fruits par plant est notée sur les cultivars testés. Avec le cultivar C3, il est enregistré 16, 13, 10 et 7 fruits par plant au 142^e, 149^e, 156^e et 163^e JAT (figure 7a). Après l'apport des fientes de poulets par poquet, il est apparu des fruits dès le 79^e JAT sur les plants de cultivars d'aubergine (Figure 7b, c et d). Au 79^e JAT, au plus 2 fruits par plant est dénombré sur le cultivar C1. Du 79^e au 128^e JAT, les cultivars C3 et C1 sont plus productifs comparés aux cultivars C2 et C4. Le nombre de 30 fruits par plant est atteint au 128^e JAT chez le cultivar C1 fertilisés avec 100 g de fientes de poulets par poquet. Avec la même dose, on note 31 fruits par plant chez le cultivar C3 au 135^e jour après la transplantation (Figure 7b). Ce chiffre est inférieur à celui de 37 fruits par plant obtenu au 128^e JAT après l'apport de 200 g des fientes de poulets par poquet. A cette même période et à la même dose, il est dénombré 35 fruits par plant chez le cultivar C1 (Figure 7c). Pour les cultivars C2 et C4, il est noté 29 et 30 fruits par plant. Avec l'apport de 300 g des fientes de poulets par poquet, il est observé une réduction du nombre de fruits par plant chez tous les cultivars testés. Au 128^e JAT, il est dénombré 31 et 32 fruits par plant chez les cultivars C3 et C1 (Figure 7d).

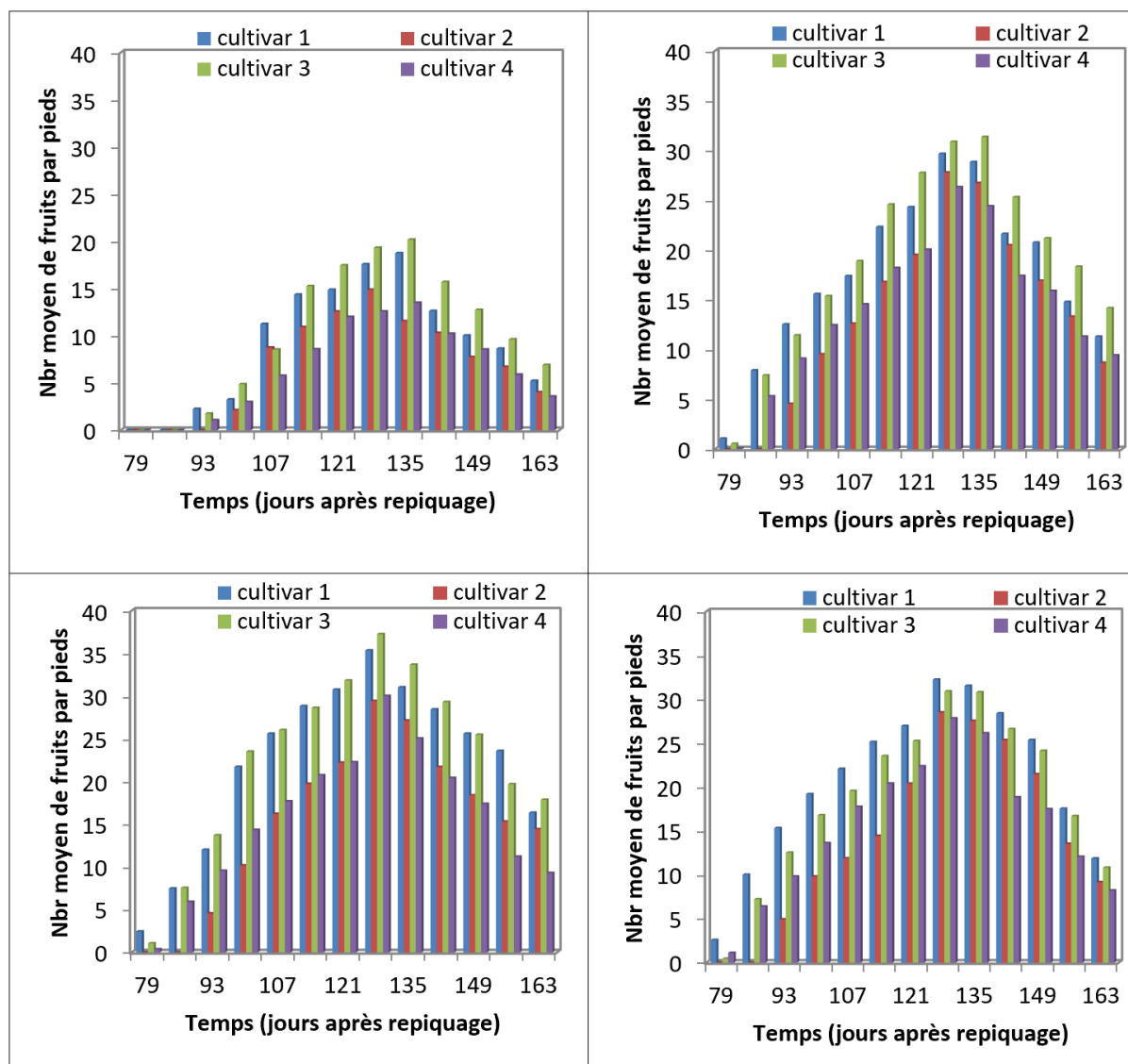


Fig. 7. Nombre de fruits produits des plants des cultivars d'aubergine après l'apport des fientes de poulets. a) 0 g (témoin non fertilisé); b) 100 g; c) 200 g d) 300 g, C1 =cultivar 1; C2 = cultivar 2; C3= cultivar 3; C4 = cultivar 4

Les analyses statistiques de variance montrent un effet « doses des fientes de poulets » significatif sur le nombre de fruits par plant chez les cultivars testés (Tableau 7). Les analyses de variance mettent en évidence l'existence de 7 groupes (a, b, c, d, de, def, ef, f et g). L'effet le plus marqué est observé avec l'apport de 200 g des fientes de poulets sur les plants du cultivar C1, soit 25 fruits par plant (groupe g). Ce nombre est significativement supérieur à 9 fruits (groupe a), 10 fruits (groupe a), 11 fruits (groupe b) et 12 (groupe b) fruits par plant enregistrés sur les plants sans apport des fientes de poulets chez les cultivars C4, C2, C1 et C3.

Tableau 7. Classification du nombre de fruits produits par plants de cultivars d'aubergine après l'apport des fientes de poulets

Variable dépendante	Traitement	Moyenne	CV (%)
Nombre de fruits	C1D0	11,31b	09,20
	C1D1	19,94d	01,81
	C1D2	25,17g	01,49
	C1D3	22,94f	01,57
	C2D0	09,57a	10,86
	C2D1	16,74c	02,07
	C2D2	18,14c	01,83
	C2D3	17,17c	02,06
	C3D0	11,88b	08,75
	C3D1	20,54de	01,76
	C3D2	22,83ef	01,64
	C3D3	21,22def	01,70
	C4D0	09,21a	11,30
	C4D1	16,51c	02,10
	C4D2	17,45c	02,14
	C4D3	17,84c	01,94
	C4D3	17,84c	01,94

C1 =cultivar 1; C2 = cultivar 2; C3= cultivar 3; C4 = cultivar 4; D0 = 0 g (témoin non fertilisé); D1 = 100 g des fientes de poulets; D2 = 200 g. D3= 300 g. CV (%) = Coefficient de variation. Les chiffres portant les lettres différentes dans la colonne sont significativement différents au seuil de $p < 0,05$

4 DISCUSSION

Cette étude a permis d'évaluer l'effet des fientes de poulets sur la croissance végétative et la production de quatre cultivars locaux d'aubergine. L'apport des fientes de poulets a accru la croissance des aubergines locales cultivées au Congo. Le cultivar C2 a exprimé une bonne hauteur de 106,53 cm après l'apport de 200 g des fientes de poulets par poquet. Cette hauteur est supérieure à 38,42 cm chez les plants non fertilisés. Pour le diamètre au collet, il est observé une bonne vigueur du cultivar C1. Avec ce cultivar, il est noté un diamètre de 15,77 mm avec l'apport de 200 g des fientes de poulets par poquet 50° JAT. A cette même période, le diamètre au collet est de 10 mm chez les plants non fertilisés. Après l'apport de 200 g des fientes de poulets, une bonne émission foliaire est observée avec le cultivar C3. Ce cultivar a émis 102 feuilles par plant au 50° JAT. Pour les plants du cultivar C3, il est dénombré 42 feuilles sur les plants non fertilisés. Une forte ramification est enregistrée chez les plants du cultivar C3 ayant reçu 200 g des fientes de poulets. Avec cette dose, 18 rameaux par plant ont été dénombrés avec cultivar C3. Sur le même cultivar, ce nombre est supérieur à 8 rameaux observé sur les plants non fertilisés. L'apport de 200 g des fientes de poulets par poquet a amélioré la hauteur de la tige, le diamètre au collet, le nombre des feuilles et la ramification de quatre cultivars locaux d'aubergine testés. Nos résultats sont analogues à ceux obtenus par [13]. Ces auteurs ont montré que les engrais organiques (déjections de caprin, déjections de vache et déjections de poulets) augmenteraient la hauteur, la circonférence au collet, le nombre de ramification des plants de tomate. Cet important développement végétatif résulterait de l'action favorable de l'azote contenu dans les fientes des poulets [14]. En outre, le fumier de volaille à une forte valeur agronomique car 60 à 90% de son contenu azoté serait présent sous forme minérale, et donc directement disponible pour la plante [15]. L'azote est le moteur de la croissance végétale et contribue au développement végétatif des parties aériennes de la plante. Ces fientes des poulets, matière organique améliore la croissance en abaissant le pH de la rhizosphère, ce qui se traduit par une meilleure solubilisation des nutriments et une disponibilité élevée pour les plantes [16], [17]. L'azote favorise aussi l'activité photosynthétique [18]. Par ailleurs, il était montré par [19] que l'apport des fientes de poulets améliore de façon significative les propriétés du sol, les rendant ainsi plus productifs.

L'apport de 200 g des fientes de poulets par poquet a accru la croissance végétative de quatre cultivars locaux d'aubergine. A cette dose, la hauteur de 106,53 cm notée est plus importante comparée à 78,50 cm sur les plants du cultivar C2 fertilisés avec 100 g des fientes de poulets par poquet au 50°JAT. Ainsi, la hauteur de la tige a augmenté avec la dose des fientes de poulets. Ces résultats corroborent ceux de [20] sur la laitue après l'apport de bouse de vaches. Par ailleurs, l'apport de 300 g des fientes de poulets par poquet a décri la hauteur de la tige des quatre cultivars locaux d'aubergines. Cette décroissance de la hauteur de la tige serait due à l'excès de l'azote contenu dans les fientes de poulets. Cette observation est similaire à celle faite par [21] qui affirment que les doses supérieures à la dose optimale sont préjudiciables à la plante à cause de l'excès d'azote. Avec l'apport de 200 g des fientes de poulets par poquet, la hauteur de 106,53 cm est observée chez les plants du cultivar C2 au 50° JAT. Cette hauteur de la tige est plus importante comparée à

96,77cm, 82,19 cm et 48,67 cm enregistrée respectivement sur les cultivars C1, C3 et C4. Cette différence s'expliquerait non seulement, par la vitesse de libération des éléments nutritifs contenus dans ces matières organiques, mais aussi, par la quantité apportée. Ces fertilisants organiques ont induit une meilleure croissance des plants par rapport au témoin. Cette croissance serait due à la bonne teneur de ces fertilisants organiques en éléments nutritifs notamment l'azote, le phosphore et le potassium et à l'amélioration des propriétés physicochimiques et biologiques des sols.

L'apport des fientes de poulets a aussi amélioré la production florale, l'épanouissement des fleurs et la fructification de quatre cultivars locaux d'aubergine. Avec le cultivar C3, il est observé une précocité d'émission florale après l'apport de 200 g des fientes de poulets par poquet. Nos résultats sont similaires avec ceux obtenus par [22] sur l'aubergine. En effet, 40 JAT, il est dénombré 7 boutons floraux sur les plants fertilisés et un sur les plants non fertilisés. Avec la même dose, il est noté la présence de 28, 26, 24 et 23 boutons floraux sur les plants du cultivar C3, C1, C2 et C4 au 60^e JAT. L'épanouissement des fleurs est amorcé à partir du 45^e JAT pour les plants fertilisés et au 51^e JAT sur les plants non fertilisés chez les cultivars locaux d'aubergines. Au 84^e JAT, il est dénombré 50 fleurs épanouies sur les plants du cultivar C3 après l'apport de 200 g des fientes de poulets. Avec la même dose et à la même période, ce nombre est de 45, 39, 35 fleurs par plant chez le cultivar C1, C4 et C2. Au 128^e JAT, il y a production de 37 fruits sur les plants du cultivar C3, fertilisés avec 200 g des fientes poulets contre 20 fruits sur les plants non fertilisés. L'amélioration de toutes les variables de production est due à l'apport des éléments minéraux contenus dans la matière fertilisante des fientes de poulets. Il est montré par [23], la présence du potassium et du phosphore dans les fientes de poulets. Ces minéraux contribueraient à l'initiation des boutons floraux et la fructification chez l'aubergine. Outre ces minéraux, l'azote contenu dans la fiente de poulets serait déterminant pour un rendement élevé chez la tomate et le piment [24], [25]. La minéralisation étant un phénomène progressif, des effets résiduels cumulatifs pourraient se manifester en faveur de l'amélioration de la fertilité du sol, donc de l'augmentation des rendements en fruits au cours des cycles de culture successifs [26]. L'apport de 200 g des fientes de poulets a augmenté le nombre de boutons floraux, de fleurs épanouies et de fruits par plant. Pour ces variables, cette dose serait optimale pour tous les cultivars locaux d'aubergine. Nos résultats corroborent ceux de [27] qui ont montré qu'un taux de nitrate élevé se révèle comme un facteur limitant de la croissance et du développement des plantes. Par ailleurs les travaux menés par [28] ont montré que le potassium appliqué à faibles doses, sous forme de sulfate de potassium a accru le rendement sur la tomate. L'apport de 300 g des fientes de poulets entraîne la faible émission florale et la coulure de celles-ci entraînant la perte de rendement. Pour le cultivar C3, il est dénombré 31 fruits après l'apport de 300 g des fientes de poulets contre 37 avec 200 g. Cette perte de rendement s'expliquerait par une forte concentration de potassium et phosphore. Nos résultats sont analogues à ceux trouvés par [28] qui affirment que les apports importants de potassium n'ont aucun effet sur les rendements de trois variétés de tomate testés. De même, [29] a rapporté qu'un apport élevé de potassium induirait une déficience du magnésium ainsi que la répression dans la formation des fleurs de plants de la tomate. L'apport de 300 g des fientes de poulets contiendrait une quantité importante d'azote pour tous les cultivars locaux d'aubergines testés. Il est démontré par [30], [31] que les apports importants d'azote ont eu un effet dépressif sur les rendements des variétés de tomates. De même, l'apport excessif de l'azote inhibe l'absorption de l'eau qui réduirait en même temps l'absorption des autres minéraux dont le potassium, le phosphore et le magnésium [32]. Cette inhibition influencerait négativement le rendement de ces variétés. Le cultivar C3 est plus productif par rapport aux trois autres cultivars. Cette différence résulterait de l'exploitation du potassium du sol qui dépend beaucoup de la masse des racines et de leur morphologie, qui relève du patrimoine génétique. Nos résultats corroborent ceux de [33] qui ont obtenu les rendements les plus élevés avec le *S. eathropicum gilo* et *S. eathropicum gilo-anguivi*. Au-delà du 135^e JAT, la production des fruits sur les plants de tous les cultivars d'aubergines locaux baisse significativement jusqu'au 163^e JAT. Cela s'expliquerait par le fait que la plante a épuisé tous les éléments nutritifs apportés par la fiente de poulets dans le sol, notamment l'azote et le potassium [31]. Les récoltes successives provoqueraient aussi la réduction de fruits formés. Les résultats obtenus sur la fertilisation des plants d'aubergines à base de fientes de poulets corroborent avec celles des études réalisées par [19], [34] qui ont montré que la fiente de poulets augmente la croissance et les rendements des plantes.

5 CONCLUSION

Cette étude a révélé l'efficacité des fientes de poulets sur la croissance végétative et la production de tous les cultivars locaux d'aubergines testés. Le cultivar C1 s'est montré plus vigoureux dans les conditions culturales. Il est noté chez le cultivar C2, C3 et C1 une bonne performance en termes de croissance végétative. Le cultivar C3 est plus productif avec des rendements de 1176 fruits/pieds. L'apport de 200 g de fientes de poulets est la dose optimale pour la croissance végétative et le rendement pour tous les cultivars. Une dépréciation de toutes les variables de croissance et de rendement sont observé avec l'apport de 300 g des fientes de poulets par poquet.

REFERENCES

- [1] J. M. C. Stevels, Solanaceae. Ln: légumes traditionnels du Cameroun, une étude agrobotanique. Wageningen Agricu. Univ., vol.90, no.1, pp.201-220, 1990.
- [2] A. Mekuriaw, A. Heinimann, G. Zeleke, and H. Hurni, "Factors influencing the adoption of physical soil and water conservation practices in the Ethiopian highlands", *International Soil and Water Conservation Research*, vol. 6, pp. 23-30, 2018.
- [3] T. G. Pham, J. Degener and M. Kappas, "Integrated universal soil loss equation (USLE) and Geographical Information System (GIS) for soil erosion estimation in A Sap basin: Central Vietnam", *International Soil and Water Conservation Research* vol.6, pp. 99-110, 2018.
- [4] V. Prasannakumar, H. Vijith, S. N. G. Abinod, "Estimation of soil erosion risk within a small mountainous sub-watershed in Kerala, India, using Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) and geo-information technology", *Geoscience frontiers*, vol.3, no.2, pp.209-215, 2011.
- [5] B. P. Ganasri and H. Ramesh, "Assessment of soil erosion by RUSLE model using remote sensing and GIS - A case study of Nethravathi Basin". *Geoscience Frontiers*, vol.7, pp.953-961, 2016.
- [6] J. E. Gilley and B. Eghbal, "Residual effects of compost and fertilizer applications on nutrients in runoff.", *Transactions of the ASAE*, vol.45, no.2, pp.1905-1910, 2002.
- [7] M. Ayuso, T. Hernandez, C. Garcia and J. A. "Pascual, Biochemical and chemical structural characterization of different organic materials used as manures", *Bioresource Technology*, vol.57, no.2, pp. 201-207, 1996.
- [8] FAO Les engrais et leurs applications. Précis à l'usage des agents de vulgarisation agricole. Quatrième édition. Rabat. 84pp, 2003.
- [9] B. P. K. Yerima, A. Y. Tiamgne and E. Van Ranst, "Réponse de deux variétés de tournesol (*Helianthus* sp.) à la fertilisation à base de fiente de poule sur un Hapli-Humic Ferrasol du Yongka Western Highlands Research Garden Park (YWHRGP) Nkwen-Bamenda, Cameroun, Afrique centrale". *Tropicultura*, Vol.32, no.4, pp.168-176, 2014a.
- [10] P. Vennetier, *Atlas de la République Populaire du Congo*, Californie. 67p, 1977.
- [11] Samba-Kimbata, *Le climat du bas Congolais*. Département de science. Bour-gogne: Université de Bour-gogne. 280p, 1978.
- [12] E. J. Adjahoun, A. M. R. Ahyi, L. Ake Asi, J. Baniakina, P. Chibon, G. Cusset, V. Doulou, A. Enzanza, J. Eyeme, E. Goudote, E. Keita, C. Mbemba, J. Mollet, J.-M. Moutsambote, J. Mpati and P. Sita, *Contribution aux études ethnobotaniques et floristiques en République Populaire du Congo: médecine traditionnelle et pharmacopée*, Paris. 605p, 1988.
- [13] M. H. Batamoussi, P. G. Tovihoudji, O. Tokore, J. Boulga and M. I. Essegnon, "Effet des engrais organiques sur la croissance et le rendement de deux variétés de tomate (*Lycopersicum Esculentum*) dans la commune de Parakou (Nord Bénin)". *Int. J. Sci.*, vol.24, no.1, pp.86-94, 2016.
- [14] D. J. Walker and M. P. Bernal, "The effects of olive mill waste compost and poultry manure on the availability and plant uptake of nutrients in a highly saline soil", *Bioresource technology*, Vol. 99, no.2, pp. 396-403, 2008.
- [15] N. Shankara, J. Van Lidt De Jeude, M. De Goffau, M. Hilmi, B. Van Dam and Wageningen, *La culture de la tomate production, transformation et commercialisation*, Agrodok 17, © Fondation Agromisa et CTA. 105p., 2005.
- [16] O. P. Choudhary, A. S. Josan, M. S. Bajwa and M. L. Kapur, "Effect of sustained sodic and saline-sodic irrigation and application of gypsum and farmyard manure on yield and quality of sugarcane under semi-arid conditions". *Field Crops Research* Vol.87, no.2, pp.103-116, 2004.
- [17] M. M. Abou EL-Magd, M. F. Zaki, and S. D. Abou-Hussein, "Effect of organic manure and different levels of saline irrigation water on growth, green yield and chemical content of sweet fennel". *Australian Journal of basic and applied sciences*, Vol.2, no.1, pp.90-98, 2008.
- [18] M. E. Eleiwa, S. A. Brahim and M. F. Mohamed, "Combined effect of NPK levels and foliar nutritional compounds on growth and yield parameters of potato plants (*Solanum tuberosum* L.)". *African Journal of Microbiology Research*, Vol.6, no.24, pp. 5100-5109, 2012.
- [19] B. P. K. Yerima, A. Y. Tiamgne and E. Van Ranst, "Réponse de deux variétés de tournesol (*Helianthus* sp.) à la fertilisation à base de fiente de poule sur un Hapli-Humic Ferrasol du Yongka Western Highlands Research Garden Park (YWHRGP) Nkwen-Bamenda, Cameroun, Afrique centrale". *Tropicultura*, Vol. 32, no.2, pp. 168-176, 2014b.
- [20] V. I. Tchabi, D. Azocli and D. G. Biaou, "Effet de différentes doses de bouse de vache sur le rendement de la laitue (*Lactuca sativa* L.) à Tchatchou au Bénin", *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, Vol.6, no. 6, pp. 5078-5084, 2012.
- [21] M. Sou, H. Yacouba and A. Mermoud, *Valorisation du pouvoir fertilisant des eaux usées en agriculture maraîchère*. EIER, Ouagadougou, Burkina Fasso. 13p., 2007.
- [22] K. T. Alla, E. L. Bomisso, G. Ouattara and A. E. Dick, "Effets de la fertilisation à base des sous-produits de la pelure de banane plantain sur les paramètres agromorphologiques de la variété d'Aubergine F1 kalenda (*Solanum melongena*) dans la localité de Bingerville en Côte d'Ivoire". *Journal of Animal & Plant Sciences*, Vol.38, no.3, pp. 6292-6306, 2018.
- [23] K. Lumpungu, *Notes de cours de fertilisation et techniques des engrais*. 1er grade, faculté des sciences agronomiques UNIKIN, inédit, Kinshasa, R.D. Congo. 130p., 2006.

