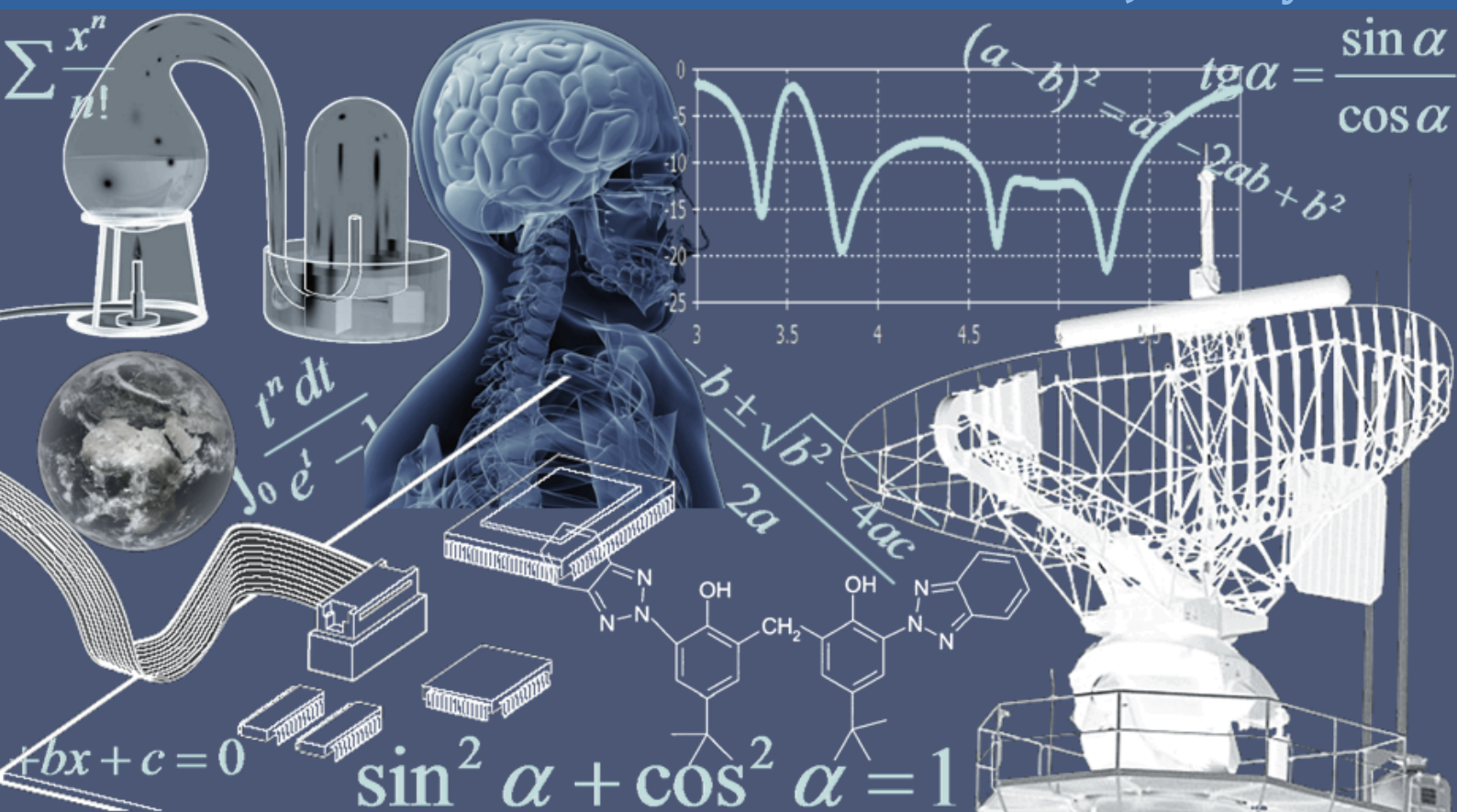


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND APPLIED STUDIES

Vol. 44 N. 3 January 2025



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

La formation du champ du football au Sénégal: Enjeux et fonctions (1960-2002) <i>Hameth Dieng</i>	558-570
Connaissances des enseignants sur l'approche par compétences (APC) et son application dans les Instituts Techniques Médicaux de la province du Sud-Ubangi, RDC <i>ETOMBO wa LINGOMBELE Jupis, MAMBESA BAINAMBOKA Martin, MANGI BENDE Maurice, Kadiata Bukasa Augustin, and Tshitadi Makangu Augustin</i>	571-578
Valeurs nutritives, toxiques, paramètres physico-chimiques de la matière grasse des termites consommés à Kisangani et à Mbuji-Mayi et paramètres physico-chimique des sols de sites étudiés (RD Congo) <i>Katembua Kabongo, Moango Adrien, Kayisu Kalenga, and Juakaly Louis</i>	579-585
RSE au Congo: Sortie de l'impasse des réformes imposées en temps de guerres? Vers une politique de responsabilité sociétale de l'entreprise <i>Corneille Ntamwenge</i>	586-608
Du Sort Successoral du Conjoint Survivant dans un mariage non enregistré en Droit Congolais <i>Robert LUSUNGU MUTOMBO</i>	609-628
Activité antifongique de la poudre de feuille de Neem (<i>Azadirachta indica</i>) sur les contaminants fongiques isolés des graines de Niebe (<i>Vigna unguiculata</i>) pendant le stockage après la récolte <i>Touré Naka, Kokora Aya Philomène, Kouamé Liliane Maimouna, Djédjé Blètro Patrick Gérard, and Atobla Koua</i>	629-642
Caractérisation Phénotypique de Quelques bactéries antibiorésistantes Isolées de divers échantillons des malades et sensibilité aux alicaments à Kisangani (Province de la Tshopo) RD Congo <i>Jules Lokonga Okenge and Charlie Likula Bombali</i>	643-658
La communauté internationale et la commémoration du génocide rwandais de 1994 <i>Sadiki Nyembo Lucien</i>	659-673
Molecular identification of the causal agents of mango anthracnose disease in North Côte d'Ivoire <i>Kouadio Claude Ghislaine, Doga Dabe, Loukou Charles, Koffi Ghislain, and Coulibaly Sidonie</i>	674-685