- [24] J. A. Quaggio, D. M. Junior and R. M. Boaretto, "Sources and rates of potassium for sweet orange production" *Scientia Agricola*, Vol.68, no. 3, pp. 369-375, 2011.
- [25] J.S. Akoa, A E. Youmbi and J. Njoya, "Effet de la fertilisation minérale et organique sur le rendement en fruits du piment (*capsicum annum* L.; *solanaceae*) en zone forestière de basse altitude au Cameroun". *Agronomie Africaine*, Vol. 24, no.3, pp. 231 – 240, 2012.
- [26] F. Kaho, M. Yemefack, P. Feujio-Teguefouet and J.C. Tchantchaouang, "Effet combiné des feuilles de *Tithonia diversifolia* et des engrais inorganiques sur les rendements du maïs et les propriétés d'un sol ferrallitique au Centre Cameroun", *Tropicult*. Vol. 29, no. 1, pp. 39 - 45, 2011.
- [27] R. Boughaba, Étude de la gestion et valorisation des fientes par le lombricompostage dans la willaya de Constantine. Master en Ecologie et Environnement, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie (Département de Biologie et Ecologie). Université de Mentouri Constantine Algerie. 98p., 2012.
- [28] J. Mpika, Attibayeba, A. Makoundou and D. Minani, "Influence d'un apport fractionné en potassium et en azote sur la croissance et le rendement de trois variétés de tomate de la zone périurbaine de Brazzaville en République du Congo", *Journal of Applied Biosciences*, Vol. 94, pp. 8789 – 8800, 2015.
- [29] P. Adams, Mineral nutrition, In: JG, R. J. Atherton (Ed.), *The tomato crop: a scientific basis for improvement*. London/New York: Chapman and Hall.. pp.281-334,1986.
- [30] H. Masom and S. Kazemi, "Effects of ammonium sulphate and urea fertilizers on the growth and yield of tomato", *Journal of Novel Applied Sciences*, Vol. 3, no. 2, pp. 148-150, 2014.
- [31] S. A. C. Babai, M. R. Alizadeh, C. Jahansooz, M. Rahimian and M. Certain, "Egyptian broomrape management using nitrogen fertilizers on tomatoes", *Journal of Weed Science*, 4 (2): 79-89, 2010.
- [32] S. Chaillou, J. F. Morot-Gaury, L. Salsac, C. Lesaint and E. Joilivet, "Compared effects of NO₃-and NH₄+on growth and metabolism of french bean", *Physiol. Veg.*, Vol.24, no. 6, pp. 679-687, 1986.
- [33] L Fondio, L.N. N'tamon, F.N. Hala, and H.A Djidji, "Evaluation agronomique de six cultivars d'aubergine africaine (*solanum* spp.) de la nouvelle collection des plantes legumieres du CNRA. *Agronomie Africaine*, Vol.20, no. 1, pp. 69-79, 2008.
- [34] T. M Agbede, S. O. Ojeniyi and A. J. Adeyemo, "Effect of poultry manure on soil physical and chemical properties, growth and grain yield of sorghum insouthwest, Nigeria", *American Eurasian Journal Sustainable Agriculture*, Vol.2, no.1, pp.72-77. 2008.

Gestion des résidus de décortiquage de riz en Côte d'Ivoire: Cas de la région du Lôh-Djiboua

[Management of rice hulling residues in Côte d'Ivoire: Case of the Lôh-Djiboua region]

Messou Aman¹, Bakayoko Mariama Epouse Sekongo², Ouattara Pétémanagnan Jean-Marie¹, and Coulibaly Lacina¹⁻³

¹Laboratoire d'Environnement et de Biologie Aquatique, Sciences et Gestion de l'Environnement, Université NANGUI ABROGOUA, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

²Centre d'Accueil pour Enfants en Détresse de Ferkessedougou, BP 494 Ferkessedougou, Côte d'Ivoire

³Université de Man, BPV 20 Man, 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: Rice husking residues constitute real bioresources which the development could contribute to improving the living conditions of populations and reducing pressure on forest resources. This study examined the management of rice husking residues in the Lôh-Djiboua region. The survey and field observation carried out showed that the Lôh Djiboua region produces an average of 21,262.4 tonnes of rice per year, including 8,711.9 tonnes in Divo, 9,625.5 tonnes in Lakota and 2,925 tonnes in Guitry. The main residues from husking rice are husks and bran. The average annual bale quantities recorded are 2744.3 ± 446.2 tonnes at Divo, 3032.1 ± 1550.7 tonnes at Lakota and 921.4 ± 249.6 tonnes at Guitry. The average annual bran masses are 304.9 ± 49.6 tonnes, 336.89 ± 172.3 tonnes and between 102.4 ± 27.7 tonnes respectively at Divo, Lakota and Guitry. Rice husking residues produced in the mills are collected by households (0 to 18.9%), pig farmers (8.1 to 27.8%), poultry farmers (45.9 to 55.5%), farmers (16.7 to 28.1%) and fish farmers (2.7 to 3.1%). These use them as fuel in households, as feed and bedding in poultry and pig farming, as feed in fish farming and as fertilizer after calcination in agriculture. There is a low rate of use of rice husking residues as fuel in households in the studied areas (1 to 4%).

KEYWORDS: Rice residues, rice bran, rice ball, Lôh-djiboua, Côte d'Ivoire.

RESUME: Les résidus de décortiquage de riz constituent de véritables bioressources dont la valorisation pourrait contribuer à l'amélioration des conditions de vie des populations et réduire la pression sur les ressources forestières. La présente étude a permis d'examiner la gestion des résidus de décortiquage de riz dans la région du Lôh-Djiboua. L'enquête et l'observation de terrain réalisées ont permis de constater que la région de Lôh Djiboua produit en moyenne 21262,4 tonnes de riz par an dont 8711,9 tonnes à Divo, 9625,5 tonnes à Lakota et 2925 tonnes à Guitry. Les principaux résidus issus du décortiquage du riz sont les balles et les sons. Les quantités moyennes annuelles de balle enregistrées sont $2744,3 \pm 446,2$ tonnes à Divo, $3032,1 \pm 1550,7$ tonnes à Lakota et $921,4 \pm 249,6$ tonnes à Guitry. S'agissant des masses de son, elles sont de $304,9 \pm 49,6$ tonnes, $336,89 \pm 172,3$ tonnes et entre $102,4 \pm 27,7$ tonnes respectivement à Divo, Lakota et Guitry. Les résidus de décortiquage de riz produits dans les moulins sont récupérés par les ménages (< 18,9%), les porciculteurs (8,1 à 27,8%), les aviculteurs (45,9 à 55,5%), les agriculteurs (16,7 à 28,1%) et les pisciculteurs (2,7 à 3,1%). Ceux-ci les utilisent comme combustible dans les ménages, comme aliment et litière dans l'aviculture et la porciculture, comme aliment dans la pisciculture et comme fertilisant après calcination dans l'agriculture. L'on a un faible taux d'utilisation des résidus de décortiquage du riz comme combustible dans les ménages des zones étudiées (1 à 4%).

MOTS-CLEFS: Résidus de riz, son de riz, balle de riz, Lôh-djiboua, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

En Côte d'Ivoire, le riz est devenu l'aliment principal de la population avec une consommation estimée à 2,7 millions de tonnes pour la période 2019-2020, soit environ 70 kg/habitant/an. La production nationale dominée par la riziculture pluviale et de bas-fonds inondables (80%) et la riziculture irriguée (20%) est estimée à 1 399 407 tonnes de riz blanchi (soit environ 2 152 935 tonnes de paddy) en 2017 [1, 2]. La région du Lôh-Djiboua fait partie des zones favorables à la mise en place de la politique nationale de développement de la filière riz, en ce sens qu'elle a un climat globalement favorable à l'agriculture, notamment la pluviométrie (800 mm à 1900 mm de pluie par an). Elle a une longue tradition de la culture du riz. La région dispose également d'énormes superficies cultivables encore inexploitées ou sous exploitées surtout en riziculture de bas-fonds et en riziculture irriguée [3]. La production de riz s'associe à une production de résidus de décortilage, notamment les balles et les sons de riz qui constituent une source de richesse majeure pour les communautés. En effet, ces résidus sont utilisés pour le compostage [4, 5], la fabrication de biocharbon [6, 7], la fabrication de matériaux de construction [8, 9] et la production d'énergie [10]. Également, ils sont utilisés comme litière pour les animaux [8]. Ces pratiques de valorisation permettent une atténuation des impacts environnementaux associés à ces déchets.

En Côte d'Ivoire, peu de travaux ont été menés sur les stocks de ces résidus et les filières de valorisation. Pourtant, ceux-ci constitueraient de véritables bioressources pour l'amélioration des conditions de vie des populations surtout celles à faibles revenus. Également, ils contribueraient à la réduction de la pression sur les ressources forestières. C'est dans ce contexte que la présente étude se propose d'examiner la gestion des résidus de riz après décortilage de la région du Lôh-Djiboua. De façon spécifique, il s'agit (i) de déterminer les productions de riz dans la zone, (ii) d'examiner la typologie et les quantités de résidus de décortilage de riz et (iii) de déterminer les types d'usage de ces résidus.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

La région du Lôh-Djiboua est située au centre-ouest de la Côte d'Ivoire. Elle a une superficie de 10.650 km² et compte (03) trois départements à savoir Divo, Lakota et Guitry (Figure 1). Le climat de la région est de type équatorial de transition, qui associe deux saisons pluvieuses et deux saisons sèches: une (1) grande saison sèche de novembre à mi-mars, une (1) grande saison de pluies de mi-mars à mi-juillet, une (1) petite saison sèche de mi-juillet à août et une (1) petite saison de pluies de septembre à octobre [3]. La pluviométrie moyenne annuelle est estimée à 1320 mm. En outre, la région du Lôh-Djiboua bénéficie de trois types de sols, à savoir, les sols ferralitiques, les sols ferrugineux et les sols hydromorphes. Ces sols offrent de bonnes aptitudes agricoles pour de nombreuses spéculations: café, cacao, hévéa, palmier à huile, riz pluvial, riz de bas-fonds, maïs, igname, manioc, banane plantain, cultures maraichères tomate, salade, concombre, choux, aubergine, gombo etc. [3].

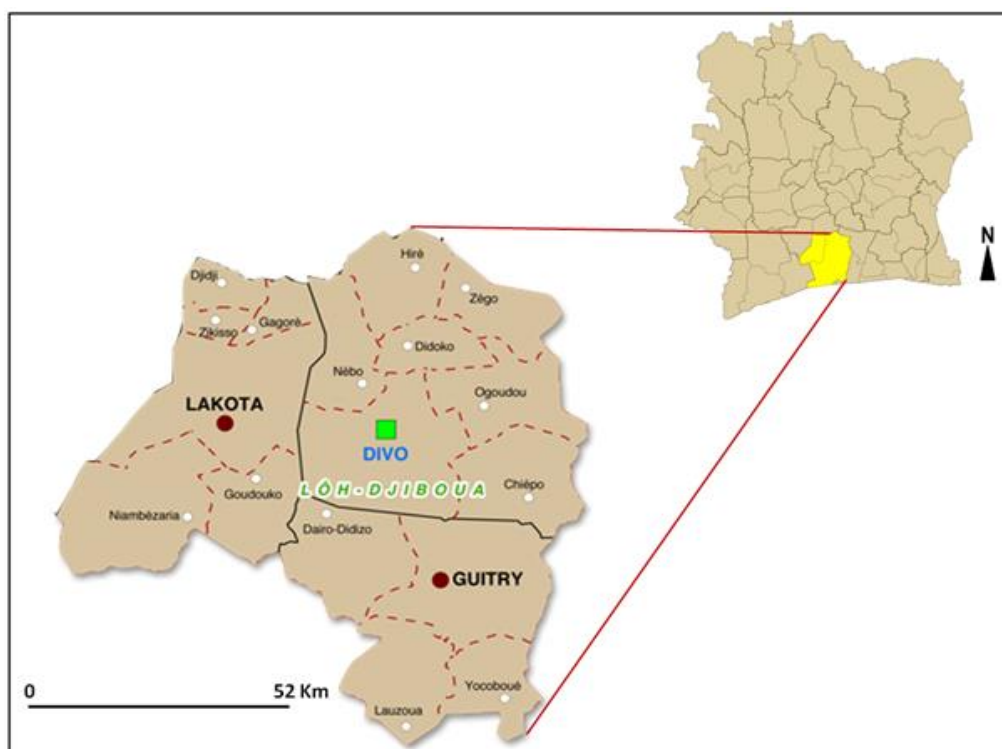


Fig. 1. Localisation de la zone d'étude [11]

2.2 METHODES

2.2.1 COLLECTE DE DONNÉES

La collecte des données a été effectuée dans les mois de Juillet et Août de l'année 2018. Elle a consisté en deux activités conjointes, à savoir, des observations de terrain et une conduite d'enquête auprès des moulins et des ménages. Les observations de terrain ont permis d'avoir un aperçu global sur l'activité de décortilage du riz et de la gestion des résidus issus du décortilage du riz tant dans les moulins que dans les ménages. Quant à l'enquête, elle a consisté à renseigner des fiches élaborées à cet effet, par entretien et questionnement auprès des moulins et des ménages. Elle a permis de recueillir les informations relatives à la gestion des résidus de décortilage de riz, aux types d'utilisateurs, aux modes d'utilisation et aux sources d'énergie dans les ménages. Les effectifs enquêtés ont été déterminés selon la méthode d'échantillonnage aléatoire simple [12]. Ceci a permis de sélectionner 200 ménages dont 100 à Divo, 50 à Guitry et 50 à Lakota, et 50 moulins (30 à Divo, 10 à Lakota et 10 à Guitry).

2.2.2 TRAITEMENT DES DONNÉES

Les données collectées à partir du questionnaire ont été d'abord codifiées. Ensuite, les informations recueillies ont été regroupées par zone et par variables. La fréquence de chaque variable a été calculée par rapport au nombre de ménages ou de moulins visités selon la relation suivante:

$$F = \frac{X}{Y} \times 100 \quad (1)$$

Avec:

F: Fréquence (%);

X: Effectif de la modalité (nombre de moulin ou de ménage et par variable);

Y: Effectif total

L'estimation des quantités de résidus (balle et son) s'est faite selon les relations 2, 3 et 4 obtenues à partir des données d'enquête:

$$\text{Masse de résidus} = \text{Production de riz Paddy} \times \frac{35}{100} \quad (2)$$

$$\text{Masse de sons} = \text{Masse de résidus} \times \frac{10}{100} \quad (3)$$

$$\text{Masse de balle} = \text{Masse de résidus} \times \frac{90}{100} \quad (4)$$

3 RÉSULTATS

3.1 PRODUCTION DE RIZ

La figure 2 présente la production moyenne annuelle de riz dans la région du Loh-Djiboua par département. Il ressort que le département de Lakota enregistre la plus forte production de riz tandis que le département de Guitry présente la plus faible quantité. La séquence d'importance des productions moyennes annuelles de riz par département se présente comme suit: 2925 ± 792 tonnes (Guitry) < 8712 ± 1417 tonnes (Divo) < 9626 ± 4923 tonnes (Lakota).

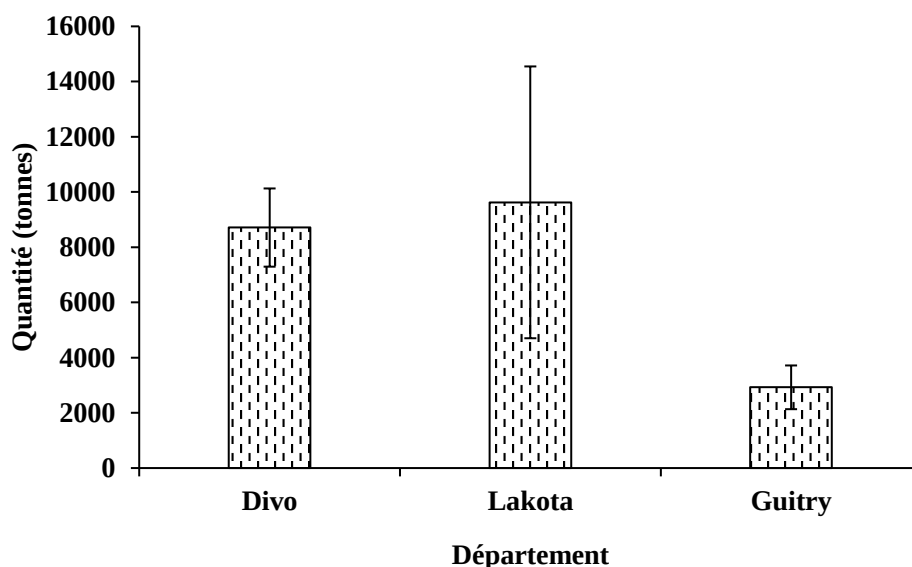


Fig. 2. Production de riz dans la région du Loh-Djiboua

3.2 RÉSIDUS DE DÉCORTILAGE DE RIZ

Au cours des investigations des moulins dans les zones de Divo, Lakota et Guitry, l'on a observé que les principaux résidus du riz résultant du décortilage se composent de balles et de sons (Figure 3).



Fig. 3. Vue des résidus de décortilage de riz à Divo (A= Balle, B= Son)

Les quantités moyennes de résidus de décortilage de riz (balle et son) produites annuellement par département sont présentées par la figure 4. On remarque que les quantités de balle sont les plus élevées quelle que soit la zone considérée. Par ailleurs, le département de Lakota enregistre les plus fortes quantités de résidus (balle et son). Les masses moyennes de balle enregistrées sont $2744,3 \pm 446,2$ tonnes à Divo, $3032,1 \pm 1550,7$ tonnes à Lakota et $921,4 \pm 249,6$ tonnes à Guitry. S'agissant des masses moyennes de son, elles sont de $304,9 \pm 49,6$ tonnes, $336,89 \pm 172,3$ tonnes et entre $102,4 \pm 27,7$ tonnes respectivement à Divo, Lakota et Guitry.

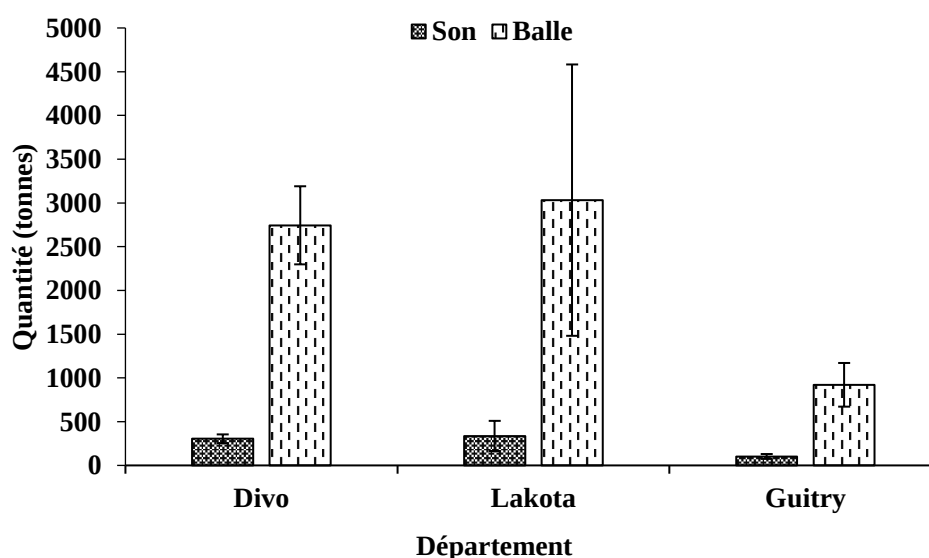


Fig. 4. Quantité moyenne de résidus (balle et son) de riz produits par an

3.3 MODE DE GESTION DES RÉSIDUS DE DÉCORTILAGE DE RIZ DANS LES MOULINS

Dans la région du Lôh Djiboua, les résidus issus du décortilage du riz sont soit déversés près des moulins ou soit stockés dans des sacs puis redirigés vers des filières de valorisation. La figure 5 illustre le mode de gestion des résidus de décortilage de riz dans les moulins.



Fig. 5. Mode de gestion des résidus de décortiquage de riz dans les moulins (A= balle de riz déversé près d'un moulin à Divo; B= son de riz stocké dans un sac à Lakota)

3.4 RÉCUPÉRATEURS DES RÉSIDUS DE DÉCORTICAGE DE RIZ DANS LES MOULINS ET TYPES D'USAGE

La figure 6 présente les différents récupérateurs des résidus de décortiquage de riz dans les moulins. En général, les résidus de décortiquage du riz sont récupérés par les ménages, les porciculteurs, les aviculteurs, les agriculteurs et les pisciculteurs. Toutefois, l'on a une proportion plus élevée d'aviculteurs (45,9% à Divo, 55,6% à Lakota et 50% à Guitry). Ils sont suivis par les agriculteurs à Guitry et Lakota, avec des proportions respectives de 28,1% et 24,3%. Les ménages utilisent les résidus dans les localités de Divo (18,9%) et de Guitry (6,3%).

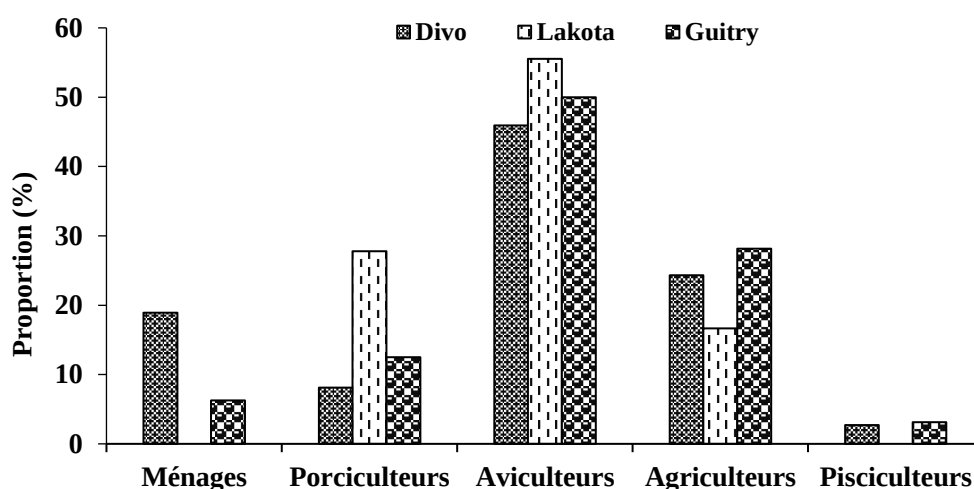


Fig. 6. Récupérateur des résidus de décortiquage de riz dans les moulins

Une fois récupéré dans les moulins, les résidus de décortiquage de riz sont utilisés comme combustible dans les ménages, comme aliment et litière dans l'aviculture et la porciculture, comme aliment dans la pisciculture et comme fertilisant après calcination dans l'agriculture. Une illustration de quelques usages de résidus de décortiquage de riz est donnée par la figure 7.

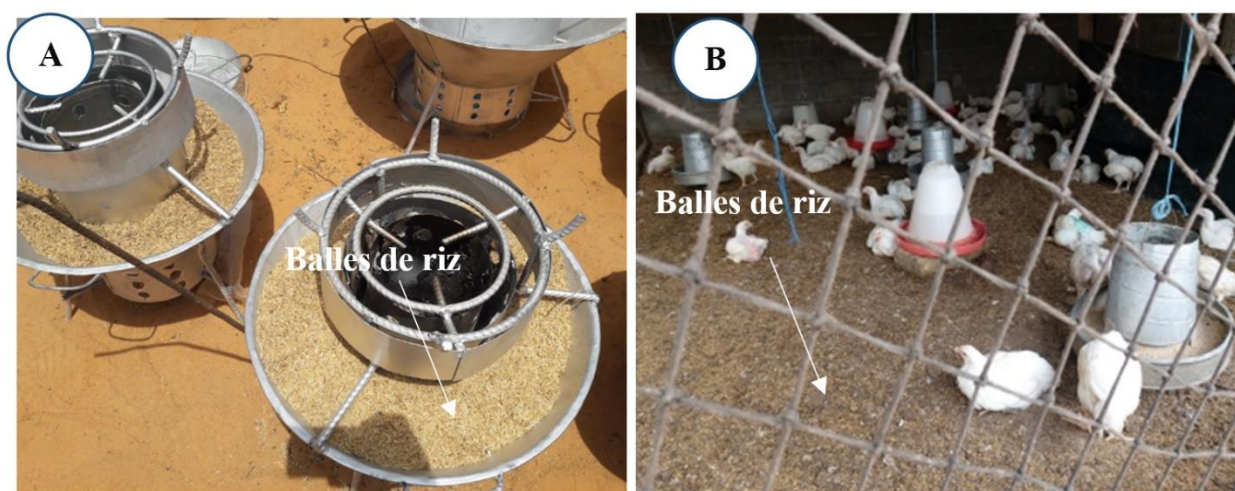


Fig. 7. Usages de résidus de décorticage de riz (A= combustible dans un ménage à Divo; B= litière dans une ferme avicole à Lakota)

3.5 SOURCES D'ÉNERGIE POUR LA CUISINE DANS LES MÉNAGES

La figure 8 présente les sources d'énergie pour la cuisine dans les ménages de Divo, Lakota et Guitry. La principale source d'énergie dans les départements de Divo et Guitry est la combinaison gaz et charbon de bois (36% à Divo et 30% à Guitry). En revanche à Lakota, c'est le bois de chauffe qui prédomine (30%). Les résidus de décorticage du riz sont utilisés uniquement dans les ménages de Divo et Guitry, à faible taux, en association avec d'autres combustibles dont le bois de chauffe et le charbon de bois. L'ensemble balle de riz, charbon de bois et bois de chauffe est utilisé à Guitry à une proportion de 4%. Quant au binôme balle de riz et bois de chauffe, il est utilisé à 1% à Divo et à 2% à Guitry.

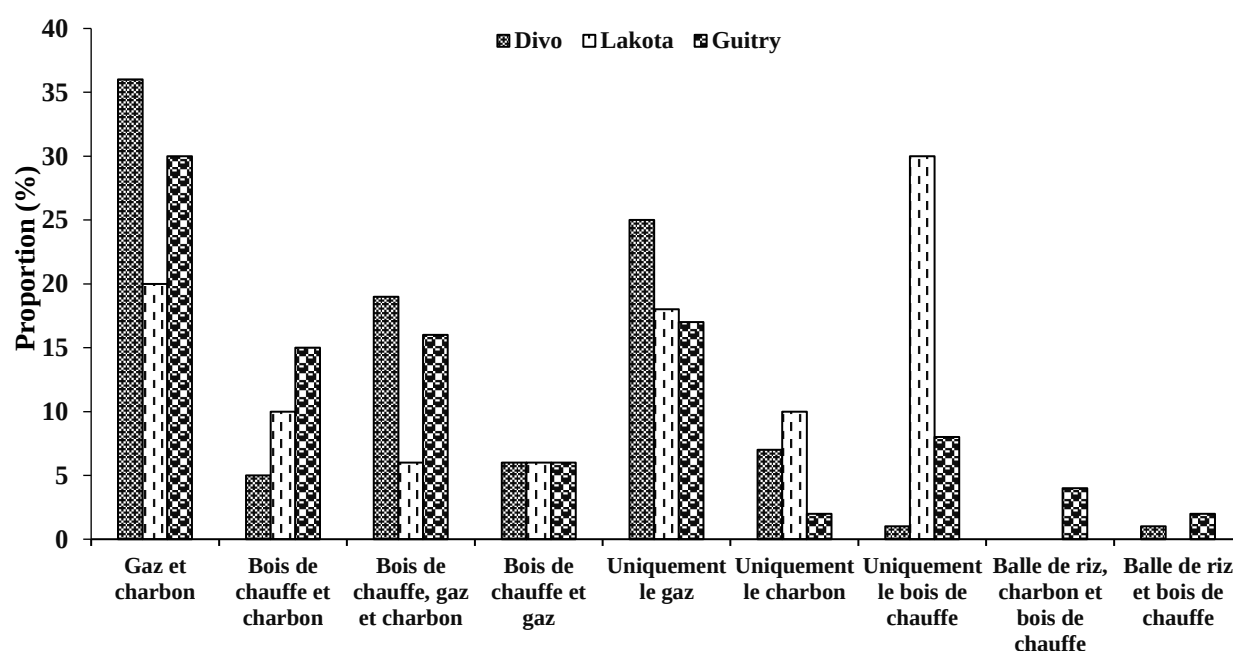


Fig. 8. Sources d'énergie pour la cuisine dans les ménages

4 DISCUSSION

La présente étude a permis d'examiner la gestion des résidus de riz après décortilage de la région du Lôh-Djiboua. Globalement, l'on a une production moyenne annuelle de riz de 21262,4±3718,7 tonnes dans la zone d'étude soit 8711,9±1416,6 tonnes à Divo, 9625,5±4923 tonnes à Lakota et 2925±792 tonnes à Guitry. Cette production est plus élevée dans le département de Lakota et faible dans le département de Guitry. La forte production observée à Lakota serait liée au fait que l'on a plus de bas-fonds (700 ha) disponibles dans cette localité comparée à Divo (430 ha) et Guitry (351,2 ha). S'agissant de Guitry, il faut signifier qu'en plus de la faible disponibilité des bas-fonds, les producteurs de cette zone auraient un intérêt porté sur les cultures pérennes industrielles telles que le palmier à huile, l'hévéa et le cacao au détriment des cultures vivrières (riz, maïs, manioc, banane, etc.). Les principaux résidus issus du décortilage du riz sont les balles et les sons. Les quantités annuelles de résidus enregistrées par département (Divo, Lakota et Guitry) varient entre 921,4 et 3032 tonnes pour les balles et entre 102,4 et 336,9 tonnes pour les sons. Ainsi, cette zone pourrait être considérée comme un entrepôt de résidus où pourraient s'installer des unités de valorisation. Par ailleurs, les quantités de balles restent les plus élevées quelle que soit la zone considérée. En fait, selon les enquêtés, les balles représenteraient 90% de la masse totale des résidus après décortilage. Ce qui expliquerait les fortes quantités de balles enregistrées. Dans les zones étudiées, les résidus de décortilage du riz sont utilisés comme combustible dans les ménages, comme aliment et litière dans l'aviculture et la porciculture, comme aliment dans la pisciculture et comme fertilisant après calcination dans l'agriculture. Des observations similaires ont été faites par [13] au Bénin. En effet, le son de riz est riche en matières grasses (15 à 20%) exploitables dans un but alimentaire [13]. Quant à la cendre de balle, elle est composée presque entièrement de silice (94,1%) utile pour la fertilisation du sol [12]. Outre les types de valorisation pratiqués dans la région du Lôh Djiboua, des études ont montré que les résidus de décortilage de riz pourraient être utiles dans d'autres domaines notamment la construction (fabrication de bloc de bétons, paillage des habitations), la garniture des coussins et la protection du riz stocké contre les insectes ravageurs (*Sitophilus zeamais* et *Tribolium castaneum*) [8], [14].

Dans l'ensemble, on constate un faible taux d'utilisation des résidus de décortilage du riz comme combustible dans les ménages des zones étudiées. Seulement 1 à 4% des ménages en utilise, et ce, en association avec d'autres combustibles tels que le bois et le charbon. Selon les personnes enquêtées, l'utilisation des résidus comme source d'énergie est beaucoup contraignante et dégagerait beaucoup de fumées. Ce qui expliquerait le faible taux d'utilisation. Portant, l'usage des résidus de décortilage du riz comme combustible est une alternative qui permet de réduire l'utilisation du bois de chauffe, en limitant la pression sur la forêt, ralentissant ainsi la déforestation et par ricochet les émissions de gaz à effet de serre [15-17].

5 CONCLUSION

La présente étude a permis d'examiner la gestion des résidus de riz après décortilage de la région du Lôh-Djiboua. La région du Lôh-Djiboua produit en moyenne 21262,4±3718,7 tonnes de riz par an, en raison de 8711,9±1416,6 tonnes à Divo, 9625,5±4923 tonnes à Lakota et 2925±792 tonnes à Guitry. Les principaux résidus issus du décortilage du riz sont les balles et les sons. Les quantités annuelles de résidus enregistrées par département (Divo, Lakota et Guitry) varient entre 921,4 et 3032 tonnes pour les balles et entre 102,4 et 336,9 tonnes pour les sons. Ces résidus sont récupérés par les ménages (0 à 18,9%), les éleveurs (8,1 à 27,8%), les aviculteurs (45,9 à 55,5%), les agriculteurs (16,7 à 28,1%) et les pisciculteurs (2,7 à 3,1%). Ceux-ci les utilisent comme combustible dans les ménages, comme aliment et litière dans l'aviculture et la porciculture, comme aliment dans la pisciculture et comme fertilisant après calcination dans l'agriculture. Globalement, l'on a un faible taux d'utilisation des résidus de décortilage du riz comme combustible dans les ménages des zones étudiées. Seulement 1 à 4% des ménages en utilise, et ce, en association avec d'autres combustibles tels que le bois et le charbon.

REFERENCES

- [1] FAO, Aperçu du Développement Rizicole en Côte d'Ivoire. Brochure produite par la Division de la production végétale et de la protection des plantes (AGP) de la FAO en collaboration avec le bureau sous régional de la FAO pour l'Afrique de l'Ouest. FAO, 2012.
- [2] ONDR, Statistiques de la production de riz en Côte d'Ivoire, 2021.
[En ligne] http://www.ondr.ci/statistique_production.php (22 Août, 2021).
- [3] PEMED-CI, Etudes monographiques et économiques des Districts de Côte d'Ivoire-District du Gôh-Djiboua. Note de synthèse, 2014.
- [4] F. Mancini, "Traitement des déchets issus de la biomasse pour la création d'énergies". Thèse de Doctorat, Université de bordeaux I (France), 129 p, 2006.

- [5] O. Garba, M. T. Mella, S. A. Kiari, M. H. Grema et A. Zanguina, "Valorisation de glume de mil et balle de riz par compostage: caractérisations physico-chimiques des composts," *Afrique Science*, vol. 17, no 4, pp. 29 – 38, 2020.
- [6] K. A. Hounyevou, P. A. F. Houssou, V. Dansou, J. Moreira et G. A. Mensah, "Effet de liants et de la mouture sur la qualité des briquettes combustibles à base de balle de riz". 3ème AfricaRice Congres, du 21 au 24 octobre Yaoundé/Cameroun, 1 p, 2014.
- [7] D. J. P. Lompo, L.Ye, S. Ouedraogo, S. I. Sori et H. B. Nacro, "Caractérisation chimique d'un biocharbon de balles de riz destiné à l'amendement des sols au Burkina Faso". *Afrique Science*, vol. 18, no 1, pp 216 – 222, 2021.
- [8] P. Delot, "Balle de riz: compilation d'éléments techniques en vue de son utilisation en isolation thermique." *Guide technique*, 26 p, 2015.
- [9] C. P. Suvash, P. B.K. Mbewe, Y. K. Sih et B. Šavija, "Agricultural solid waste as source of supplementary cementitious materials in developing countries". *Materials*, vol. 12, pp. 1-20, 2019.
- [10] F. Douard, *La balle du riz pour produire de l'électricité, le recyclage proche de la perfection*, 2011.
[En ligne] <http://www.greenetvert.fr>, (20 Août 2021).
- [11] D. Koffi, "Impact de l'exploitation minière artisanale de l'or sur les eaux de surface à Hiré (Côte d'Ivoire) ". *Mémoire de Master*, Université Nangui Abrogoua (Côte d'Ivoire), 73 p, 2015.
- [12] Statistique Canada, *Échantillonnage probabiliste*, 2013.
[En ligne] http://Les%20statistiques%20_%20le%20pouvoir%20des%20donn%C3%A9es!%20%C3%89chantillonnage%20probabiliste.html, (19 Août 2021).
- [13] B. A. Fagnon, "Valorisation des balles de riz: étude et conception d'une presse de densification de la balle de riz". *Mémoire de Licence*, Université d'Abomey- Calavi (Benin), 125 p, 2014.
- [14] Ka A., Gueye M., Diop S. M., Cissokho P. S. et Gueye A. N., *Etude de l'efficacité de la poudre et des cendres de balle de riz contre deux insectes ravageurs du riz stocké au Sénégal, Sitophilus zeamais (Motsch.) et Tribolium castaneum (Herbst)*. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, vol 12, no 4, pp. 1731-1739, 2018.
- [15] PNUD, *Biogas technology in agricultural regions, Tanzania. Project: promotion of low cost biogas technology to resource poor farmers in Tanzania*, PNUD, 2001.
- [16] H. N. Chanakya, P. Rajabapaiah et J-M. Modak, *Evolving biomass-based biogas plants: The ASTRA experience*. *Current Science*, vol. 87, pp. 917-925, 2004.
- [17] R. Pénot, *Valorisation énergétique du typha. Rapport de projet de fin d'études Ingénieur 3ème année*, 51 p, 2011.

Environnements de dépôts des Formations maastrichtiennes et paléogènes des secteurs de Garadaoua et de Garadoumé du bassin des Iullemmeden (région de Tahoua, Centre-sud Niger)

[Depositional environments of the maastrichtian and paleogene Formations of the Garadaoua and Garadoumé area in the Iullemmeden basin (Tahoua region, south-central Niger)]

Aminou A. Maâzou¹, Tourba Kamayé¹, Moussa Konaté¹, Karimou Laouali Id², Hassan Ibrahim Maharou¹, Nana Saratou Mahaman Manzo¹, Habsatou Ousmane¹, and Diafarou Alzouma Amadou¹

¹Université Abdou Moumouni, Faculté des Sciences et Techniques, Laboratoire des Eaux Souterraines et Géoressources, Equipe Bassins et Géoressources, BP 10662 Niamey, Niger

²Université Abdou Moumouni, Ecole Normale Supérieure, Laboratoire des Eaux Souterraines et Géoressources, Equipe Bassins et Géoressources, BP 10662 Niamey, Niger

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 study concerns the south-centre of the Nigerien part of the Iullemmeden intracratonic Basin. A multidisciplinary approach involving sedimentological analysis of facies and determination of fossils has been implemented for the characterization and determination of the Maastrichtian to Paleogene paleoenvironments in the Garadaoua and Garadoumé areas. The stratigraphic series of the study area includes, from the bottom to top, the Formations of: Farin Doutchi, In Wagar, Garadaoua and Ader Doutchi (Ct¹ or Ar). The Maastrichtian Formations of Farin Doutchi and In Wagar, as well as the Paleocene Formation of Garadaoua are fossiliferous. Indeed, the base of the Farin Doutchi Formation contains bivalves, foraminifera and sea urchins, while, In Wagar contains remains of vertebrates and casts of gastropods. In the Garadaoua Formation, presence of the benthic foraminifer *Ranikothalia bermudezi* species made it possible to assign to it an Upper Paleocene age. Moreover, the presence in the Garadaoua Formation of the sea urchin *Linthia sudanensis* species implies, during this period, the pre-existence of an epicontinental sea in the Iullemmeden basin. Besides, in the Ader Doutchi Formation, the demonstration of α and γ oolites, as well as proto-oolites, testifies an agitated environment with at least two oolithization phases.

KEYWORDS: Paleoenvironment, Foraminifera, Sea Urchin, Oolithization, *Ranikothalia bermudezi*, *Linthia sudanensis*.

RESUME: La présente étude concerne le centre-sud de la partie nigérienne du bassin intracratonique des Iullemmeden. Une approche pluridisciplinaire impliquant, l'analyse sédimentologique de faciès et la détermination des fossiles, a été mise en œuvre pour la caractérisation et la détermination des paléoenvironnements maastrichtiens et paléogènes dans les secteurs de Garadaoua et de Garadoumé. La série stratigraphique de la zone d'étude comprend de la base au sommet les Formations: de Farin Doutchi, d'In Wagar, de Garadaoua et de l'Ader Doutchi (Ct¹ ou Ar). Les Formations maastrichtiennes de Farin Doutchi et d'In Wagar, tout comme celle, d'âge paléocène de Garadaoua, sont fossilifères. En effet, la base de la Formation de Farin Doutchi renferme des bivalves, des foraminifères et des oursins, celle d'In Wagar contient des restes de vertébrés et des moulages de gastéropodes. Dans la Formation de Garadaoua, la présence de foraminifère benthique de l'espèce *Ranikothalia bermudezi* a permis de lui attribuer un âge paléocène supérieur. Par ailleurs, la présence dans la Formation de Garadaoua, de l'espèce d'oursin *Linthia sudanensis* implique la préexistence à cette période d'une mer épicontinentale dans le bassin des Iullemmeden. En revanche, dans la Formation de l'Ader Doutchi, la mise en évidence d'oolithes α et γ , ainsi que de proto-oolithes, témoigne d'un milieu agité associé à au moins deux phases d'oolithisation.

MOTS-CLEFS: Paléoenvironnement, Foraminifère, Oursin, Oolithisation, *Ranikothalia bermudezi*, *Linthia sudanensis*.

1 INTRODUCTION

Au Crétacé supérieur, le golfe mésogéen existant déjà, à l'Est de l'Aïr, pénètre dans le Niger occidental. Ce dernier est affecté par une série de cycles sédimentaires où alternent des épisodes franchement marins (calcaires et marnes plus ou moins gréseuses à faunes mésogéennes de mers chaudes épicontinentales) et de dépôts subcontinentaux (argilites et grès riches en végétaux et en restes de vertébrés) [1]. Le schéma paléogéographique du bassin des Iullemmeden au Maastrichtien supérieur et au Paléocène-Yprésien est marqué par la présence d'une mer épicontinentale, peu profonde, avec en bordure une plaine côtière marécageuse, parsemée de lagunes littorales [2].

Les dépôts affleurant dans la province géologique de l'Ader Doutchi, en raison de leur importance économique, ont fait l'objet de plusieurs études. Les premiers travaux ont été réalisés par [3], [4], [5], [6]. Par la suite, les recherches se sont poursuivies par les études réalisées par [1], [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15]. Des travaux plus récents ont été effectués dans la l'Ader Doutchi par [2], [16], [17]. La sédimentation du bassin des Iullemmeden est marquée par des alternances de dépôts marins et de sédiments continentaux dont les limites spatiales et temporelles ne sont pas toujours faciles à déterminer avec précision [11]. Du point de vue sédimentologique, stratigraphique et paléontologique, d'importantes précisions restent à apporter dans les dépôts sédimentaires de l'Ader Doutchi.

La présente étude porte sur les analyses sédimentologiques et paléontologiques des dépôts maastrichtiens et paléogènes affleurant dans les secteurs de Garadaoua et de Garadoumé. Elle vise à réaliser une description des faciès, à identifier le contenu fossilifère et à déterminer les paléoenvironnements.

2 SITUATION GEOGRAPHIQUE

La zone d'étude est située entre les longitudes 5° et 7° Est et entre les latitudes 14° et 16°, dans la partie sud de la région de Tahoua (Centre-sud Niger) (Fig. 1.). Elle couvre les Départements de Bouza et Keita sur une superficie estimée à 9074 km². Cette zone d'étude est limitée par les Départements d'Abalak au Nord, de Dakoro à l'Est, de Madaoua au Sud, de Malbaza au Sud-Ouest, et d'Illéla et de Tahoua à l'Ouest (Fig. 1.).