Profil anthropométrique de l'obésité chez des adultes en milieu rural ivoirien: Une étude transversale dans la sous-préfecture de Sikensi <i>Adou Kock Hélène Dorine Theresa, Gngangoran Boua Narcisse, Yao N'Guessan Blaise, Gué Pelé Nathalie Olive Pélagie, and Yapo Angoué Paul</i>	686-694
Durabilité d'un sol ferrugineux tropical lessivé sous différents modes de gestion continue de résidus de récolte dans une rotation triennale coton-maïs-sorgho en zone semi aride de l'Afrique de l'Ouest <i>Pouya Mathias Bouinzemwendé, GNANKAMBARY Zacharia, Sempore Wendyam Aristide, KIBA Delwendé Innocent, Serme Ben Idriss, Lompo François, and Sedogo Michel</i>	695-706
Dynamique de la végétation d'une savane mise en défens contre le feu à Ibi-village en République Démocratique du Congo <i>Henri Paul Eloma Ikoleki, Ruffin Nsielolo Kitoko, and Jean LEJOLY</i>	707-724
Characterisation of microbiological and sensory properties of chicken sausage processed with natural preservatives <i>Aoura Diantom, Nerine Akwa, Yao Hoekou, Akpéné Akakpo, Bouraïma Djeri, and Damintoti Karou</i>	725-731
Analyse des tendances des pluies extrêmes dans le département du Mono, République du Bénin (Afrique de l'Ouest) <i>Modestine Victoire Bessan, Expédit Wilfrid Vissin, Katchele Faustin Ogou, and Euloge Ogouwale</i>	732-748
Analyse des facteurs déterminants l'adoption de la production de l'anacarde biologique à l'Ouest du Burkina Faso <i>W. M. F. Sabine Doamba, Savoré Hamado, and Edmond Hien</i>	749-758
Sustainable Aquaculture Development Strategy for Niger Towards 2035: A Review <i>Mahamadou Issoufou Hassane</i>	759-769
Flavonoid profile of two antihypertensive extracts of <i>Trema orientalis</i> Blume leaves (Cannabaceae)	770-778

Longin Justin Clair BONAZABA MILANDOU, Célestine NKOUNKOU LOUMPANGOU, Arnold Murphy ELOUMA NDINGA, Hélène CARREYRE, Adolphe Christian NGAKEGNI-LIMBILI, Jean-Maurille OUAMBA, and Sébastien THIBAUDEAU

Analyse de la chaîne de valeur des feuilles de l'Hyphaene thebaica du Goulbi N'kaba