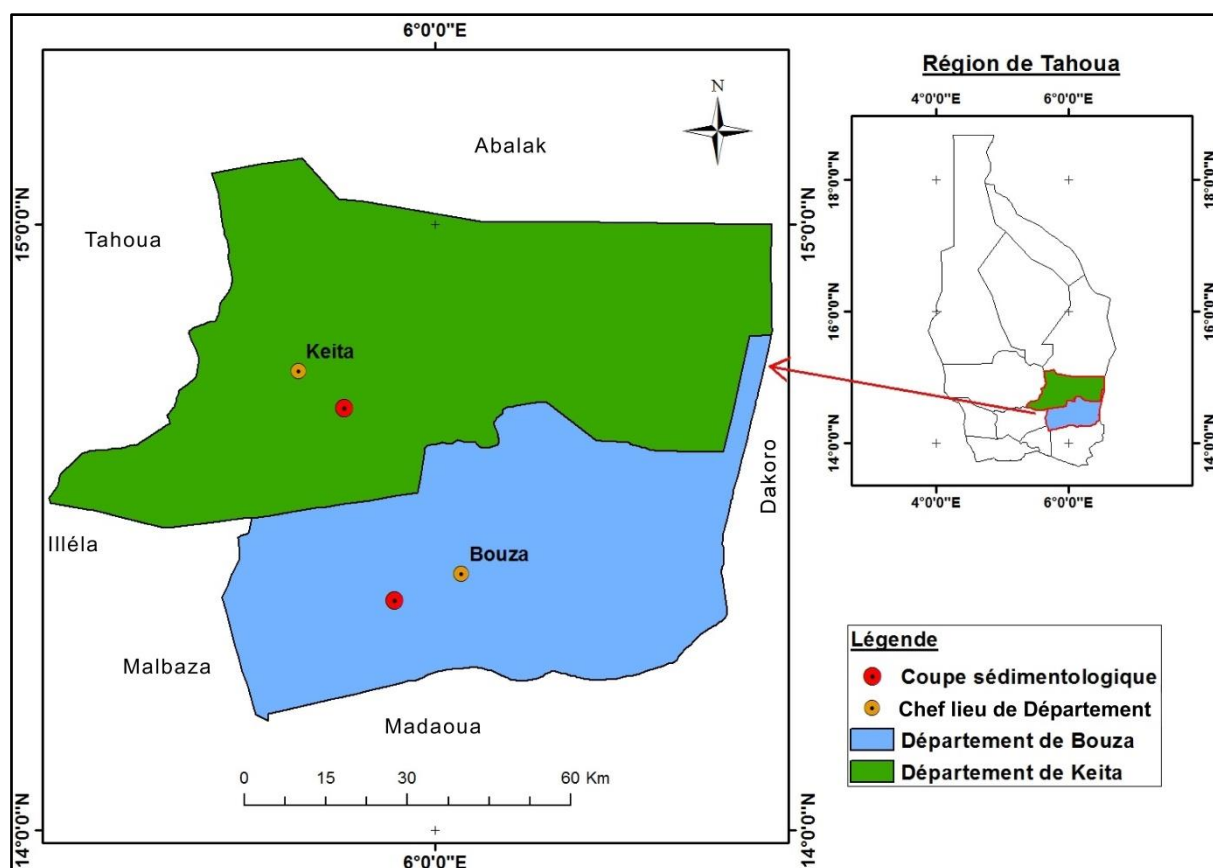


Fig. 1. Localisation de la zone d'étude et des deux coupes sédimentologiques réalisées

3 CONTEXTE GEOLOGIQUE

3.1 CONTEXTE GEOLOGIQUE REGIONAL

La zone d'étude est située dans la province géologique de l'Ader Doutchi (Fig. 2.). Elle fait partie intégrante du bassin des Iullemmeden (Fig. 4.). Les descriptions lithostratigraphiques réalisées par [5], [4], [8], [10], [13], [15], [17], [16], [18] ont permis de distinguer six (6) Formations, dont l'épaisseur totale est d'environ 250 m. De la base au sommet, peuvent être distinguées les Formations de l'Alanbanya, de Farin Doutchi, d'In-Wagar, de Garadaoua, de l'Ader Doutchi ou Continental terminal 1 (Ct¹), du Continental terminal 2 (Ct²) et du Continental terminal 3 (Ct³). Les Formations du Ct² et du Ct³ sont regroupées par [13], dans la Formation de Birni N'Konni ou K (K1, K2 et K3). Cette dernière, ainsi que la Formation de l'Alanbanya, n'a pas été étudiée dans cet article.

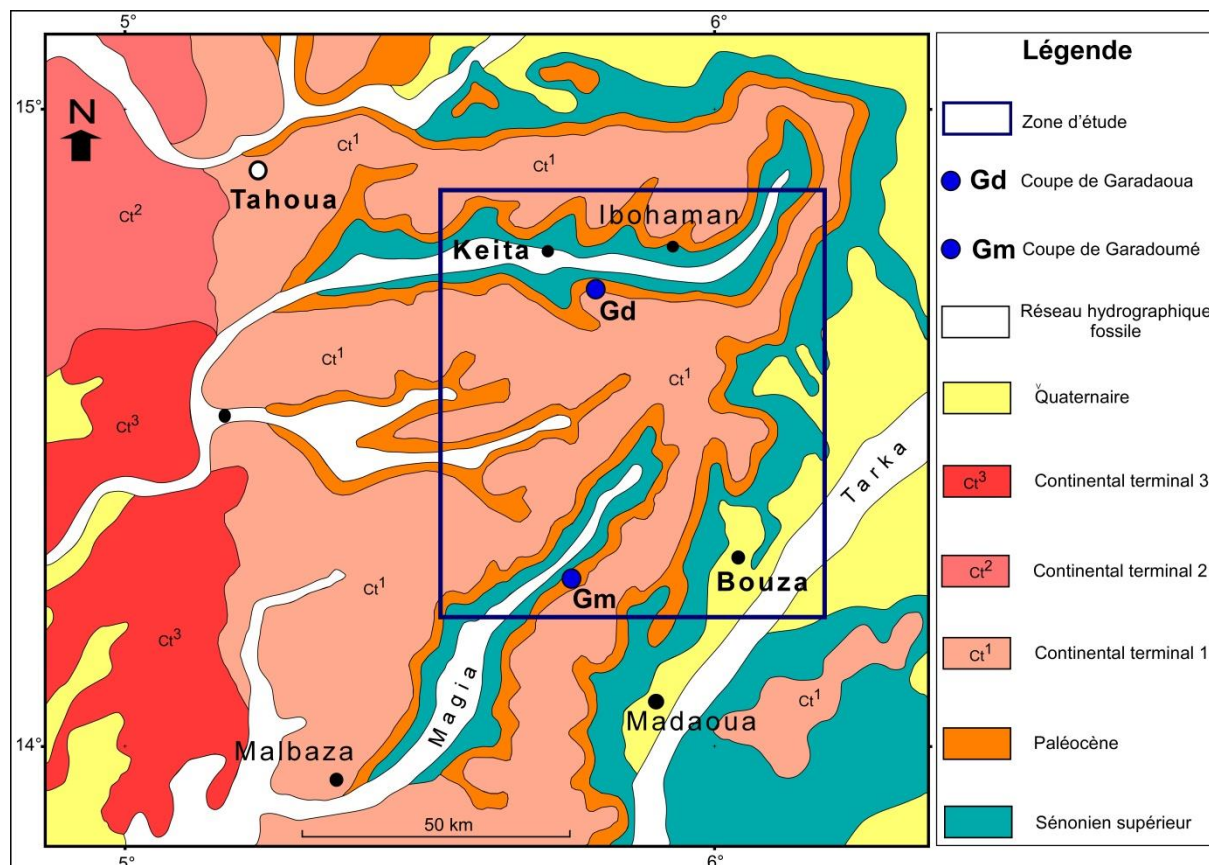


Fig. 2. Carte géologique de la zone d'étude (extraite de [5], modifiée)

3.2 PALEOGEOGRAPHIE DE LA ZONE D'ETUDE

La zone d'étude fait partie intégrante du grand bassin des Iullemmeden, dont l'histoire géologique est caractérisée par deux grandes périodes de transgressions marines séparées par une longue période de régression allant du Permien au Crétacé inférieur [19]. Selon [20], ces processus de transgression et de régression ont permis de mettre en évidence trois incursions marines, qui se sont produites pendant le Paléozoïque (au Silurien, au Dévonien moyen et supérieur et au Carbonifère inférieur), auxquelles il faut ajouter les cinq incursions marines du Méso-Cénozoïque [4], [16], [21]. Le Crétacé supérieur (Cénomaniens supérieur-Maastrichtien) (96 à 65 Ma) et le Paléogène (Paléocène supérieur-Yprésien) (65 à 46 Ma) sont marqués par cinq incursions marines (notées T1, T2, T3, T4 et T5) [4], [12], [15] (Fig. 3.).

Pour la plupart des auteurs, ces transgressions viendraient d'abord du Nord-Est (T1, T2 et T3) puis du Nord-Ouest (T4 et T5) (Fig. 3.). Elles se sont produites principalement au Cénomaniens supérieur (T1 et T2), au Turonien inférieur (T3), au Maastrichtien (T4) et au Paléocène-Yprésien (T5). Ces transgressions ont été datées par des Ammonites. Seules les deux dernières transgressions (T4 et T5) ont été analysées dans la présente étude. D'autres auteurs, comme [22], [23], regroupent les deux premières transgressions (T1 et T2) en une seule, car ces auteurs estiment qu'il s'agit d'une même transgression qui aurait affecté le Cénomaniens supérieur et le Turonien inférieur avec des fluctuations mineures du niveau marin [24].

Le schéma paléogéographique de [4] est aujourd'hui abandonné au profit de celui proposé par [14], [25], [26], [27]. Pour ces derniers auteurs, les transgressions atteignent le bassin des Iullemmeden par des chenaux maritimes étroits, situés au droit des fossés tectoniques ou des gouttières topographiques. Elles s'étalent pour former des mers intérieures [24] (Fig. 3.).

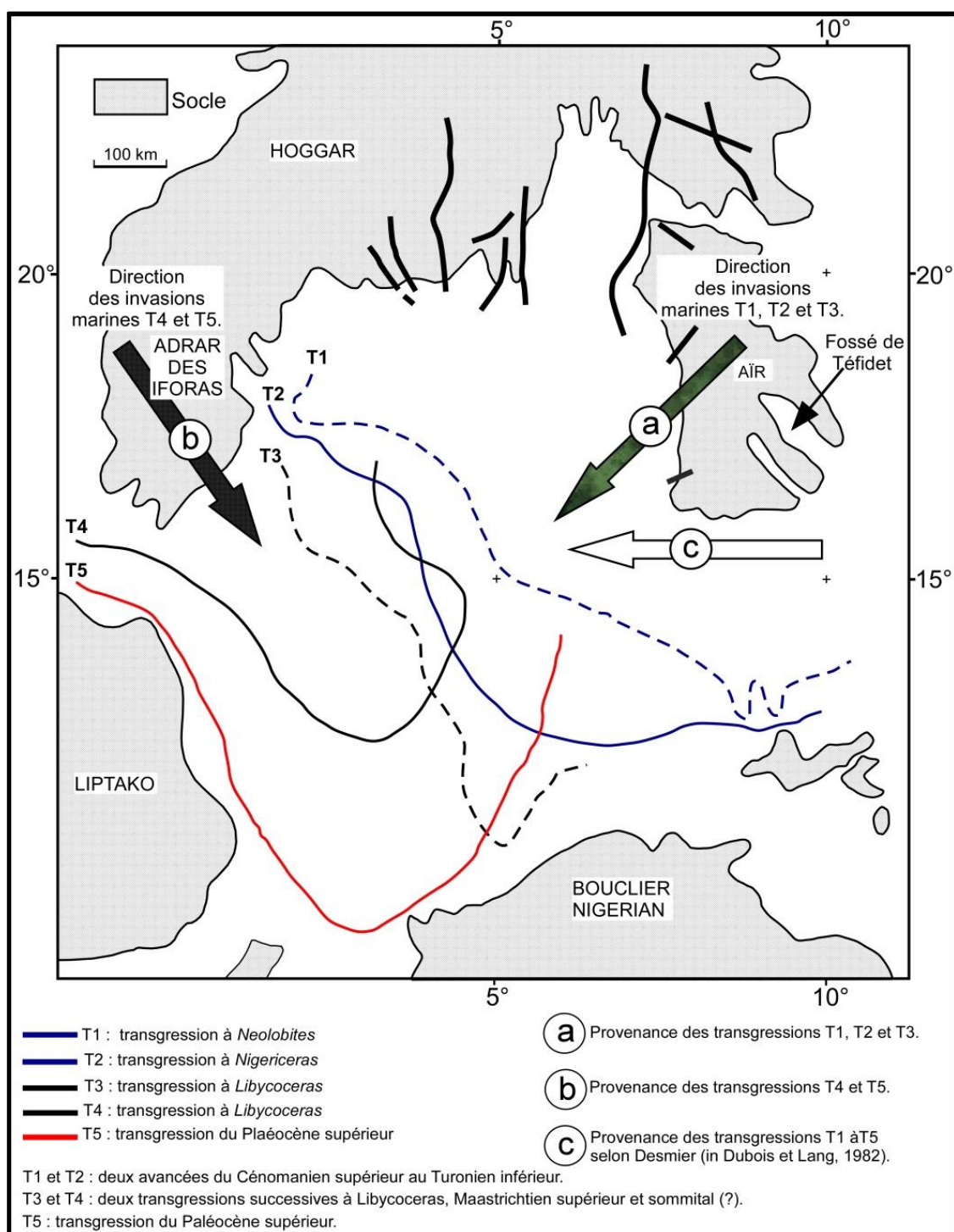


Fig. 3. Extension des transgressions marines du Crétacé supérieur et du Tertiaire dans le bassin des Iullemmeden [4], [15], [24]

Le bassin des Iullemmeden correspond à un domaine de sédimentation intracratonique [28], affecté par des mouvements épirogéniques [29], qui auraient favorisé une migration des aires de dépôts vers le Sud-Ouest pendant le Mésozoïque et le Cénozoïque. Les dépôts maastrichtiens et paléogènes affleurent dans le bassin des Iullemmeden, formant une auréole allant du Mali (Nord-Ouest) au Nigéria (Sud-Ouest) en passant par le Niger occidental [1] (Fig. 4.). Ce qui a permis la mise en place des dépôts paléozoïques au Nord et des dépôts méso-cénozoïques au Sud.

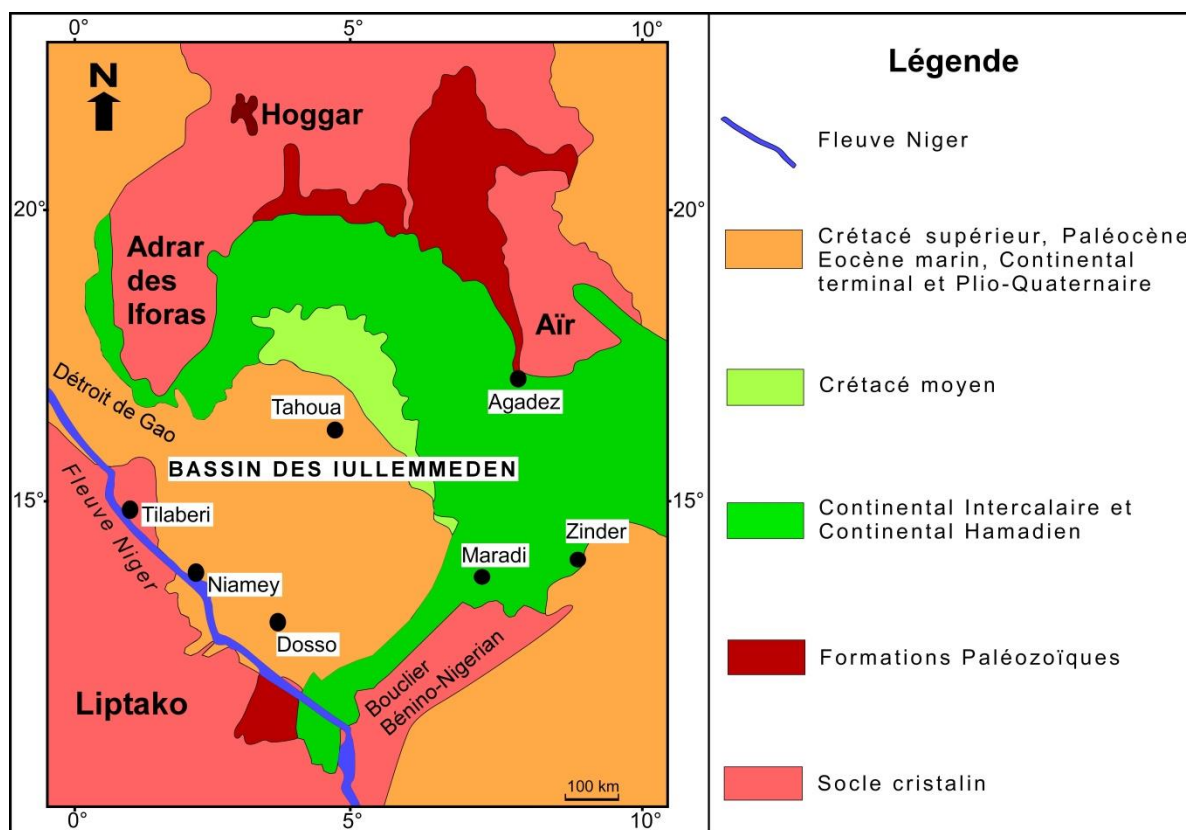


Fig. 4. Carte géologique simplifiée du bassin des Iullemmeden ([4], modifiée)

4 APPROCHE METHODOLOGIQUE

La démarche adoptée est essentiellement basée sur les travaux de terrain et de laboratoire:

- Les travaux de terrain ont consisté à la description et à l'échantillonnage des différents affleurements, ainsi qu'à la description et à la récolte des macrofossiles. Au total, plus de 200 macrofossiles ont été récoltés.
- Les travaux de laboratoire concernent la confection des lames et leur observation au microscope polarisant. Les lames minces ont été confectionnées sur les échantillons provenant: (i) du niveau calcaire marneux à gypse de la Formation de Farin Douchi, (ii) des calcaires et des calcaires marneux du membre de Tamaské de [15] ou G2 de [4] et, (iii) des grès ferrugineux à oolites ferrugineuses des séries sidérolitiques de l'Ader Douchi. Ainsi, un total de 79 lames minces ont été confectionnées. Après identification des microfossiles, des microphotographies ont été réalisées.

5 RESULTATS

Les deux coupes levées ainsi que les échantillonnages prélevés, dans le cadre de cette étude, sont localisés dans la partie sud de la province géologique de l'Ader Douchi, respectivement dans les secteurs de Garadaoua (Département de Keita) et de Garadoumé (Département de Bouza) (Fig. 1.). La coupe de Garadaoua est située à 10 km, au Sud-Est de la ville de Keita, à proximité du village de Garadaoua, tandis que celle de Garadoumé est localisée à environ 15 km, au Sud-ouest de la ville de Bouza (Fig. 5.), non loin du village de Kaoura Goga.



Fig. 5. Localisation des coupes sédimentologiques de Garadaoua et de Garadoumé. Le paysage se présente en brousse tigrée.
Pl: Plateau; Va: Vallée (Image GoogleEarth, 2021)

5.1 DESCRIPTION LITHOSTRATIGRAPHIQUE

La coupe sédimentologique de Garadaoua a été levée à proximité du village de Garadaoua. Elle débute au point de latitude N 14°41'57,7" et de longitude E 05°50'27,4". Son sommet s'observe au point de latitude N 14°40'47,9" et de longitude E 05°51'34,6". La coupe de Garadaoua a une puissance d'environ 145 m. La coupe sédimentologique de Garadoumé a été réalisée dans les environs du village de Kaoura Goga. Ses dépôts de base sont situés au point de latitude N 14°23'25,8" et de longitude E 5°55'26,6". Elle se termine sur le plateau du village de Hilin Jirgui, au point de latitude N 14°22'29,9" et de longitude E 05°50'27,4". La coupe de Garadoumé a une puissance d'environ 150 m.

La compilation des données de terrain des deux coupes sédimentologiques levées (Fig. 12.) a permis d'établir la colonne lithostratigraphique synthétique (Fig. 12.) de la zone d'étude qui comprend quatre (4) ensembles sédimentaires. De la base au sommet, il s'agit:

5.1.1 DES FORMATIONS ARGIL-SABLEUSES DE L'ALANBANYA ET DE FARIN DOUTCHI

Cet ensemble de base comprend 5 faciès (Fig. 6., Fig. 12.).

- Le **faciès 1**, d'une épaisseur d'environ 11 m, est constitué à sa base par des argiles silteuses bariolées (bleu, lie de vin, verte, jaunâtre), des argiles schisteuses bariolées (gris, lie-de-vin et bleu) dans la partie médiane et des argiles massives blanches, plus ou moins silteuses au sommet. Ce faciès renferme dans les fractures, des filonnets discontinus de gypse en plaquettes pluricentimétriques. Par endroit, des taches jaunâtres de natrojarosites ($\text{Na Fe}_3 (\text{OH})_6 (\text{SO}_4)_2$) ou de jarosites ($\text{K}^+ \text{Fe}^{3+}_3 (\text{OH})_6 (\text{SO}_4^{2-})_2$) ont été observées. Elles affleurent sur environ 2 m à Garadaoua.
- Le **faciès 2** affleure sur environ 3 m (Fig. 6.). Il est constitué d'argilites compactes, schisteuses par endroit. Les niveaux de base, d'environ 0,2 m, sont constitués de calcaires argileux, de couleur blanchâtre à rougeâtre voire jaunâtre, très riches en fossiles de lamellibranches, de foraminifères et d'Oursins (Fig. 6., B). Ces argilites, de couleur blanche ou noirâtre, se présentent, par endroit, sous forme de bancs décimétriques. Localement, ces argilites renferment parfois de gypse en filonnets, pluri-millimétriques à centimétriques, horizontaux ou dans les fractures.
- Le **faciès 3**, d'une puissance de 5 à 7 m d'épaisseur, est constitué d'alternances d'argilites silteuses grises à verdâtres et de siltites argileuses blanchâtres. Ce faciès renferme, par endroits, des blocs pluridécimétriques d'argilites bariolées (noire et lie-de-vin) (Fig. 6., A).

- Le **faciès 4**, est représenté par des argiles schisteuses, friables, de couleur grise à rougeâtre (Fig. 6., A). D'une puissance d'environ 0,3 à 0,8 m, il est constitué de sables très fins.
- Le **faciès 5**, d'environ 1,5 m d'épaisseur, représente la limite supérieure de la première falaise. Il est constitué de grès latéritiques oolithiques, ferrugineux, présentant des alternances de niveaux grés-argileux compacts et de minces niveaux d'argilites (pluricentimétriques à décimétriques).

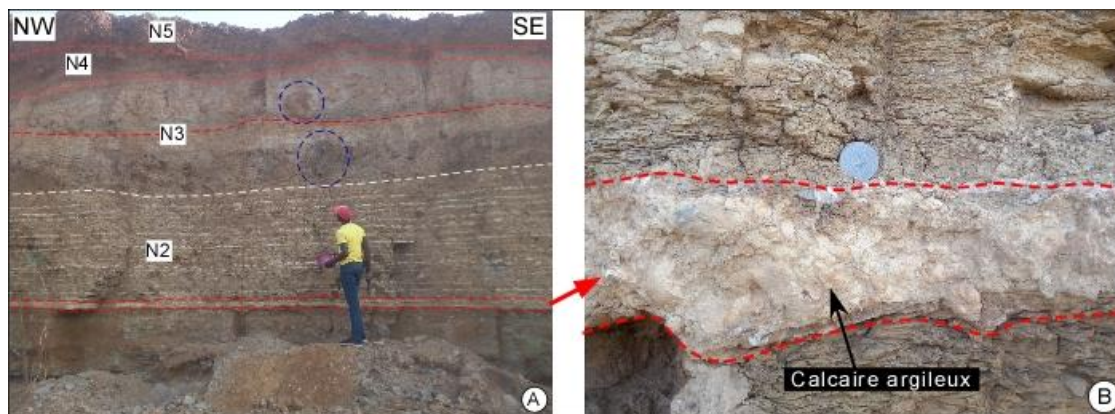


Fig. 6. Formation de Farin Douchi (Falaise 1). (A) de la base au sommet: argilites gypsifère présentant un niveau de calcaires argileux à gypse (FD1 ou faciès 2 ou N2), alternance d'argiles silteuses et de siltites argileux à blocs (faciès 3 ou N3), argiles schisteuses (faciès 4 ou N4) et grès argileux oolithique ferrugineux (faciès 5 ou N5). (B) calcaires argileux, riches en fossiles de lamellibranches, limités à leur base par une discordance de ravinement

5.1.2 LES ARGILITES SABLEUSES ET LES SABLES ARGILEUX DE LA FORMATION D'IN WAGAR

La Formation d'In Waggar renferme 3 faciès (Fig. 7., Fig. 12.)

- Le **faciès 6** a une puissance de 3 à 5 m (Fig. 7.). Il est constitué de sables très fins et d'argilites consolidées, de couleur bariolée. Au niveau de certains affleurements, des argilo-siltites friables, de couleur grisâtre, jaunâtre et blanchâtre ont été observées. Elles sont limitées par une surface durcie, constituée d'argilites sableuses, de couleur lie-de-vin. Le faciès 6 présente des stratifications obliques ainsi que des moulages de fossiles (Fig. 7.).
- Le **faciès 7**, d'une puissance d'environ 5 m (Fig. 7.), est constitué, à sa base par des argilites et de sables fins de couleur bariolée. La partie médiane est représentée par une alternance de litages obliques plans, associée à des siltites argileuses et à de sable de couleur jaune à blanche. On note, localement, la présence d'importants dépôts de nodules phosphatés, millimétriques à pluricentimétriques (Fig. 7., B). La partie supérieure, de ce faciès, est constituée d'argilites sableuses de couleur bariolée. Elle présente également des traces de terriers et de moulages de fossiles. Localement, des ossements et des dents de vertébrés ont été observés.
- Le **faciès 8**, d'une épaisseur comprise entre 0,5 à 2 m (Fig. 7.), marque la limite supérieure de la deuxième falaise. Il est constitué d'une alternance de latérites sableuses et de grès ferrugineux argileux compacts. Ces dépôts, de couleur bariolée, sont localement très riches en nodules phosphatés ou ferrugineux.

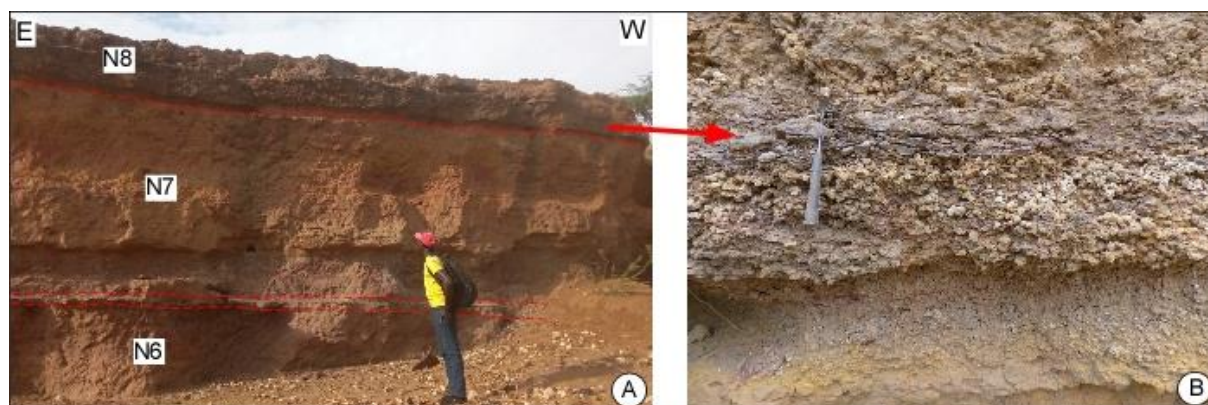


Fig. 7. Formation d'In Waggar ou Falaise 2. (A) sables argileux (IW1 ou faciès 6 ou N6), limités par une surface durcie et surmontés par des sables argileux à litages subhorizontaux (faciès 7 ou N7) et des grès ferrugineux argileux (faciès 8 ou N8). Les faciès 7 et 8 (IW2) sont très riches en nodules phosphatés. (B) nodules phosphatés dans les grès ferrugineux argileux (faciès 8)

5.1.3 LA FORMATION MARNO-CALCAIRE DE GARADAOUA

Six faciès ont été distingués dans la Formation marno-calcaire de Garadaoua (Fig. 8., Fig. 12.).

- Le **faciès 9**, d'une épaisseur d'environ 4 m (Fig. 8.), est constitué d'argilites silteuses, plus ou moins, schisteuses ou compactes. Ces argilites de couleur bariolée sont recoupées par des fractures renfermant du gypse dendritique et de filonnets de gypse. Les fractures renferment également de la poudre jaunâtre de natrojarosites ($\text{Na Fe}_3 (\text{OH})_6 (\text{SO}_4)_2$) ou de jarosites ($\text{K}^+ \text{Fe}^{3+}_3 (\text{OH})_6 (\text{SO}_4^2)_2$).
- Le **faciès 10**, d'environ 3 m de puissance, est constitué d'argilites et de sables fossilifères (Fig. 8.). Le sommet, plus ou moins marneux, présente des poches de décalcifications.
- Le **faciès 11**, d'une puissance de 7 à 15 m, est constitué de calcaires crayeux, noduleux et argileux. Ce faciès renferme des fossiles de gastropodes, d'oursins, de bivalves, de nautilus et de restes d'huîtres. Il présente à sa base, par endroits, des blocs pluricentimétriques à pluridécimétriques de grès ferrugineux oolithiques (Fig. 8.). En affleurement, sa partie médiane est affectée par une zone de failles, d'orientation globale, N150° (Fig. 8.).

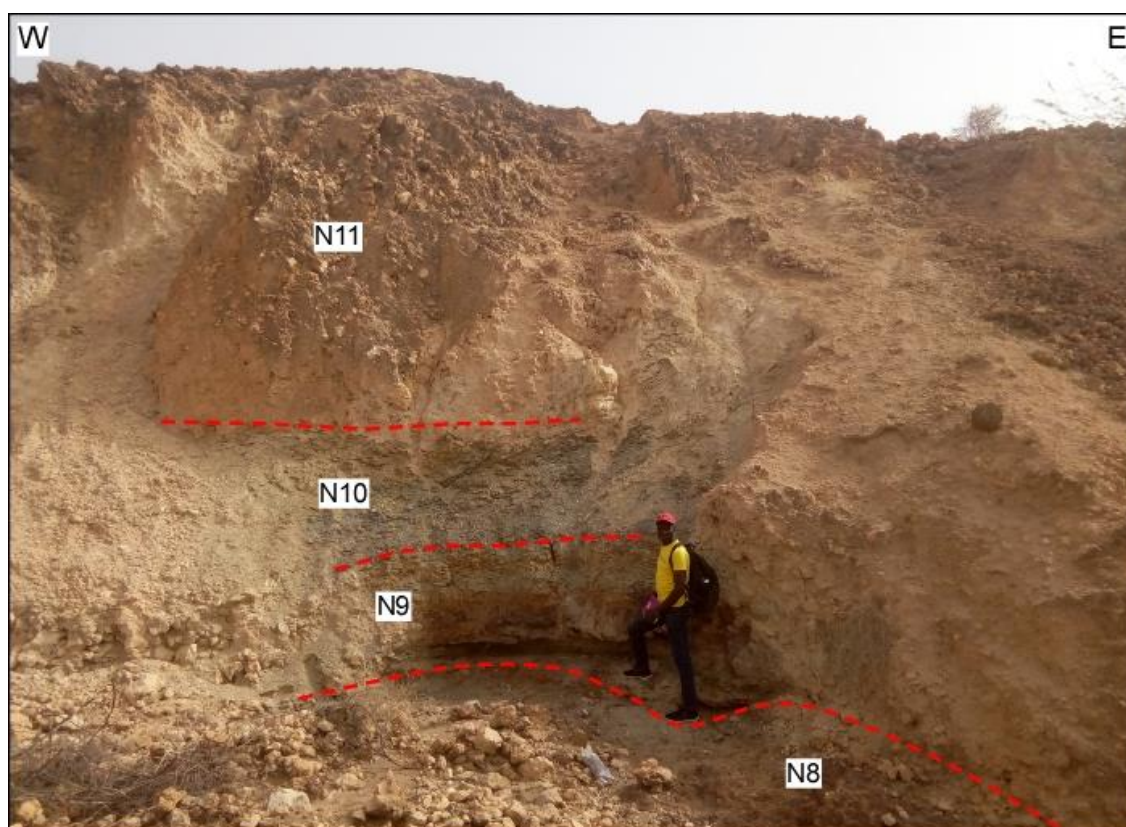


Fig. 8. Falaise 3 (Niveaux 8 à 11), constituée: de grès ferrugineux argileux à nodules phosphatés (faciès 8), d'argilites silteuses (membre Kao1 ou faciès 9), d'argilites schisteuses (membre Kao2 ou faciès 10) et de calcaires fossilifères noduleux et argileux (membre Tm1 ou faciès 11)

- Le **faciès 12** est constitué de 10 à 25 m de calcaires crayeux, homogènes, disposés en bancs et en inter-bancs subhorizontaux (Fig. 9.). Les bancs de calcaires, compacts, sont séparés par des inter-bancs de calcaires argileux. Au-dessus des calcaires noduleux, 8 bancs de calcaires et 8 inter-bancs de calcaires argileux ont été identifiés dans le secteur de Garadaoua. Au niveau des affleurements de Garadoumé, sur les calcaires noduleux de base, 5 bancs et 4 interbancs peuvent être distingués. Le faciès 12 renferme des fossiles de gastropodes, d'oursins, de bivalves, de nautilus et d'huîtres.
- Le **faciès 13** est constitué de 5 m de marnes compacts, riches en grès ferrugineux à tendance conglomératique (Fig. 9., B). Ce faciès se débite en blocs. Les marnes sont très riches en fossiles de bivalves et de gastéropodes.
- Le **faciès 14**, d'une épaisseur d'environ 2 m, est constitué de schistes cartons fossilifères, compacts, parfois sableux, de couleur verdâtre ou bleu.

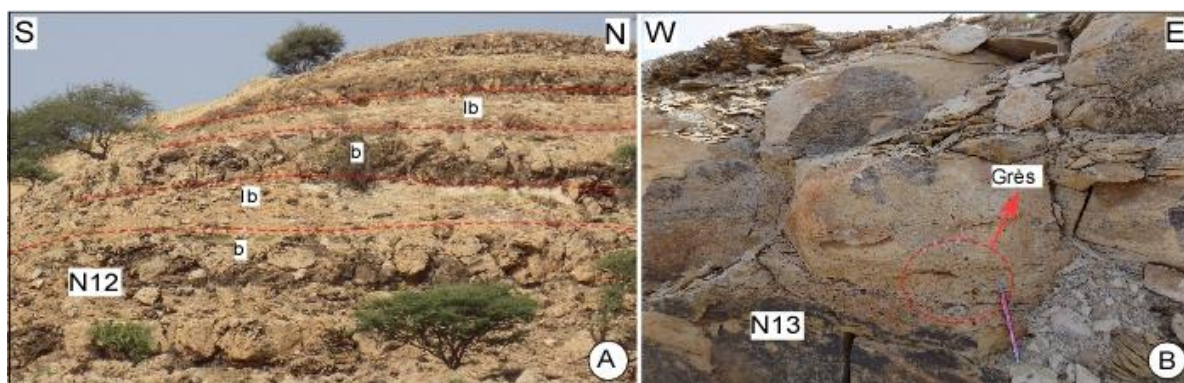


Fig. 9. Falaise 4 (Niveaux 12 à 13), renfermant des calcaires et des marnes fossilifères. (A) alternance de bancs calcaires et d'inter-bancs de calcaires argileux (Tm2, N12). (B) calcaires argileux à grès ferrugineux à tendance conglomératique (Bm1, N13). (b): bancs, (lb): inter-bancs

5.1.4 GRÈS FERRUGINEUX À OOLITHES FERRUGINEUSES ET À ARGILITES LATÉRIQUES DE LA FORMATION DE L'ADER DOUTCHI

La Formation de l'Ader Doutchi est représentée par le faciès 15. Ce faciès, d'une puissance d'environ 45 m, est constitué, à la base, d'argiles silteuses, latéritiques, pisolithiques à oolithes ferrugineuses. La partie médiane est composée d'une alternance de bancs irréguliers. Ces derniers sont constitués d'argiles kaoliniques ou latéritiques, d'oolithes et de pisolithes ferrugineuses. Au sommet, alternent des grès argileux à pisolithes et des oolithes ferrugineuses consolidées, renfermant des bancs latéritiques friables (Fig. 10.). Ce faciès présente des traces de fossiles à la base, ainsi que des ichnotubulures verticales dans les parties médiane et supérieure. La partie supérieure est souvent plissée (Fig. 10.).



Fig. 10. Falaise 6 (N 15): partie supérieure (Ar3) du Continental terminal 1 (Ct¹) montrant une alternance de grès ferrugineux oolithiques et d'argiles sableuses dans le secteur de Garadaoua

Des lames minces réalisées sur des échantillons de la série sidérolitique de l'Ader Doutchi (Ar ou Ct¹) ont permis d'identifier trois types d'oolithes et de pisolithes ferrugineuses. Il s'agit des oolithes α , γ et des proto-oolithes (Po) (Fig. 11.). Les oolithes observés présentent les mêmes caractéristiques que celles décrites par [30], [31] dans les dépôts du Continental terminal indifférencié du bassin de Kandi. Ainsi, nous pouvons conclure que les oolithes ferrugineuses du Ct¹, de par leurs formes, leurs tailles et leurs types témoignent de l'existence d'une oolithisation anté- et synsédimentaire. On note, également, une importante transformation de la pyrite en sidérose. Les parties médiane et supérieure de ce faciès (Faciès 15 ou N15) constituent la sixième falaise (Fig. 10., Fig. 12.).

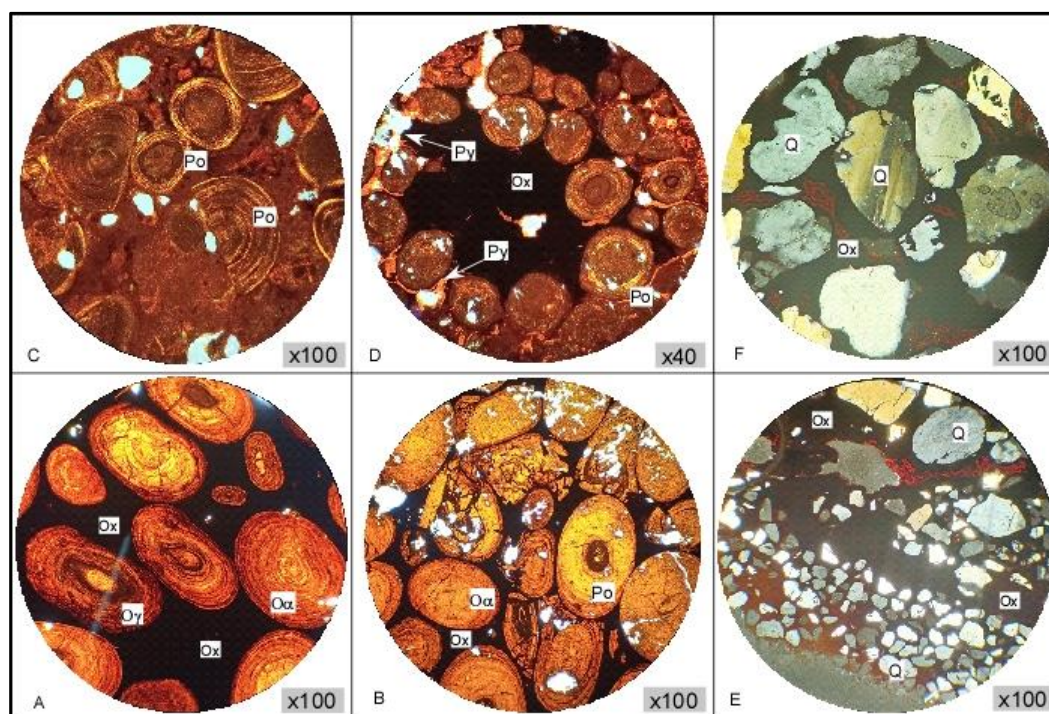


Fig. 11. Microphotographies des différents types d'oolithes ferrugineuses (A, B, C et D). Grès ferrugineux (E et F). Ciment riche en oxyde (A, B, C, D, E et F) dans les dépôts du Continental terminal 1 (Ct¹). Oα (oolithes α), Oγ (oolithes γ), Po (Proto-oolithes), Ox (Oxydes), Q (Quartz)

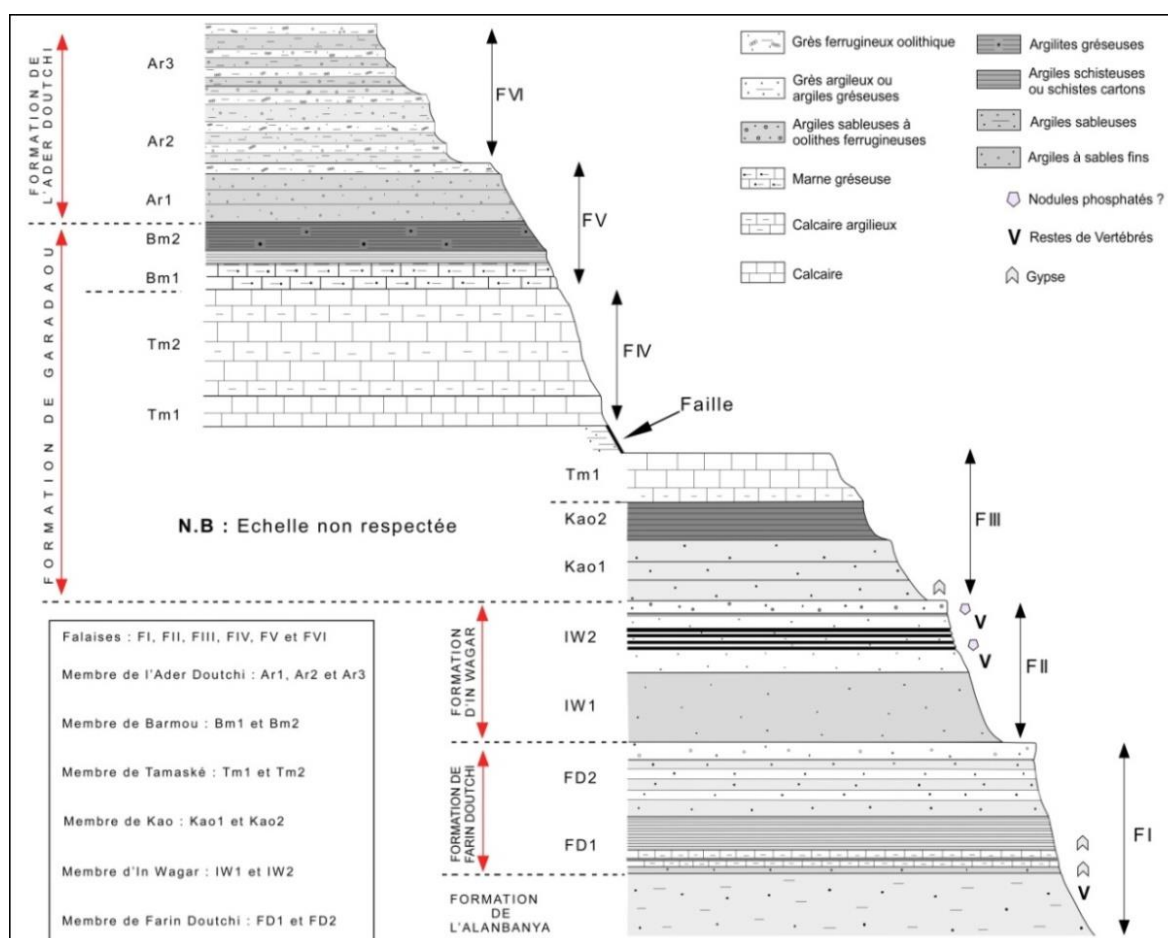


Fig. 12. Coupe sédimentologique synthétique montrant les différents membres et les six (6) falaises (FI à FVI) des secteurs de Garadaoua et de Garadoumé. FD (Farin Douchi), IW (In Wagar), Tm (Tamaské), Bm (Barmou), Ar (Ader Douchi)

5.2 CONTENU PALEONTOLOGIQUE

Les fossiles (macro et micro) observés au cours de cette étude proviennent des dépôts calcaires et marneux. En ce qui concerne les macrofossiles, plus de 300 fossiles ont été récoltés. Au total, 71 lames minces de calcaires argileux de la Formation de Farin Doutchi et des calcaires et marnes des membres de Tamaské et de Barmou ont été confectionnées et observées. Les résultats obtenus ont permis d'identifier une faune (micro et macro) très diversifiée.