779-787

ADAM Mamadou, MAHAMAN Sabiou, and MAMAN Garba

Effets de l'origine génétique du grain de pollen sur les qualités technologiques, physiques et sensorielles des fèves de cacao marchand dans la région de Loh-Djiboua (Côte d'Ivoire)

788-798

Attiaipo Pépin Assi, Massé DIOMANDE, Honorine Brigitte Guiraud, Patricia N'GORAN, Klotioloma Coulibaly, Walet Pierre N'Guessan, Kouamé François N'Guessan, Aidara Sekou, and Gnion Mathiastahi

Dynamique spatio-temporelle de la biomasse fourragère liée aux fluctuations pluviométriques dans le département de l'Alibori au Bénin (Afrique de l'Ouest)

799-812

Soufouyane Zakari

La formation du champ du football au Sénégal: Enjeux et fonctions (1960-2002)

[The formation of the football field in Senegal: Issues and functions (1960-2002)]

Hameth Dieng

Enseignant chercheur au département des Sciences et Techniques et des Activités Physiques et Sportives (STAPS) de l'UFR des Sciences de l'Éducation, de la Formation et du Sport de l'Université Gaston Berger de Saint-Louis, Senegal

Copyright © 2025 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 examines the development of the domain of football, the representations attached to it, and the functions it fulfilled between 1960 and 2002. The research aims to elucidate how an activity initially perceived as trivial gradually acquired cultural significance, ultimately functioning as a structured social space. At what precise moment did a distinct field, with its own operational rules, personnel, and stakes, come into existence? This approach is essential, as it reveals the profound impact of social, cultural, and political processes on the establishment of this space.

To investigate the formation of the football domain in Senegal, the study predominantly utilizes a diachronic and synchronic analysis of a documentary corpus, which includes academic research and newspaper clippings covering the specified period. This documentary analysis is further enriched by interviews conducted within each defined temporal sequence. The study identifies four distinct phases in the process of forming and consolidating the football field in Senegal. Findings indicate that a unique space dedicated to this sport emerged, establishing principles and criteria that serve to classify and stratify individuals within society. As football gained legitimacy, its influence extended significantly over citizens' daily lives, as well as over the strategies of public authorities, individuals, and groups. It has evolved into a primary consensual platform, fulfilling vital political and social functions, while constructing new social representations associated with football's societal status.

KEYWORDS: domain, stakes, function, representation.

RESUME: Cette étude analyse la formation du champ du football, les représentations qui s'y attachent et les fonctions qu'il remplit dans la période 1960-2002. L'objectif est de comprendre comment une activité considérée comme futile au début finit par acquérir une signification et fonctionner comme un espace ? Quand exactement un champ spécifique, ayant ses règles de fonctionnement, ses personnels, ses enjeux s'est-il mis en place ? Cette approche nous paraît pertinente dans la mesure où elle révèle l'importance des processus sociaux, culturels et politique dans la formation de cet espace. Pour saisir la formation du champ du football au Sénégal, l'étude s'est appuyée essentiellement sur l'analyse diachronique et synchronique d'un corpus documentaire composé de travaux de recherches et de coupures de journaux couvrant la période retenue. L'analyse du corpus documentaire est accompagnée d'entretiens réalisés à l'intérieur de chaque séquence temporelle.

Cette étude a permis d'identifier quatre états successifs distincts dans le processus de formation et de consolidation du champ du football au Sénégal. Il ressort qu'un espace particulier d'une pratique sportive s'est constitué en créant des principes et des critères qui parviennent à classer et hiérarchiser les hommes dans la société. Devenant plus légitime, le football pèse de plus en plus sur la vie quotidienne des citoyens, sur la stratégie des pouvoirs publics, des individus et des groupes. Il devient un argument consensuel de premier ordre et remplit des fonctions politiques et sociales. De nouvelles représentations sociales en rapport avec le statut du football dans la société sont construites.

MOTS-CLEFS: champ, enjeu, fonction, représentation.

1 INTRODUCTION

Le football est introduit au Sénégal pendant la période coloniale précisément entre les deux grandes guerres (Dieng, 1992). Produit colonial, le football n'a cessé de se développer et a fini de prendre une place centrale dans la vie sociale, politique et économique du Sénégal. Notre étude porte sur le champ sportif du Sénégal, Etat anciennement colonisé par la France. Ce champ du football se forme dans un pays peu industrialisé, différent des autres Etats du tiers monde et d'occident. Le champ du football se développe après la période de décolonisation qui s'est déroulée simultanément avec d'autres pays africains. Les années 50-70 sont caractérisées par les Etats providence et les politiques sportives. Pendant cette conjoncture, à des rythmes différents, les Etats européens et d'Amérique du Nord ont instauré des "politiques sportives" axées sur la pratique de masse et le sport de haut niveau (De France, 1995).

Notre recherche décrit et analyse la formation du champ du football au Sénégal entre 1960 et 2002 pour déterminer les enjeux qu'il suscite et les fonctions qu'il remplit. Pour étudier cette dynamique, nous nous proposons de mettre en œuvre l'analyse des champs élaborée par (Bourdieu, 1991, 1992) pour appréhender la formation d'espaces spécialisés notamment celle du champ littéraire et artistique.

Cette recherche apporte un éclairage large sur les processus de constitution, d'expansion et d'autonomisation relative de l'espace du football dans un pays indépendant depuis 1960. Considéré comme futile et ne méritant aucun investissement au début des indépendances, le football acquiert une légitimité dans les années 80-90 et devient un modèle de carrière et de réussite pour les familles et les jeunes. Elle a révélé quatre états successifs du champ du football au Sénégal entre 1960 et 2000. Ces états se différencient par la montée des enjeux attachés au football, le jeu des agents, les actions de l'Etat, les fonctions et les représentations construites.

La dynamique sociopolitique a permis de montrer comment dans la formation d'un espace sportif qui a lieu plus tard, des arrangements spécifiques sont produits et reproduits dans un contexte national, engendrant la formation d'un champ sportif original. Dans le cadre de cette étude, il sera d'abord présenté la problématique et les questions qui en ont découlé. Ensuite, nous allons expliciter, le concept de champ et définir la méthodologie utilisée. Enfin, dans une dernière partie, nous allons présenter et analyser les résultats de la recherche.

2 PROBLÉMATIQUE

Le football est le sport le plus pratiqué et le plus médiatisé de cette fin de siècle. Depuis sa codification en Angleterre en 1863, il s'est répandu en Europe, en Amérique du sud, en Afrique et dans le reste du monde (Dieng, 1998). Les japonais et les saoudiens ont lancé un championnat professionnel et les Etats-Unis ont organisé la coupe du monde en 1994, l'Afrique du Sud celle de 2010 et le Qatar a abrité la Coupe du monde de 2022.

Le football est devenu un élément majeur des sociétés contemporaines, il mobilise des millions de pratiquants, de dirigeants et de spectateurs. Il a conquis une place dans l'espace de tous les pays et participe à leur expression et leur représentation. Il est à la fois un mode de loisirs, un ensemble technique, une organisation institutionnelle, un enjeu économique et l'un des éléments des stratégies politiques (Augustin et Guichard, 1993).

Ce développement quasi mondial en a fait progressivement "le sport du siècle " Si, à l'heure actuelle, sur tous les continents le football a atteint un certain degré de diffusion, envahi tous les aspects de la société et pris une telle influence, il a fallu pour en arriver là qu'il connaisse un essor et une expansion pendant tout le XXe siècle (Vingtième siècle, N° 26, 1990). Cependant, son développement reste variable d'un pays à l'autre, d'un continent à l'autre, On présente souvent le football comme le sport universel par excellence, sans guère plus d'analyse.

Son essor reste très mitigé aux Etats Unis où il est concurrencé par le football américain, et le base-ball (Markowits, 1990). Dans d'autres pays comme le Sénégal on enregistre de fortes spécificités comme l'illustre les navétanes qui sont pratiqués pendant la saison des pluies (Mbaye, 1997 et 2017, Dieng, 1998, 2020 et 2023).

Hier comme aujourd'hui, le football remplit un rôle majeur comme support des identifications politiques locales (Murray, 1988, Karady et Hadas, 1994, Breuer et Lindner, 1994). En France, l'étude du football en termes de champ permet d'identifier deux états du champ du football caractérisé par un professionnalisme inachevé (Faure, J-M et Suaud, C, 1999).

Le football apparaît comme un élément des sociétés contemporaines et constitue un champ à part entière mais il se trouve totalement immergé dans chaque société (Lanfranchi, 2002).

Le football s'impose comme un moyen d'identité individuelle ou collective dont chacun peut user selon ses libres dispositions. Il se présente comme un substitut aux grands desseins qui font défaut aux sociétés contemporaines et participe au mythe des sociétés caractérisées par l'avènement du culte de la forme et de la compétition (Ehrenberg, 1991).