5.2.1 MACROFOSSILES

Les macrofossiles des secteurs étudiés sont constitués de bivalves, d'oursins, de gastropodes, de nautilus et de restes d'huîtres (Fig. 13.). Les calcaires à gypse de la première falaise sont très riches en fossiles de lamellibranches (Fig. 13., a). Un important cimetière de lamellibranches a permis d'identifier une mince couche de calcaires argileux à la base de la Formation de Farin Doutchi (Fig. 13., a). La présence de l'espèce d'oursins, *Linthia sudanensis*, dans les calcaires de la Formation de Garadaoua indique, d'après les anciens auteurs, [23], [15], l'existence d'une mer épicontinentale.

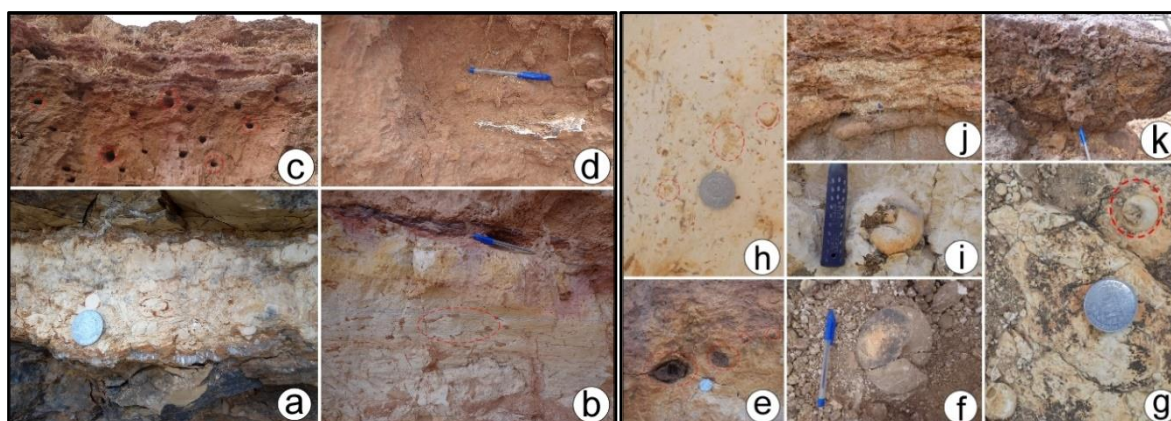


Fig. 13. Macrofossiles et traces de fossiles. (a) calcaires argileux à lamellibranches et à gypse secondaire (FD1, faciès 2). (b) ichnotubulures termitiques (IW1, faciès 7). (c) moulage de fossiles (IW1, faciès 7). (d) ossements de vertébrés (IW2, faciès 7). (e) restes d'huîtres dans les calcaires (Tm2, faciès 12). (f et i) espèces de nautilus *Deltoïdonotilus Moli* (Tm2, faciès 12). (g) calcaires très riches en coquilles de bivalves et de gastéropodes (Tm2, N12). (h) traces de bivalves et de moulages de gastropodes (Bm2, faciès 14). (j) traces de terriers (Ar2, faciès 15). (k) ichnofossiles (Ar1, faciès 15)

5.2.2 MICROFOSSILES

Compte tenu de la qualité des échantillons, les microfossiles présentés dans cette partie proviennent des observations de lames minces des calcaires argileux à lamellibranches (faciès 2) de la Formation de Farin Doutchi et des calcaires et des marnes de la Formation de Garadaoua (Fig. 14.). Les observations des lames minces montrent la présence de microfossiles de foraminifères, de bivalves et des radioles d'oursins (Fig. 14.). Les calcaires et les marnes de la Formation de Garadaoua renferment des foraminifères benthiques de l'espèce *Ranikothalia bermudezi*. D'après les travaux de [23], [15], l'espèce *Ranikothalia bermudezi* indique un âge paléocène supérieur.

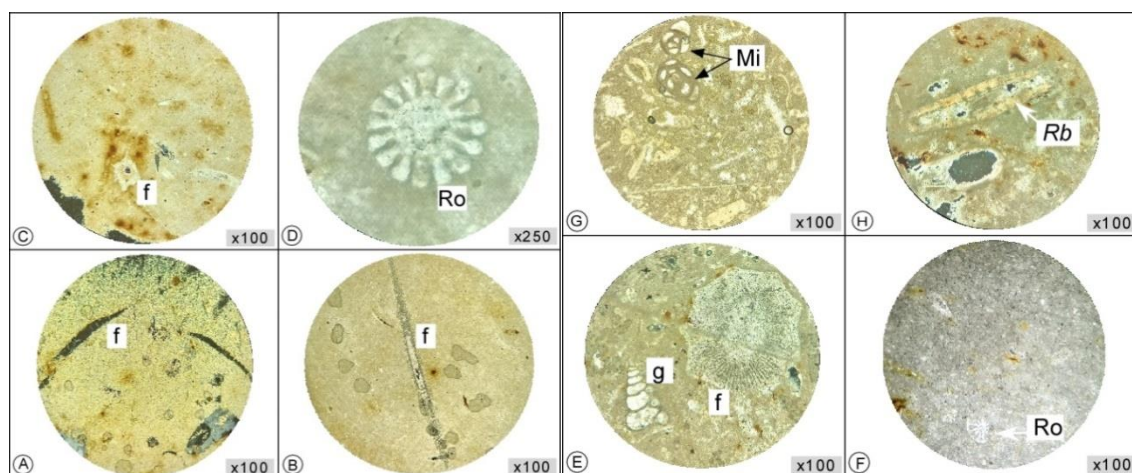


Fig. 14. Microphotographies de calcaires montrant des microfossiles de foraminifères (Rb, f et Mi), de gastropodes (g) et d'oursins (Ro) dans les secteurs de Garadaoua et de Garadoumé. A, B, C et D: calcaires argileux de la Formation de Farin Doutchi. E, F, G et H: calcaires et marnes de la Formation de Garadaoua. (f): foraminifères, espèce de foraminifères *Ranikothalia bermudezi* (Rb), sous-famille de foraminifères *Miliolae* (Mi); Radioles d'Oursins (Ro)

6 DISCUSSION

Les observations de terrains ont concerné six (6) falaises dans les secteurs de Garadaoua et de Garadoumé. Les levés effectués sont similaires aux descriptions réalisées par les anciens auteurs ([4], [15], [23]), des Formations d'Alambanya, de Farin Doutchi, d'In Wagar, de Garadaoua et du Continental terminal 1 (Ct1). L'identification des falaises dans les affleurements de l'Ader Doutchi est inédite. La Formation d'Alambanya n'affleure pas en totalité sur les coupes réalisées. Les Formations de Farin Doutchi et d'In Wagar ont été subdivisées, chacune, en deux membres, qui ont été nommés: FD 1 et FD 2 pour la Formation de Farin Doutchi et IW1 et IW2 pour la Formation d'In Wagar. En effet, FD 1 correspond à la Formation F1 de [13] tandis que FD2 regroupe la F2, F3 et la W1 de [13] ou les FD2 et FD3 de [1]. Les membres IW1 et IW2 sont similaires aux descriptions de [1] dans la région de Kao. [1] distinguent au sein de la Formation d'In Wagar deux membres bien individualisés. Ils sont, chacun, épais d'environ 15 m dans la région de Kao. Le membre inférieur (IW1), équivalent de W2 de [13], est gréseux et ferrugineux avec des niveaux oolithiques, des débris de bois et des fructifications. Pour notre part, les observations lithologiques ont permis de placer la base du premier membre de la Formation d'In Wagar de [15] au sommet du niveau de grès ferrugineux oolithiques. Le membre supérieur (IW2) de [15], dans notre secteur d'étude, est tantôt silto-argileux ou tantôt silto-sableux. Ce membre est très riche en nodules phosphatés. Le membre IW2 contient des ossements et des dents de vertébrés. [15], [1] indiquent que le membre supérieur (IW2), équivalent de W3 et W4 de [13], est à dominante silto-sableuse avec des siltites noires bioturbées et des niveaux sableux à grands litages obliques ou horizontaux. Le membre IW2 contient des niveaux ferrugineux à bivalves (*Aphrodina*), des racines et des fructifications.

Les membres de la Formation de Garadaoua (membre de Kao, membre de Tamaské et membres de Barmou) de [15], ont été subdivisés, chacun, dans la présente étude, en deux membres. Ces derniers sont nommés: Kao1 et Kao2 pour le membre de Kao, Tamaské 1 (Tm1) et Tamaské (Tm2) pour le membre de Tamaské et Barmou 1 (Bm1) et Barmou 2 (Bm2) pour le membre de Barmou (Fig. 12.).

Nous avons subdivisé la Formation de l'Ader Doutchi ou Ct¹ en 3 membres: Ar1, Ar2 et Ar3 (Fig. 12.). Les membres inférieur et médian (Ar1 et Ar2) de la Formation de l'Ader Doutchi ne sont pas plissés (Fig. 12.).

Du point de vue paléontologique, les macrofossiles observés sont constitués de gastéropodes, de nautes, d'oursins, de bivalves et de restes d'huîtres. Les microfossiles identifiés sont constitués de radioles d'oursins, de gastéropodes et de foraminifères. On note la présence dans les calcaires de la Formation de Garadaoua, de l'espèce de foraminifère benthique *Ranikothalia bermudezi* et de l'espèce d'Oursins *Linthia sudanensis*. L'association *Ranikothalia bermudezi* (et éventuellement *R. tessieri*), *Linthia sudanensis* et *Plesiolampas saharae*, observée dans le membre de Tamaské, caractérise le Paléocène supérieur dans de nombreux pays d'Afrique (Nigeria, Mali, Algérie notamment) [1]. Par ailleurs, l'ostracofaune indique également un âge paléocène supérieur [32]. Ce qui rejoint les conclusions de [8], qui a attribué un âge thanétien (Paléocène supérieur) à la série calcaire de Malbaza. La même association faunique a été signalée par [15] dans la région de Kao (Ader Doutchi Nord). Par ailleurs, l'âge paléocène supérieur du membre de Tamaské est en accord avec les attributions stratigraphiques de [4], [7], [10], [15], [8], [23], [12], [13].

Dans la Formation du Continental terminal 1, des oolithes de type α , γ et des proto-oolithes et des oolithes composites ont été identifiés. On note la présence de la pyrite entre certaines oolithes ferrugineuses. Les observations de lames minces mettent en évidence

une altération de la pyrite en sidérose. D'après les travaux de [30], [31], dans le continental terminal indifférencié du bassin de Kandi, ces dépôts sont d'âge d'oligocène à miocène.

7 CONCLUSION

L'analyse sédimentaire et paléontologique des Formations maastrichtiennes et paléogènes des secteurs de Garadaoua et de Garadoumé (région de Tahoua, centre-sud du Niger) a permis de mettre en évidence au niveau des six (6) falaises étudiées: les Formations d'Alambanya, de Farin Doutchi, d'In Wagar, de Garadaoua et du Continental terminal 1. Ces différentes Formations ont été subdivisées, chacune, en deux ou plusieurs membres.

Les associations de fossiles (macro et micro) de gastéropodes, d'oursins, de nautilus, de bivalves de foraminifères indiquent que les Formations de Farin Doutchi, d'In Wagar et de Garadaoua se sont mises en place dans un milieu marin. La présence de l'espèce de foraminifères benthique *Ranikothalia bermudezi* suggère un âge Paléocène supérieur de la Formation de Garadaoua. Tandis que la présence de l'espèce d'oursin *Linthia sudanensis* indique un environnement de dépôt de type mer épicontinentale.

La présence des oolites de types α , γ et des proto-oolites dans la Formation continentale de l'Ader Doutchi (Ar ou Ct1) caractérise un milieu agité, ayant subi plusieurs phases, d'oolithisation.

REFERENCES

- [1] M. Dikouma, J. Lang, and A. Pascal, "Transgression Maastrichtiennes et paléogènes dans le bassin des Iullemmeden (Niger), " Newsl. Stratigr, 29 (2). Berlin. Stuttgart, pp. 105-124p, 1993.
- [2] K. Laouali Idi, A. Sani, and M. Konaté, "Analyse Du Remplissage Sédimentaire De La Partie Centrale Du Bassin Des Iullemmeden (Niger Central) Pendant La Période Allant Du Crétacé Supérieur Au Paléocène-Yprésien Et Transgressions Associées, " European Scientific Journal, ESJ, 17 (29), 16, 2021.
- [3] C. Monciardini, "Etude micropaléontologique de la série marine crétacé-tertiaire du bassin des Iullemmeden, principalement dans la subdivision de Ménaka (Soudan occidental), " Rap. BRGM, inédit, 14 p, 1959.
- [4] J. Greigert, "Description des Formations crétacées et tertiaires du bassin des Iullemmeden (Afrique occidentale), " -Pub. Direct. Mines et Géol. Niger, 2 et Mém. BRGM, 32, 234 p, 1966.
- [5] J. Greigert, and R. Pognet, "Carte géologique de la république du Niger au 1/2.000, " BRGM ed. Paris, France, 1965.
- [6] J. Greigert and R. Pognet, "Essai de description des Formations géologiques de la république du Niger, " B.R.G.M., n°46, 238p, 1967.
- [7] H. Dubois, "Etude géologique des Formations Oolithiques ferrugineuses du bassin des Iullemmeden (République du Niger), " Thèse de doctorat de 3ème cycle, Université de Niamey et d'Orléans, 123p, 1979.
- [8] K. Alzouma, "Etude pétrologique de la série sédimentaire tertiaire du bassin de Malbaza (Niger), " Thèse spécialité, Univ. Orléans-Niamey, 159 p, 1982.
- [9] K. Alzouma, "Fluctuations du niveau marin au cours du Mésozoïque et du Cénozoïque dans le bassin intracratonique des Iullemmeden (Niger, Afrique Occidentale). Biochronologie et dynamique des corps sédimentaires, " Thèse de Doctorat d'état, Université de Niamey, 330 p, 1992.
- [10] D. Dubois and J. Lang, "Étude lithostratigraphique et géomorphologique du Continental terminal et du Cénozoïque inférieur dans le bassin des Iullemmeden (Niger), " Bulletin de l'I.F.A.N., t 43, série A, n° 1-2, 42p, 1981.
- [11] L. Boudouresque, "Contribution de la paléopalynologie à la reconstitution floristique, stratigraphique et paléogéographique de la bordure occidentale du bassin des Iullemmeden au Crétacé supérieur et au Paléocène (Niger et Mali, Afrique de l'Ouest), " Thèse spécialité, Univ. Orléans-Niamey, 285p, 1980.
- [12] L. Boudouresque, D. Dubois, J. Lang, and J. Trichet, "Contribution à la stratigraphie et à la paléogéographie de la bordure occidentale du bassin des Iullemmeden au Crétacé supérieur et au Cénozoïque (Niger et Mali, Afrique de l'Ouest), " Bull. Géol. Fr (7) 24, n°4, 685-695p, 1982.
- [13] M. Hanon, "Cartes géologiques au 1/100.000 de l'Ader Doutchi (16 feuilles), " DRGM Niger. AGCD Belgique, 1984.
- [14] Y. J. C. Bellion, "Histoire géodynamique post-paléozoïque de l'Afrique de l'Ouest d'après l'étude de quelques bassins sédimentaires (Sénégal, Taoudéni, Iullemmeden, Tchad), " Thèse Univ. Avignon, 296 p, 1987.
- [15] M. Dikouma, "Fluctuations du niveau marin au Maastrichtien et au paléocène dans le bassin intracratonique des Iullemmeden (Ader-Doutchi, Niger), " Thèse Doctorat. Univ. Dijon-Niamey, 272 p, 1990.
- [16] K. Laouali Idi, "Etudes sédimentologique, paléontologique, paléogéographique et structurale des dépôts d'âge maastrichtien à yprésien du bassin des Iullemmeden (Niger central), " Thèse de doctorat Unique, Université de Niamey, 131p, 2020.
- [17] K. Laouali Idi and M. Konaté, "Extraction de réseaux de fractures en milieu sédimentaire par les techniques de la télédétection intégrant une analyse statistique et structurale: cas des Formations méso-cénozoïques du bassin des Iullemmeden, Niger Central, " Afrique Science 15 (5) (2019) 39 – 53.15p, 2019.

- [18] K. Laouali Idi, M. Konaté, and A. Sani, "Geochemical Study of the In Wagar and Garadaoua Formations of the Iullemeden Basin in South Central Niger (West Africa): Nature of the Sediments, Paleoclimatic Conditions and Paleoalteration of Source Rocks, " *International Journal of Scientific Engineering and Applied Science (IJSEAS)* – Volume-7, Issue-8, August 2021 ISSN: 2395-3470, 2021.
- [19] C. Kilian, "Des principaux complexes continentaux du Sahara, " *C.R. Soc.géol.Fr.*, pp. 109-111, 1931.
- [20] F. Joulia, *Carte géologique de reconnaissance de la bordure sédimentaire occidentale de l'Aïr au 1/500.000*. Editions du BRGM, Orléans, France, 1965.
- [21] C. A. Kogbe, and J. Lang, "Upper Cretaceous and Paleogene marine fluctuations in the sub-Saharan intracratonic Iullemeden basin, " *Africa Geoscience Review*, 1 (2/3), 1 – 5, 1994.
- [22] B. Mathey, J. Lang, K. Alzouma, and C. Pierre, "Nouvelle interprétation des premiers mouvements marins du Crétacé supérieur dans la partie orientale du Bassin des Iullemeden (Niger, Afrique de l'Ouest), " *15ème Coll. Géol. afr. Nancy. Pub. occas.*, p. 104, 1990.
- [23] K. Alzouma, "Fluctuations du niveau marin au cours du Mésozoïque et du Cénozoïque dans le bassin intracratonique des Iullemeden (Niger, Afrique Occidentale), " *Africa Geoscience Review*, Vol. 1, No. 2. Univ. Dijon-Niamey, pp. 131-281, 1994.
- [24] Miko, "Dynamique sédimentaire des Formations détritiques et ligneuses du continental terminal dans les Bassin des Iullemeden (Niger), " *Thèse de doctorat de 3ème cycle*, Université de Niamey et de Dijon, 328 p, 1999.
- [25] S. W. Petters, "Maastrichtian-Paleocene foraminiferal from North-West Nigeria and their paleogeography, " *Acta Paleontologica Polonica*, 23, n°2, 131-152, 1978.
- [26] R. A. Reymont and R. V. Dingle, "Paleogeography of Africa during the cretaceous period, " *Pal. Pal. Pal.* 59, n°1-2, 93-116, 1987.
- [27] C. Meisters, K. Alzouma, J. Lang, B. Mathey, and A. Pascal, "Les ammonites du Niger (Afrique occidentale) et la transgression transsaharienne au cours du Cénomano- Turonien, " *Géobios*, n°25, fasc. 1, pp. 55-100, 1992.
- [28] J. Bertrand-Sarfati, J. Fabre, and A. Moussine Pouchkine, "Géodynamique des aires sédimentaires cratoniques: quelques exemples sahariens, " *Bull. Centre Rech. Explor. Prod. Elf Aquitaine*, 1,1, 217-231, 1977.
- [29] H. Faure, "Reconnaissance géologique des Formations sédimentaires post-paléozoïques du Niger oriental, " *Editions du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, publication N°1, 630p, 1966.
- [30] A. K. I. Fatiou, M. Konaté, S. Yessoufou, C. L. G. Adissin, M. Heckmann, and H. Saley Garba, "Geology, Mineralogy and Geochemistry of the Oligocene oolitic iron ore of the Kandi Basin Continental Terminal Formation (North-East Benin, South-West Niger), " *Scientific Research Publishing, International Journal of Geosciences*, 10, 491-512p, 2019a.
- [31] A. K. I. Fatiou, M. Konaté, C. L. G. Adissin, S. Yessoufou, M. Tossou, M. Heckmann, and H. Saley Garba, "Etude préliminaire du contenu sporo-pollinique et caractérisation des grès ferrugineux de la Formation du Continental terminal, Bassin de Kandi (Nord-est Bénin), " *European Scientific Journal*, Vol. 15, N°24, ISSN: 1857 – 7881 (Print) e – ISSN 1857 – 7431, 2019b.
- [32] G. Carbonnel, K. Alzouma, and M. Dikouma, "Les ostracodes paléocènes du Niger, Taxonomie, un témoignage éventuel de l'existence de la mer transaharienne ?, " – *Géobios*, 23: 685 – 695, (1990).

Genre, socialisation et grossesses d'adolescentes en milieu scolaire urbain: Entre fatalité et déterminisme

[Gender, socialization and teenage pregnancies in urban schools: Between fatality and determinism]

Kaba Essodinamodom

Maître-Assistant de sociologie, Université de Kara, B.P. 663, Kara, Togo

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 article focuses on the systemic logics underlying the resurgence of the phenomenon of teenage pregnancy in urban areas despite the approaches deployed so far. The aim is to identify the structural causes of teenage pregnancies through an in-depth analysis of the socio-cultural system. More specifically, the socialization system of girls and boys is questioned to highlight the influence on the persistence of unplanned pregnancies in adolescence. The qualitative survey conducted in the cities of Sokodé, Kara and Dapaong, together with individual interviews and group discussions, confirms the hypothesis that the persistence of teenage pregnancies in schools is partly linked to the gendered education of girls and boys within the families of the communities studied. The results highlight that by enrolling the girl early in her role as a future mother and the boy in that of future father, the socio-educational system predisposes her to accept her destiny. As such, pregnancy is a preferred route, which is not always involuntary. Therefore, the fight against the resurgence of early pregnancies must take into account the reform of basic education as a whole to hope to significantly reduce the phenomenon.

KEYWORDS: Teenager, education, family, gender, pregnancy, city, school environment.

RESUME: Le présent article s'intéresse aux logiques systémiques qui sous-tendent la recrudescence du phénomène de grossesse d'adolescente en milieux urbains en dépit des approches jusqu'ici déployées. L'objectif est d'identifier les causes structurelles des grossesses d'adolescentes à travers une analyse poussée du système socioculturel. L'on y interroge plus spécifiquement le système de socialisation des filles et des garçons pour en ressortir l'influence sur la persistance des grossesses non prévues à l'adolescence. L'enquête qualitative menée dans les villes de Sokodé, Kara et Dapaong avec des entretiens individuels et des discussions de groupes confirme l'hypothèse que la persistance des grossesses d'adolescentes en milieu scolaire est en partie liée à l'éducation sexuée de filles et garçons au sein des familles des communautés étudiées. Les résultats soulignent qu'en inscrivant précocement la fille dans son rôle de future mère et le garçon dans celui de futur père, le système socioéducatif prédispose celle-ci à accepter son destin. La grossesse constitue à ce titre une voie de prédilection, qui n'est pas toujours involontaire. Par conséquent, la lutte contre la recrudescence des grossesses précoces se doit de prendre en compte la réforme du éducatif de base dans son ensemble pour espérer réduire significativement le phénomène.

MOTS-CLEFS: Adolescente, éducation, famille, genre, grossesse, ville, milieu scolaire.

1 INTRODUCTION

Les jeunes et les adolescents sont appréhendés dans le développement comme des acteurs centraux. Pour de nombreux chercheurs, il est important qu'au cours de cette tranche d'âge, les individus puissent bénéficier des investissements qui leur

permettent de développer leurs connaissances et leurs compétences, de jouir d'une bonne santé afin de contribuer au développement de leurs pays [1]. Il est important d'atteindre cet objectif en insistant sur leurs droits en matière de santé sexuelle et reproductive. Cependant, ce développement économique et social risque d'être amputé de la contribution des adolescentes en particulier du fait des grossesses précoces dont ils sont souvent victimes.

En effet, d'après les estimations de l'OMS, chaque année, 21 millions de jeunes filles âgées de 15 à 19 ans tombent enceintes dans les pays en développement [2]. D'après [2], parmi les 14,3 millions d'adolescentes qui ont accouché en 2008, une sur 3 vivait en Afrique subsaharienne. Au Togo, les adolescents âgés de 10 à 19 ans représentent environ 22% de la population [3]. La situation de la santé de ceux-ci est caractérisée essentiellement par des grossesses précoces et non désirées, des avortements provoqués, clandestins, des rapports sexuels précoces et non protégés, le multi partenariat, une prévalence élevée du VIH/SIDA et des IST. Cette situation des adolescents togolais est liée à leur faible utilisation des méthodes contraceptives et des services de santé de la reproduction [4].

D'après la littérature scientifique disponible, ces taux élevés de grossesses précoces sont en grande partie liés aux manques d'informations et d'éducation sexuelle et reproductive en milieu familial et scolaire, à l'insuffisance de moyens financiers, à la faible connaissance et utilisation des méthodes contraceptives, à l'insuffisance de l'offre de services adaptés aux adolescents, les difficultés d'accès aux services de santé de la reproduction, etc. Les grossesses des adolescentes sont aussi les résultats des violations de nombreux droits des adolescents en général, à l'instar des droits d'accès à l'éducation sexuelle, aux informations sanitaires, à l'intégrité physique et morale, des droits sexuels et reproductifs, des droits économiques, etc.

Pour lutter contre ces fléaux et amoindrir ses impacts sur le développement en général et le bien-être en particulier, le Gouvernement togolais a élaboré des politiques, conçu des stratégies et adopté des instruments juridiques. Ces stratégies, portées par plusieurs structures étatiques, sont développées sous forme de réponses institutionnelles aux grossesses précoces. Cependant, malgré l'arsenal juridique protégeant les adolescents, malgré l'existence d'un cadre institutionnel favorable et les actions multiformes de plusieurs institutions et acteurs, les connaissances des adolescents en matière de sexualité sont sujettes à caution. Les grossesses précoces, notamment au sein des établissements scolaires s'amplifient. Entre septembre 2020 et mars 2021, plus de 1200 cas de grossesses non désirés ont été enregistrés dans les établissements secondaires publics du Togo. La majorité des adolescentes ayant eu des grossesses précoces ont été enceintes par des élèves ou des étudiants [5].

Cette résistance du phénomène de grossesses précoces des adolescentes, malgré les efforts fournis, pose encore la problématique de l'efficacité et l'efficience des approches et solutions jusqu'ici déployées. Les stratégies mises en œuvre posent le problème, non seulement de leur pertinence, mais aussi de leur adéquation avec le système culturel endogène qui forme les jeunes, les éduque et les intègre. Autrement dit, quelles sont les causes systémiques de la recrudescence des grossesses précoces dans la société togolaise ? Quel en est le rapport avec l'éducation sexuelle de fille et garçon dans la société togolaise ?

L'influence du système social d'éducation est ici envisagé comme hypothèse dans la mesure où l'observation des faits oblige à penser la grossesse comme un fait social total. En d'autres termes, les grossesses précoces d'adolescentes trouvent leurs explications profondes dans le processus de socialisation sexuelle de la fille et du garçon. Ce qui explique le fait que les réponses jusqu'ici proposées n'aient pas pu influencer significativement le phénomène dans la mesure où elles n'intègrent pas suffisamment les logiques socioculturelles qui entrent dans la construction de la personnalité du garçon « potentiel auteur de grossesse non prévue » et de la fille « potentielle victime de grossesse non prévue » au sein des familles.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

L'approche méthodologique utilisée dans cette recherche a été essentiellement qualitative, faite de discussions de groupe (09) et d'entretiens individuels (27) auprès d'une cible hétéroclite. La collecte de donnée a été faite en 2021 dans trois villes réparties à savoir Sokodé, Kara et Dapaong. Les principaux groupes sociaux touchés par l'enquête sont constitués d'élèves (filles et garçons), d'enseignants, de parents d'élèves (hommes et femmes), de personnel de tribunaux, de prestataires de la planification familiale, de leaders communautaires et de leaders religieux. Ceux-ci ont été retenues pour leur statut de garant des us et coutumes et qui constituent, à ce titre, des personnes ressources dans la compréhension des normes sociales qui régissent le comportement des adolescents et adolescentes en matière de sexualité. Les tranches d'âge considérées dans cette étude est de 15-24 ans chez les élèves et 25-59 ans pour les parents et personnes ressources.

Le traitement des données collectées s'est reposée sur l'analyse de contenu directe et indirecte. Le premier a servi à exploiter la signification basique des propos et le second à en déceler le sens caché des discours produits. L'interprétation des résultats s'est faite par référence à la théorie durkheimienne de la socialisation qui stipule que l'individu acquiert et intériorise les normes, les valeurs et les rôles qui régissent la vie sociale, construisant ainsi son identité psychologique et sociale. Par analogie, l'éducation sexuelle dans les communautés participe à la construction sociale de la féminité et de la masculinité et par ricochet au maintien du phénomène de grossesse en milieu scolaire.

3 RÉSULTATS

Les présents résultats s'articulent autour de cinq points. Ils mettent l'accent sur l'apport des facteurs tels que l'identité genre, la discrimination parentales des sexes, l'éducation sexuelle différenciée, l'influence des pairs, mais aussi sur la part des croyances communautaires sacralisées qui influent sur le comportement sexuel des jeunes et le maintien du phénomène de grossesses des adolescents.

3.1 L'IDENTITE GENRE, UNE PROPENSION AUX GROSSESSES PRECOCES

Au Togo comme dans de nombreux pays d'Afrique subsaharienne, le statut de maternité reste très valorisé [5], [6]. La naissance d'un enfant constitue un événement heureux dans les familles. Toutefois, l'accueil des enfants varie selon leur sexe. On observe généralement un fort intérêt des parents et autres membres de la famille pour le sexe masculin. Plusieurs ruptures d'union surviennent souvent lorsque la première épouse ne donne que des filles. Pour cette raison, ces génitrices font objet de railleries dans la communauté alors que celles qui donnent de garçons sont appréciées et honorées. Aussi, plusieurs femmes vivent des violences conjugales pour le simple fait d'avoir donné naissance à des filles uniquement.

Ce fort intérêt social pour le garçon repose sur l'idée de la pérennité du patronyme de la famille. Le garçon est considéré comme le remplaçant du père dans sa famille. Depuis sa naissance, des pesanteurs socioculturelles entretiennent l'ego du garçon en lui faisant croire qu'il vaut plus que sa sœur, même dans les conditions où il est le benjamin. Aussi, les soins apportés aux petits garçons à la naissance sont réalisés avec un accent particulier sur son « appareil génital » estimant que « c'est grâce au bon état de cet organe que la famille aura plusieurs descendants » (couturière, 37 ans).

En conséquence, filles et garçons ne reçoivent pas une même éducation au sein de leur propre famille. L'éducation familiale stéréotypée est caractérisée par des propos qui disent « *qu'un garçon doit être fort et courageux et ne doit pas pleurnicher comme une petite fille tandis qu'à la fille on lui demande d'être docile, soumise et obéissante* ». La jeune fille est associée à sa mère où elle apprend par imitation, aussi bien dans les tâches domestiques, que dans sa serviabilité, contrairement à son frère.

« ...Moi j'ai trouvé que de nature, les filles arrivent à faire certains travaux comme la cuisine, les travaux domestiques mieux que les garçons. Même si le garçon apprend à faire la cuisine, il ne sera pas aussi efficace que la femme. Les garçons ont tendance à suivre leur père, et les filles suivent leur mère. Ceci fait que les garçons font les travaux que leur père a l'habitude de faire et les filles, ce que leur mère a l'habitude de faire. Dans notre communauté, nous les garçons nous suivons notre père dans leurs travaux champêtres et les filles suivent leur mère à faire le commerce et les travaux domestiques » (Discussion de groupe avec des élèves garçons et filles, Région des Savanes)

Cette socialisation sexuée qui se poursuit à l'école à travers les manuels de formation [7] encourage les garçons dans des schèmes de comportements propres aux chefs de ménages et les filles dans ceux d'une « bonne épouse » ou d'une « bonne mère ». La prégnance de cette mentalité dans la société entraîne une tendance qui naturalise les différences de genre dans la mesure où certains enquêtés la prennent pour naturelle. « *Moi j'ai trouvé que de nature, les filles arrivent à faire certains travaux comme la cuisine, les travaux domestiques mieux que les garçons. Même si le garçon apprend à faire la cuisine, il ne sera pas aussi efficace que la femme* » (Discussion de groupe réalisée avec les élèves garçons et filles à Sokodé).

Le rôle de la socialisation est ici clairement associé à la construction de ces différences entre garçons et filles. Le système d'éducation naturalise les comportements genres au sein de la population que ces jeunes prennent pour donnée naturelle. Ainsi, filles et garçons grandissent dans leur milieu social en construisant leur personnalité en fonction des normes, valeurs et croyances qui leur sont transmises. Les jeunes filles sont très vite disposées à accepter leurs conditions de femme, à se marier en temps réel et à procréer pour se faire un nom. Ainsi l'avènement d'une grossesse s'inscrit dans la logique du rôle social assigné à la fille et sa précocité perçue comme moins préjudiciable pour celle-ci.

En outre, les élèves adolescentes interviewées ont évoqué l'autonomie financière dont jouissent les garçons par rapport aux filles comme un marqueur de différences.:

Financièrement, j'ai constaté que les garçons ont plus d'argent que nous les filles. Ils font du métayage ou aident les gens à transporter les marchandises pour avoir de l'argent, En plus de cet argent gagné, ils ont de l'argent de poche que les parents leurs donnent. Puisque nous les filles, nous n'avons pas assez de force comme eux, nous n'arrivons pas à faire ces activités pour avoir de l'argent (Discussion de groupe avec les élèves filles à Kara)

Dans ce système de socialisation sexuée, les privilèges économiques échoient davantage au garçon qu'à la fille. Comme leurs pères, les garçons sont perçus par certaines filles comme des pourvoyeurs de fonds. Les garçons entrent très tôt dans ce rôle où ils cherchent de l'argent, non seulement pour s'autonomiser, mais aussi pour s'offrir l'attention de filles. De par sa socialisation,

le garçon bénéficie d'une ascendance sur la fille qu'il trouve inférieure et dépendante. Plus docile, la fille jouit d'une faible autonomie et d'un faible pouvoir de décision vis-à-vis du garçon. Ce qui prédispose la jeune fille à accepter des avances et à prendre des risques sexuels en échanges. Ce qui explique en partie leur exposition aux grossesses précoces.

3.2 LES GROSSESSES PRECOSES COMME RESULTANTES DE LA DISCRIMINATION PARENTALES DES FILLES FACE AUX SYSTEME SCOLAIRE

La vie sociale est marquée par des habitudes qui cristallisent les perceptions des différences de genres dans une perspective discriminatoire des filles face à l'éducation scolaire. Les données recueillies montrent que les adolescents sont conscients des différences entre garçons et filles sur le plan scolaire, notamment le manque à gagner qu'on enregistre dans les performances scolaires des filles, lié à leur occupations domestiques. Les propos suivants issus de l'enquête de terrain étayent mieux la situation:

A la maison, les filles n'ont pas le temps pour étudier. Et jusqu'à ce qu'elles ne finissent les travaux domestiques, elles sont fatiguées et ne peuvent plus étudier. Ce qui n'est pas le cas chez les garçons. Ils apprennent quand ils le veulent. Ce qui fait que lors des devoirs ou interrogations, les garçons ont les meilleures notes (Discussion de groupe avec les élèves filles et garçons à Dapaong)

Les enquêtés associent ces différences de rendement à la socialisation qui repose sur la division sexuelle des tâches au sein des ménages dans leur communauté. La différenciation des rôles entre les deux sexes obéit à une logique de préparation des adolescents à assumer leur futur statut social. Cette manière de faire peut constituer un obstacle pour l'accès et le maintien de la fille au sein du système scolaire; et donc pour la réussite scolaire de la fille en général.

En effet, la faible percée des filles dans le système scolaire est longtemps entretenue par l'attitude de certains parents. S'inscrivant toujours dans la logique de préparer la fille à son rôle social de mère ou d'épouse certains parents adoptent des attitudes qui inhibent les performances scolaires des filles. Non seulement ils tiennent des propos peu reluisants à l'endroit des filles, ils accordent plus d'attention et d'intérêt à la scolarité du garçon qu'à celle de la fille pour des raisons diverses comme le souligne les propos de cette enquêtée:

La différence que moi j'ai remarquée est que les filles ne vont pas loin dans les études comme les garçons; elles abandonnent vite l'école au moment où les garçons continuent. Certaines abandonnent l'école parce qu'elles sont tombées enceinte, et d'autres c'est parce que leurs parents n'arrivent plus à les prendre en charge. Il y a certains parents qui disent que la fille ne servira à rien et ne trouvera pas un bon travail même si elle va loin dans les études; mais que le garçon, s'il travaille bien à l'école, il pourra évoluer et trouver plus tard un bon travail qui lui permettra de leur venir en aide. Alors ils entretiennent plus les garçons et dépensent plus d'argent pour leur éducation (Discussion de groupe avec les élèves filles et garçons à Kara).

Cet extrait confirme que les paroles des parents s'accompagnent également de restriction d'investissement dans les études des filles. Non seulement cette situation n'encourage pas les filles, elle réduit leur compétitivité face à leurs frères. En effet, le manque de financement reste un obstacle pour une bonne adaptation scolaire de l'enfant. Mais cet « handicap peut être surmonté s'il existe un soutien psychologique de la part de l'entourage familial » [8]. Cependant, il est enregistré dans l'environnement familiale au Togo ce manque de soutien, notamment à l'endroit des filles. Pour [9],

Dans tous les secteurs de la vie, un traitement discriminatoire au désavantage de la femme et de la fille est de mise et paraît aller de soi. Cette discrimination qui trouve ses racines dans nos coutumes et traditions qui considèrent la femme comme un être inférieur, ne permet pas à cette dernière de donner le meilleur d'elle-même.

Les logiques sociales renforcent une identité sexuelle qui place les filles dans une position de subordination et les garçons dans une position dominante au point qu'ils pensent être supérieurs à la fille. En l'occurrence, les pratiques parentales à l'endroit de leurs enfants filles influencent le comportement de ces dernières à l'adolescence face à l'école et à la sexualité. Il est une évidence que les besoins vestimentaires, sanitaires et esthétiques des filles sont de loin différentes de ceux des garçons. Cependant, dans les familles, ni le soutien financier, ni le soutien matériel, ni le soutien moral des parents à leurs enfants n'est au prorata des besoins sexuels. Ce manque d'intérêt des parents pour les études et besoins différentiels des filles les décourage et les expose à des risque d'abandon scolaire, de recherche de la facilité et de grossesses précoces. Car, leur attitudes et comportements sexuels en dépendent étroitement.

3.3 L'EDUCATION SEXUELLE DIFFERENCIEE DE FILLES ET GARÇONS, UNE PREMUNITION INEGALE FACE AUX GROSSES PRECOSES

Les mécanismes sociopolitiques de lutte et de préventions soulignent qu'il est important que les adolescents, filles et garçons aient des informations sur les questions relatives à la sexualité afin d'éviter les grossesses non prévues. Cependant, les données collectées dénotent une insuffisance d'éducation sexuelle à l'endroit des adolescents dans le cercle familial des milieux étudiés. Les parents peinent encore à discuter des sujets relatifs à la sexualité avec leurs enfants [10] en dépit des campagnes de

sensibilisation publique, médiatique ou communautaire en faveur de l'éducation sexuelle des progénitures. Interrogés sur ce sujet dans le cadre de cette étude, ceux-ci n'ont pas manqué de le souligner:

Pour dire vrai, l'éducation sexuelle dans la communauté est tellement ignorée. Comment s'y prendre pour parler à sa fille de son sexe ? Je crois que dans notre communauté ici personne n'en parle. C'est la femme normalement qui devait parler de la sexualité à la fille: des règles (menstruations), de comment cela se passe, etc. Mais aujourd'hui, on ne dit rien. Souvent ce sont les bastonnades et les punitions qui meublent les relations entre les parents et leurs enfants. Souvent nos femmes parlent en parabole aux filles au lieu de toucher du doigt le nœud du problème. Le poids de la culture est toujours prégnant (Discussion de groupe avec les éducateurs à Kara)

A la lecture de cet extraits, illustratif de bien d'autres propos, on remarque que les parents éprouvent toujours une certaine difficulté à discuter des questions relatives à la sexualité avec leurs enfants. La division sexuelle des tâches domestiques et parentales affecte l'éducation sexuelle des adolescents dans la mesure où celle-ci est considérée comme relevant des prérogatives des mères au sein des familles togolaises. Autrement dit, il existe une fuite de responsabilité qui consiste, pour les parents à se rejeter réciproquement le tort. En effet, le poids de la tradition qui consacre la sexualité au rang des sujet tabou, la pudeur qui caractérise cette thématique et surtout le caractère discourtois qui caractérise le système éducatif familial sont autant de facteurs qui entravent l'éducation sexuelle des adolescents et les expose aux risques de grossesses. Une communication arbitraire et verticale, souvent provoquée par une inconduite du jeune adolescent relativement à sa sexualité constituent, en général, des freins à une éducation profitable.

Certes, l'insuffisance d'éducation sexuelle est une évidence aussi bien chez les adolescents et que chez les adolescentes. Toutefois, l'enquête montre que les garçons restent le groupe social le plus lésé lorsqu'il s'agit d'éducation sexuelle au sein des familles. Les données recueillies auprès des adolescents illustrent mieux ce déséquilibre:

Personnellement, je pense que les discussions sur la sexualité avec les adolescents se passent aisément avec les femmes. Nous les hommes, nous intervenons souvent dans des circonstances données où on voit que le danger est proche. Par contre, les femmes passent plus de temps avec les enfants et surtout avec leurs filles. Elles ont donc l'opportunité de discuter entre elles. Ce qui n'est pas le cas pour les hommes (Entretien individuel avec C7, 47 ans, Dapaong).

Dans les ménages, les filles bénéficient de plus d'attention et de conseils que le garçon. On considère la fille comme un être faible qui a besoin de protection et de conseils sur tous les plans tandis que le garçon est considéré comme un être jouissant d'une autonomie relative et d'un pouvoir décisionnel acceptable face à des situations délicates. Or la grossesse d'adolescente est un phénomène qui interpelle le garçon et la fille. Priver le garçon des informations relatives à la sexualité, reste un handicap pour la réduction du phénomène des grossesses précoces en milieu scolaire. Cette manière de procéder entraîne chez ces derniers une faible prise de conscience et se sentent moins responsables lorsque survient une grossesse non prévue. Certains rejettent l'entière responsabilité sur la fille en l'accusant de la non-maîtrise de son cycle menstruel. D'autres affirment n'avoir eu de rapports sexuels qu'une seule fois avec la fille et qu'il est impossible que cette seule fois soit à l'origine de la survenue de la grossesse.

Certes, les mères discutent plus souvent avec leurs filles que ne le font les pères leurs garçons. Cependant, la substance de ces discussions porte plus souvent sur le sexe que sur la sexualité. Elles s'en tiennent à l'hygiène menstruel, leur futur rôle de mère et d'épouse et la communication abordent rarement les précautions pour se prémunir contre les grossesses précoces. Dans une approche conservatrice, elles préconisent l'interdiction formelle de rapport sexuel. L'éducation sexuelle en général et l'éducation aux méthodes contraceptives sont laissée pour compte alors même que les possibilités de prémunition des filles face au risque de grossesse sont très limitées.