Notre étude porte sur le champ sportif du Sénégal, Etat anciennement colonisé par la France. Ce champ du football se forme dans un pays peu industrialisé, différent des autres Etats du tiers monde et d'occident. Le champ du football se développe après la période de décolonisation qui s'est déroulée simultanément avec d'autres pays africains et qui prend fin à la fin des années 1950. Au Sénégal, le football n'a pas cessé depuis l'indépendance de se développer au point de prendre une place primordiale dans l'organisation de la vie sociale contemporaine. La croissance et le développement du football sont le fait de la diffusion plutôt que de l'invention.

Notre recherche a pour principal objectif de voir comment le football en se diffusant crée une dynamique nationale c'est à dire comment il trouve une place dans l'éducation, les spectacles et la politique. Saisir sur près de 40 ans la dynamique de constitution de l'espace du football, ainsi que les significations et les valeurs attribuées à cette discipline sportive telle est l'ambition de cette étude. Il s'agit par conséquent de mettre à jour des processus, politiques, sociaux et économiques à l'œuvre dans l'histoire du sport au Sénégal dans la dynamique sociopolitique sur la période 1960-2002.

On se propose de faire une étude socio-historique pour saisir la dynamique de constitution et de transformation sur près de 40 ans du champ du football au Sénégal. Telle est en effet l'une des options centrales de cette recherche. Comment une activité considérée comme futile au début finit par acquérir une signification et fonctionner comme un espace ? Quand exactement un champ spécifique, ayant ses règles de fonctionnement, ses personnels, ses enjeux s'est-il mis en place ? Quelles sont les valeurs qui lui sont attribuées et quelles fonctions remplit-il ?

Après avoir posé la problématique et la question de recherche, la partie suivante est consacrée à la présentation du cadre théorique et méthodologique.

3 CADRE THÉORIQUE ET MÉTHODOLOGIQUE

La présente étude vise à comprendre la formation du champ du football, les représentations qui s'y attachent et les fonctions qu'il remplit dans la période 1960-2002. Il s'agit de questionner, à travers une approche à la fois diachronique et synchronique, ce qui est devenu un espace ayant un objet propre et une histoire originale.

3.1 LE CONCEPT DE CHAMP

Bourdieu définit les champs « *comme des espaces structurés de position dont les propriétés dépendent de leur position dans ces espaces et qui peuvent être analysés indépendamment des caractéristiques de leurs occupants (en partie déterminés par elles)* » (Bourdieu, 1980: 113).

En effet, on peut analyser l'objet sport comme recouvrant un champ social; domaine limité, relativement autonome, au sein duquel différents agents s'affrontent ou s'allient, se disputent ou se partagent des profits spécifiques à ce champ (Bourdieu, 1992). Ces profils réels ou escomptés matériels ou symboliques constituent les enjeux de leurs luttes et le moteur de leurs actions. Le football au Sénégal peut s'analyser en termes de champ dans ce sens qu'il représente un domaine d'activité spécialisé, issu d'une sorte de division du travail, centré sur un enjeu spécifique qui peut être l'amour du football (Bourdieu, 1992).

Dans le champ, il existe un principe de hiérarchisation interne qui définit l'excellence sportive. Ces critères de hiérarchisation affirment l'autonomie relative du champ sportif par rapport au champ social et politique (Bourdieu, 1991).

3.2 MÉTHODOLOGIE

La méthodologie retenue conduit à faire une étude diachronique et synchronique qui couvre la période de 1960 à 2002 c'est-à-dire de l'indépendance (1960) à la première participation du Sénégal à une phase de coupe du monde de football. Il ne s'agit pas d'étudier l'évolution du football sur le plan technique mais par une approche historique de fixer les grandes périodes de transformation qu'il a subies et par une analyse sociologique de décrire et de saisir la nature de ces changements. La réalisation de cette recherche s'appuie principalement sur un corpus documentaire composé de travaux de recherches et de coupures de journaux couvrant la période retenue.

L'analyse du corpus documentaire est accompagnée d'entretiens réalisés à l'intérieur de chaque séquence temporelle. A ce titre, un guide d'entretien a été élaboré pour recueillir de manière détaillée les informations indispensables à cette étude.

La grille d'entretien s'est adaptée au cas par cas (dirigeants de clubs, entraîneurs, joueurs et cadres du Ministère en charge des sports).

On peut dire que l'entretien est en quelque sorte une improvisation réglée (Blanchet et Gotman, 1992). Ce guide comporte trois (3) thèmes dont un premier concernant l'importance et la place du football afin d'identifier les éléments de langage émis ainsi que les valeurs et les fonctions attribuées qui lui sont attribuées. Le second thème du guide d'entretien s'intéresse aux actions de l'Etat pour promouvoir le football. Les éléments qui peuvent renseigner dans cette optique sont l'appréciation des actions de l'Etat par les acteurs. Le dernier thème du guide d'entretien s'intéresse aux aspects symboliques, économiques et culturels des perceptions sur le football.

Aussi, le choix de l'enquête par entretien comme technique de recherche s'inscrit dans la logique de comprendre le sens et la signification qu'ils donnent à leurs pratiques et leurs vécus faisant d'eux des sources précieuses d'informations sur le football durant cette période. Ensuite, ils sont retranscrits, récapitulés et analysés dans une perspective thématique avec des croisements (Quivy & Campenhoudt 2011).

Suite à cela, un tableau récapitulatif a permis de saisir les opinions des interviewées et de récapituler les informations obtenues auprès des interviewés au regard de chaque thème. Pour limiter la tendance à la subjectivité face à un corpus de données textuelles l'analyse de contenu selon (Moliner, Rateau et Cohen-Scali 2002), se doit d'être réalisée à partir de techniques précises (organisation du corpus, codage, découpage, interprétation) qui permettent d'améliorer l'objectivité, la systématisation et la généralisation des résultats présentés ci-dessous.

Enfin, mon statut d'ancien footballeur, d'entraîneur et de directeur national chargé de piloter les politiques publiques en matière de sport est mis à profit dans une perspective anthropologique. L'anthropologie nécessite un séjour dans le groupe pour se familiariser avec ses coutumes, ses techniques et sa langue avant de pouvoir l'étudier.

Ce présupposé méthodologique transposé dans notre recherche nous autorise à faire appel à notre expérience du milieu. En effet, la sociologie peut devenir une connaissance par l'expérience, c'est-à-dire aussi une connaissance sensible qui se rapproche de la pratique artistique où domine sensualisme, vitalisme et naturalisme. C'est une voie d'accéder au social pour la sociologie, projet qui définit en lui-même un nouveau rapport à l'objet à son observateur fondé sur « *une certaine familiarité et le laisser aller, ou plus exactement sur l'intuition d'une évidence massive et incontournable* ». (Maffésoli, 1985: 205).

Après avoir défini les concepts utilisés et exposé la méthodologie utilisée pour réaliser cette recherche, la partie suivante présente l'analyse et l'interprétation des résultats recueillis.

4 ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

4.1 L'HÉRITAGE COLONIAL

Le football est introduit au Sénégal pendant la colonisation entre 1915 et 1920 et sa diffusion a commencé par des matchs conclus entre les rares formations locales ou entre celles-ci et les équipes de marins de passage à Dakar (Dieng, 1992). Cette situation a engendré la création de clubs culturels et sportifs sénégalais à partir de 1921 notamment, la Jeanne d'Arc créée la même année, l'union Sportive indigène en 1929, l'union sportive Goréenne et le Foyer France Sénégal créés en 1933 (Mignon, 1987).

Outre le sport, ces clubs organisaient des activités culturelles (chantiers des jeunes travailleurs, cours de vacances) et artistiques (théâtre et musique). Progressivement, le football allait dominer les autres disciplines et devenir la principale activité des clubs dont il déterminera l'évolution. Sa primauté sur les autres disciplines sportives ou culturelles prit forme à partir de 1946, date de la mise en place des districts de football dans les villes de Dakar, Saint-Louis et Thiès (Ly, 1991). En effet, c'est le football qui a transformé les clubs à l'origine omnisports, culturels et artistiques en association unisport (pratiquant exclusivement le football).

Les clubs trouvant un espace de jeu se sont spécialisés dans le football sans qu'il y ait des groupes sociaux qui en assurent la popularisation. Par exemple, en France la popularisation du football fut assurée par le clergé et les catholiques qui se voyaient privés d'une partie du contrôle de la jeunesse par les lois scolaires de 1881 et la réorganisation de l'instruction publique (Durbreuil, 1980).