Les données montrent que filles et garçon n'ont pas toujours les mêmes possibilités sociales de se prémunir contre les grossesses précoces non-désirées. En effet, s'il est vrai que le sexe est en général un sujet tabou, le sexe féminin l'est encore bien plus. Il en résulte, là aussi, une éducation sexuelle différenciée en défaveur de la jeune fille. Elle est moins tolérée que son frère à prendre part à des séances d'échange sur la sexualité. A la faveur de ses occupations domestiques, la jeune fille écoute moins la radio, lie moins les journaux, participe peu ou prou aux meetings de sensibilisation communautaire sur la sexualité. La jeune fille a moins de possibilité (financière et sociale) de s'acheter un moyen contraceptif dans une officine, notamment le préservatif qui plus est masculin. Lorsqu'une fille achète un contraceptif, c'est « qu'elle veut se faire baiser », une chose scandalisant aux yeux de la société, tandis qu'un garçon en achète « pour baisser » et là, il serait bien dans son rôle. Car, il est socialement indécent, voir malsain qu'une femme prenne l'initiative en matière de sexualité. Ces possibilités sexuelles inégalitaires exposent davantage les jeunes filles aux grossesses précoces non-désirées d'autant plus qu'elles sont socialement préparées à se soumettre à la volonté et aux exigences des hommes.

Dans la société togolaise patriarcale, le système de socialisation prépare le garçon à se sentir supérieur à la fille. En conséquence, le pouvoir décisionnel de la fille reste faible vis-à-vis du garçon. Ainsi dans les relations entre filles et garçons, les

garçons ont tendance à exercer une pression sur la fille dans le souci d'atteindre leurs objectifs. Le refus de la fille aux avances d'un garçon est souvent perçu par celui-ci comme un défi qu'il doit relever à tout prix. Bien qu'elles soient, en général, plus avisées et plus sensibles aux risques de grosses, les jeunes filles n'arrivent souvent pas à convaincre leurs partenaires. Étant psychologiquement astreintes à se plier devant l'intransigeance masculine, nombreuses sont celles qui se laissent aller. Car, communément, une femme exemplaire, c'est une femme toujours prête à accepter les avances sexuelles de son époux.

Ainsi dans leurs rapports au sexe opposé, certains garçons n'hésitent pas, dans les cas extrêmes, à recourir à la violence ou aux moyens mystiques pour assouvir leur désir. Ce recours à la force physique ou mystique pour avoir des relations intimes avec les filles trouve son origine dans cette socialisation différenciée où le garçon se sent supérieur. D'où la persistance du harcèlement, des abus sexuels et des grossesses précoces et leur cortège de problèmes.

3.4 LES GROSSESSES D'ADOLESCENTES EN MILIEU SCOLAIRE COMME UNE INCIDENCE DES PRATIQUES ET CROYANCES COMMUNAUTAIRES SACRALISEES

Il a été relevé dans les communautés étudiées la persistance de croyances et pratiques qui constituent, non seulement des obstacles à la réduction des grossesses en milieu scolaire, mais qui participent aussi au maintien du phénomène. Il ressort des informations recueillies que le fort attachement communautaire à la virginité de la jeune fille conduit certaines familles à marier précocement leurs filles dès qu'elles présentent les signes de puberté. En effet, la virginité revêt une très grande importance dans le système culturel local où elle est perçue comme une valeur culturelle majeure. Non seulement, la virginité donne du poids à la fille et à son mari, mais elle est également source d'un grand honneur pour la famille de la fille. Ainsi, tout le système d'éducation qui accompagne l'intégration de la jeune fille est orchestré pour préserver sa virginité jusqu'au mariage. Loin de prévenir les grossesses, ce fort attachement communautaire à la virginité de la jeune fille entraîne plutôt un effet pervers où les jeunes filles sont très tôt proposées en mariage pour leur éviter de contracter une grossesse hors mariage, synonyme de déshonneur pour sa famille.

Le mariage précoce répond donc à un souci de préservation de la dignité familiale, notamment dans les communautés à fort prégnance islamique telle qu'à Sokodé. Ainsi, dès la première année de l'apparition des menstrues chez l'adolescente, un jeune homme lui est trouvé pour l'entretenir afin de lui éviter une grossesse sans auteur connu ou hors mariage. Cette pratique ne saurait éviter pour longtemps la grossesse à la fille. Dans cette logique communautaire, le sort de la femme en général et de la jeune fille en particulier se réduit au mariage et à la reproduction, amenuisant ainsi tous les autres champs de possibilités. L'inscription des filles à l'école est restée, pendant longtemps très faible tout comme l'investissement des parents dans l'éducation de la jeune fille. Le faible intérêt pour sa scolarité entraîne chez la fille, non seulement l'abandon scolaire, mais aussi sa résignation à son sort qu'est le mariage et la reproduction. Dans ce système communautaire où les filles sont socialisées en fonction des logiques sociales les préparant à leur rôle futur de « bonne épouse », l'exposition aux risques de grossesse apparaît comme une porte d'entrée dans son rôle social.

Il existe certaines des croyances (notamment à Dapaong) qui conduisent des élèves adolescents et adolescentes à s'exposer sans gêne aux risques de grossesse. En effet, dans cette ville, les logiques sociales entretiennent l'idée que « *Avoir un enfant avant sa mort est un acte précieux qui donne droit au défunt de bénéficier de cérémonie funèbres et des obsèques honorables* » (Propos d'un enquêté, 48 ans). Il n'est pas étonnant que adolescents et adolescentes se laissent emporter par ce désir au détriment de leurs études comme en témoignent les propos ci-après:

Moi j'ai constaté que c'est la culture, parce que, quand tu as un enfant et que tu meurs, même si tu as 12 ans on te fait des cérémonies dignes de ce nom. Ici, on valorise trop les cérémonies. Ceci justifie ce désir nourri par tous les adolescents et adolescentes à avoir un enfant avant de mourir. Quand nous discutons avec les élèves, c'est ce qu'ils nous disent (Discussion de groupe avec les éducateurs à Dapaong).

La récurrence de cette opinion dans les données collectées souligne le poids de cette norme sociale et son influence évidente sur les adolescents et adolescentes dans ce milieu, contrairement aux autres milieux d'étude.

3.5 L'INFLUENCE DES PAIRS ET DES MEDIAS, UN FACTEUR DE GROSSESSES D'ADOLESCENTES EN MILIEU SCOLAIRE

Les données issues de l'enquête révèlent que les médias et les réseaux sociaux constituent un facteur favorisant la recrudescence des grossesses précoces d'adolescentes en milieu scolaire. Certains interviewés ont révélé que les technologies de l'information et de la communication contribuent à la libéralisation et à la banalisation de la sexualité. Les adolescents sont constamment exposés aux images érotiques à travers l'internet, les réseaux sociaux, la télévision et même les panneaux publicitaires. Une simple requête dans un moteur de recherche sur téléphone android, devenu outil de travail scolaire, permet de se délecter de toutes sortes d'images obscènes. Cette exposition stimule la curiosité des novices et leur désir d'essayer. Ce sont

les adolescentes qui en payent les frais lorsque tout se passe sans précaution. Les élèves s'adonnent, sans tabou, à différentes scènes érotiques, même pendant les heures de cours. C'est ce qui explique, du moins, en partie la prolifération des cas de grossesses d'après cette enquête:

De nos jours, les films sexuels circulent sur les médias, exposant les adolescents aux rapports sexuels précoces. Les élèves qui suivent ces films reproduisent ce qu'ils voient et ils se retrouvent malheureusement avec des grossesses précoces. Un exemple palpable s'est produit la semaine passée dans notre établissement scolaire où un professeur a surpris un élève en train de suivre un film pornographique sur son téléphone Android en plein cours. Le problème, c'est qu'ils passent souvent à l'acte après avoir regardé (Entretien individuel avec B9, 52 ans, Kara)

Le passage des adolescents à l'acte sexuel est un véritable fléau qui affecte le secteur de l'éducation. Il est enregistré depuis quelques années le développement d'un phénomène de production/reproduction de scènes sexuelles sous forme de court métrage dénommé sextape. Ce phénomène de socialisation par les pairs se développe en toute discrétion dans une approche compétitive entre adolescents et adolescentes de différents établissements scolaires et constitue un réel cadre de socialisation sexuelle où les adolescents allient apprentissage à la pratique. En effet, en parcourant certaines localité d'enquête, on a pu voir des affiches publicitaires qui donnent et véhiculent des informations relatives au sexe. L'on y propose toute sorte de recettes pour le développement des parties intimes et pour obtenir une corpulence attirante et sexy comme l'indiquent ces affiches publicitaires:

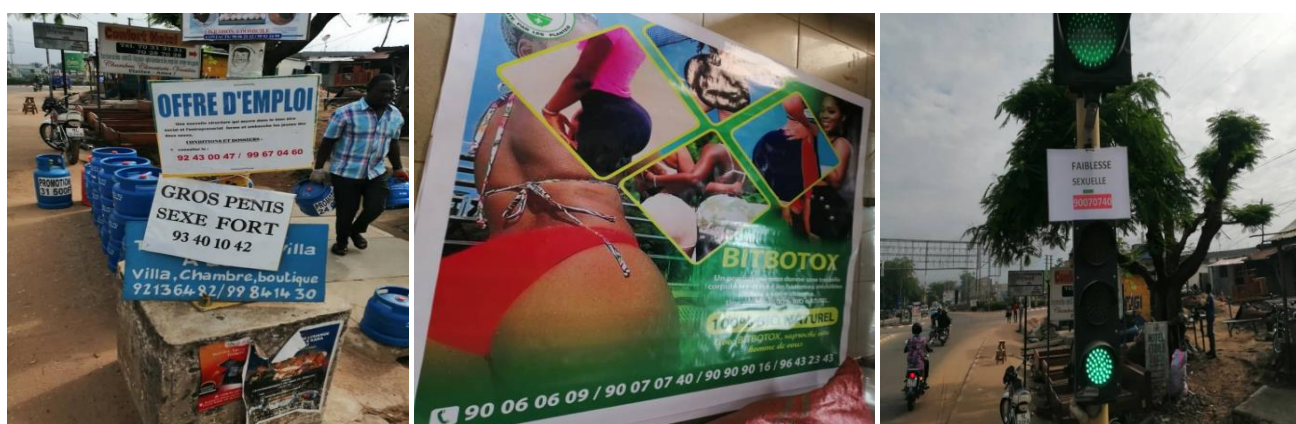


Fig. 1. Photos prises par M. Kaba E. dans les rues de Sokodé, de Kara et de Dapaong

La figure 1 présente des affiches publicitaires de promotion de la sexualité utilisées dans la zone d'étude.

Cette promotion de la liberté sexuelle relevée dans ces milieux d'étude contraste avec une absence criarde de cadres de sensibilisation qui instruisent les adolescents et adolescentes sur la façon d'éviter les grossesses. Ce qui explique que les enquêtés lient la socialisation par les pairs à la prolifération des cas de grossesses précoces en milieu scolaire. Les propos ci-après rendent compte de cette situation:

L'une des causes de ces grossesses précoces en milieu scolaire est l'influence d'une mauvaise compagnie. Il y a des filles qui imitent le mauvais comportement de leurs amies. Certaines filles mènent une vie de débauche et sortent avec des garçons comme elles veulent. À force de côtoyer ce genre de personnes, les autres finissent par les copier. D'autres filles entretiennent des rapports sexuels juste parce qu'elles voient leurs camarades le faire. Et souvent, ce sont celles qui les copient qui tombent dans ces situations de grossesse précoce. Elles sont victimes parce qu'elles ne sont pas expérimentées (Entretien individuel avec B4, 31 ans, Kara).

Cet extrait souligne l'effet de groupe qui existe au sein de la classe des adolescents. Les uns exercent de l'influence sur les autres. Le suivisme qui en découle constitue un puissant facteur susceptible de favoriser les grossesses précoces. Ils commencent leurs relations sexuelles avant même de savoir comment éviter des grossesses non désirées ou des infections sexuellement transmissibles. L'effet de groupe et l'envie de se conformer aux stéréotypes augmentent la probabilité de relations sexuelles précoces et non protégées et le maintien du phénomène dans les établissements scolaires urbains.

4 DISCUSSION

L'étude de la recrudescence des grossesses d'adolescentes en milieu scolaire au Togo, confirme l'hypothèse d'un rapport étroit entre le genre, le système éducatif de base et la permanence du phénomène de grossesse des adolescentes. Comme résultat, l'étude montre que le système patriarcal de la société togolaise, caractérisé par une éducation sexuée prédispose au développement des grossesses des adolescentes. C'est en partie une fatalité pour une jeune fille en particulier dans la mesure où le système d'éducation l'inscrit précocement dans un rôle social dont la survenue d'une grossesse est une prélude, sinon une porte d'entrée en ce XXI^e siècle.

En effet, depuis leur naissance jusqu'à leur adolescence, les filles et les garçons reçoivent de la part de leurs parents une transmission sexuée de normes et valeurs conformément aux rôles futurs auxquels ils ou elles sont destinées à l'âge adulte. Cette façon de faire positionne très tôt le garçon dans un statut de futur chef de famille « pourvoyeur de moyens de survie ». Indépendamment de son âge, le garçon en grandissant se voit supérieur à la fille, éduquée à être « une bonne épouse » soumise et obéissante. À la faveur des médias, cette conception participe au découragement de la fille qui n'hésite pas à s'en remettre à son sort. Lorsqu'il n'est pas explicitement recherché, l'avènement d'une grossesse est parfois une occasion pour la fille de suivre son destin tel que voulu par sa communauté.

Cette emprise du système culturel sur les rapports de genre croise la perspective de [11] qui estime que dans les sociétés à fortes mœurs patriarcales, des sanctions institutionnelles et structurelles mises en place par des normes et règles sociales profondément patriarcales maintiennent la domination du sexe féminin par le sexe masculin.

En conséquence, dans les relations amoureuses, les filles attendent que les garçons prennent en charge leurs besoins. Cette prise en charge considérée comme « anodine » par les filles ne l'est toujours pas pour les garçons qui y voient une « avance sur service demandé ou attendu ». Mal loties financièrement par le système social, les filles « s'endettent » ainsi en recourant aux aides des garçons, par analogie à la théorie du don de [12]. En effet, dans la pratique du don, le donneur place le receveur dans l'ombre de son don de sorte que celui-ci devient l'obligé de celui-là. Autrement dit, il tombe dans la dépendance et la redevabilité. Le prix à payer par ces adolescentes qui recourent aux aides des garçons est souvent l'engagement, de gré ou de force, dans des rapports sexuels non protégés qui sont souvent sanctionnés par des grossesses non prévues.

En outre, l'étude révèle que si la fille reçoit des conseils sur les questions de sexualité de la part de ses parents au cours de son adolescence, il n'en est pas souvent le cas des adolescents qui en reçoivent moins ou pas du tout de la part de leurs parents. L'honneur recherché par la parenté de la fille, devenue nubile sans une grossesse hors mariage, explique la focalisation des conseils sur les adolescentes [13]. La privation de conseils au garçon entraîne leur faible connaissance de la santé de la reproduction [14]. Leur faible niveau d'éducation sexuelle traduit leur manque d'implication dans les questions d'éducation sexuelle et de la planification familiale à l'âge adulte [15].

Ce résultat est soutenu par les travaux de [16] qui souligne que dans les relations de couples, ce sont les hommes qui ont souvent le dernier mot et qui imposent leurs opinions à leurs avantages. La domination traditionnelle de l'homme ainsi que le statut inférieur de la femme restent des obstacles de taille à la communication sur la planification familiale au sein des couples et à l'implication effective des hommes et des garçons dans la prévention des risques de grossesses [17].

Toutefois, ces facteurs structurels de la société togolaise ne sauraient occulter les facteurs conjoncturels. La vulgarité sexuelle qui débouche sur des grossesses d'adolescentes scolaires ne trouve-t-elle pas son apanage, du moins en partie, dans la présente démocratisation des rapports sociaux? L'affaiblissement des mœurs, des traditions et des coutumes, la libéralisation des rapports sociaux et le recul des valeurs morales ne sont pas, eux aussi, à prendre en compte? A en croire [18], « tous les observateurs sont unanimes sur le fait que nos valeurs ont changé et surtout...pas dans le bon sens. Le changement de paradigme axiologique est caractérisé par l'afflux de nouveaux comportements contraires à la morale, à l'éthique et à l'esprit civique ». Ce sont autant de facteurs que l'étude du phénomène de la recrudescence des grossesses scolaires semble avoir manqué de prendre en compte.

En dépit de ses limites liées à l'usage exclusif de l'approche qualitative, l'étude souligne, par analogie à la théorie de Durkheim (1858-1917) l'influence déterminante de la socialisation différentielle des adolescentes et adolescents sur la permanence du phénomène de grossesses en milieu scolaire. En tant que principe régissant la transmission des normes et valeurs dans la société togolaise, le système éducatif sexué apparaît comme un processus par lequel les adolescents (filles et garçons) sont modelés, façonnés et conditionnés par la communauté locale dans la subordination masculine et la résignation féminine. En sus, le refus des avances d'un garçon est perçu par celui-ci comme un défi à relever à tout prix. La domination masculine reste fortement ancrée et ralentit, de ce fait, les retombées positives des progrès réalisés en matière de la planification des grossesses, retombées qui auraient pu être porteuses d'une amélioration du statut de la femme [19]. Dans ce système social où le mariage et la maternité restent des statuts valorisants de la femme, les adolescentes ne résistent souvent pas à la tentation et la survenue d'une grossesse, fut-elle involontaire, apparaît parfois comme un tremplin.

5 CONCLUSION

La recherche sur les causes systémiques de la persistance des grossesses en milieu scolaire urbain a permis d'explorer les logiques sociétales et familiales qui influencent le pouvoir décisionnel de l'adolescente en matière de sexualité. Dans une approche qualitative, l'étude confirme l'hypothèse de l'influence du système d'éducation différentielle de filles et garçon sur le phénomène de grossesse en milieu scolaire. Bien qu'elles soient mieux averties et plus outillées par les conseils de la parenté sur la sexualité juvénile que les garçons, les filles sont handicapées, dans la pratique, par leur position d'infériorité réelle ou supposée vis-à-vis des hommes. Par ricochet, le recours des adolescentes aux garçons sur le modèle conjugal, pour satisfaire leurs besoins, somme toute plus nombreux et multiformes prédispose celles-ci à accepter des relations sexuelles comme prix. Ce qui explique le fait qu'en dépit des efforts consentis par le gouvernement et les acteurs de la société civile dans la promotion de la femme, l'autonomisation de la jeune fille, la mise en place de la gratuité de la scolarisation et autres actions visant à réduire les violences basées sur le genre sous toutes ses formes, le pouvoir de négociation de la femme et de la jeune fille en matière de santé reproductive reste encore faible.

REFERENCES

- [1] Ciosi Laure et Jarvin Madgalena, Étude évaluative de la politique familiale Jeunesse. Expérimentations Adolescents (2010-2012), Dossier d'étude, n° 158, 2012.
- [2] UNFPA, Santé et droits sexuels et de la procréation des adolescentes au Mali, Analyse des politiques et des programmes: opportunités et défis pour l'UNFPA, 2017.
- [3] Direction Générale de la Statistique et de la Comptabilité Nationale, Recensement Général de la Population et de l'Habitat (06 au 21 novembre 2010), 2011.
- [4] Ministère de la Planification, du Développement et de l'Aménagement du Territoire (MPDAT), Ministère de la Santé (MS) et ICF International, 2015, Enquête Démographique et de Santé au Togo 2013-2014, Rockville, Maryland, USA.
- [5] Adjmagbo Agnès et Philippe Antoine, 2009, « Être femme " autonome " dans les capitales africaines. Les cas de Dakar et de Lomé », in Jacques Vallin (dir.), Du genre et de l'Afrique. Hommage à Thérèse Locoh, Paris, Institut national d'études démographiques, pp. 305-318.
- [6] Bonnet Doris, La construction d'une famille dans le contexte du recours à la reproduction médicale en Afrique subsaharienne: le cas de Douala, Cameroun, Presse universitaire du Canada, pp. 223-242, 2018.
- [7] Bruguilles Carole, Cromer Sylvie et Locoh Thérèse, 2008, Analyser les représentations sexuées dans les manuels scolaires. Application d'une méthode commune dans six pays: Cameroun, Madagascar, Mexique, Sénégal, Togo et Tunisie, Paris, CEPED, 2008.
- [8] Boko Gabriel, Psychologie et guidance en milieu africain, introduction à une relation éducative plus réussie entre éducateurs, parents et enfants africains, Cotonou, CAAREC Editions, 2009.
- [9] Groupe de réflexion et d'action Femme, Démocratie et Développement (GF2D), Femmes togolaises, aujourd'hui et demain, Livre blanc, 2e édition, Cotonou, CODEF, 2007.
- [10] Kaba Essodinamodom et Toudéka Ayawavi Sitsop, « Instauration de la communication parents-enfants sur la sexualité dans les ménages en milieu urbain (Lomé, Togo): entre difficultés et réticence », WIRE, N°12, vol 2, pp. 195-279, 2021.
- [11] Delphy Christine, Dossier histoires de pionnières, Travail, genre et société, Paris, La Découverte, 2000.
- [12] Mauss Marcel, Essai sur le don. Forme et raison de l'échange dans les sociétés archaïques, Paris, PUF, Coll. « Quadrige Grands Textes » 2007.
- [13] Bakass Fatima, Ferrand, Michèle, Équipe ECAF, « L'entrée en sexualité à Rabat: les nouveaux "arrangements" entre les sexes », Population, N° 1, vol 68, pp. 41- 65, 2013.
- [14] Koffi Tekou, Weidert Karen, Ouro Bitasse Eralakaza, Mensah Marthe, Emina Jacques, Mensah Sheila, Bongiovanni Annette, et Ndola Prata, Engaging men in family planning: perspectives from married men in Lomé, Togo. Glob Health Sci Pract.; 6 (2): 317-329, 2018.
- [15] Adedzi Kodzo Awoénam, Éducation pour la santé de la reproduction et ses implications anthropologiques au Togo. Canadian Journal of African Studies/Revue canadienne des études africaines, p. 1-17, 2020.
- [16] Kpakpo-Lodonou Pepevi, Vivre séparément ensemble, paradoxe de la vie de couple au Togo, Paris, L'Harmattan, 2017.
- [17] Tchitou Ibitola et Vignikin Kokou, « Discussion entre conjoints sur l'utilisation de la contraception et modification des comportements de fécondité au Togo, Université de Laval, Québec, 2015.
- [18] Adjmagbo Agnès, Gastineau Bénédicte et Kpadonou Norbert, « Travail-famille: un défi pour les femmes à Cotonou », Recherches féministes, Vol. 29, N° 2, pp. 17-41, 2016.