Entre les années 1920 et 1940, l'instruction physique avait des finalités militaires et était contrôlée par des militaires français ou locaux, sous-officiers formés à l'école de Joinville ou dans les cercles spécialisés. Avec l'avènement du régime de Vichy en 1941, les activités physiques et sportives vont se libérer de leurs finalités militaires et hygiéniques et le modèle sportif et compétitif s'imposa à la société coloniale (Dieng, 1992).

En 1946, la ligue de football de l'Afrique occidentale française (AOF) et du Togo fut créée et regroupait le Sénégal, le Soudan français, le Dahomey, la Haute Volta, la Côte d'Ivoire, la Mauritanie et le Togo. Dans la même année, les districts de football de Dakar, Thiès et Saint-Louis furent créés et allaient jouer un rôle considérable dans la diffusion et la popularisation du football.

Cette ligue allait impulser la diffusion et la popularisation du football avec la mise en place d'une coupe qui opposait les équipes championnes des colonies. Sur treize (13) coupes mises en jeu (1946/1959), on a enregistré neuf (9) victoires sénégalaises acquises exclusivement par des équipes de Dakar et de Saint-Louis. L'union sportive de Gorée remporta l'épreuve à trois (3) reprises (1946, 1954 et 1955), la Jeanne d'Arc à deux (2) reprises (1951 et 1952), le Foyer France Sénégal (1948), le Racing club de Dakar (1949), le Réveil de Saint-Louis (1957) et la Saint-Louisienne ((1959) l'emportèrent une fois (Ly, 1991). Après treize années de vie intense, la ligue d'AOF fut remplacée en 1959 par l'éphémère fédération de l'ouest africain.

Entre 1941 et 1953, le modèle sportif compétitif s'imposa à la société coloniale: un ensemble d'activités fonctionne sous une forme permanente et organisée (Dieng, 1992). Pour promouvoir le sport dans les colonies, l'administration coloniale avait d'abord choisi le sport fédéral entre 1945 et 1950 avant de privilégier l'office du sport scolaire et universitaire (OSSU) de 1950 à 1960 (Deville-Danthu, 1989). En 1959 avec la loi cadre, l'éducation physique et le sport sont rattachés pour la première fois à un secteur spécifique: la jeunesse et le sport.

LE FOOTBALL SCOLAIRE ET UNIVERSITAIRE

Parallèlement à l'existence d'un football associatif qui regroupait quelques clubs dans les grands centres urbains (Dakar, Thiès, Saint-Louis, Kaolack et Ziguinchor), le football est introduit à l'école comme moyen d'éducation. Il devait bénéficier de la présence des cadres civils et participer aux finalités de l'école coloniale. En mai 1952, fut créé l'organisme du sport scolaire et universitaire (OSSU) selon les dispositions de l'ordonnance du 12 octobre 1945 et son arrêté d'application du 5 novembre 1945 (Dieng, 1992). Le sport scolaire et universitaire devait contribuer à la paix sociale et conduire chacun à sa place dans la société. De par sa dynamique (Règles/compétitions, victoires/défaites) il contribuerait à faire naître l'unanimité idéologique derrière le colonisateur.

LE FOOTBALL NAVÉTANE

Contrairement aux pays occidentaux, le Sénégal a connu le développement d'une modalité de football (les navétanes) dès la période coloniale. Au début, les navétanes étaient une forme de rejet du système colonial par les citoyens qui ne voulaient pas intégrer les associations existantes (Camara, 1977). Organisés par les jeunes eux-mêmes, ces pratiques qui se sont développées spontanément depuis la période coloniale ont atteint aujourd'hui un impact populaire qu'aucun organisme sportif n'a jamais eu.

Les navétanes se sont développés et diffusés dans des aires de jeu de fortune (non institutionnalisées) avec une absence de règles et un seuil de violence très élevé dans les compétitions (Ndiaye, 1981). En optant pour la compétition, ils vont créer une adhésion massive des populations et dépasser largement leur objectif original.

Les navétanes qui ont constitué une forme de contestation des jeunes citoyens contre les modèles coloniaux perdurent aujourd'hui. Les navétanes sont une forme de sociabilités sportives basées sur le football mais développées en marge des pouvoirs habituels, ceux de la fédération.

Le football des quartiers distinct des pratiques officielles remplit des objectifs de socialisation et de cohésion dans la société civile (Dieng, 1998, 2020). Les navétanes assurent également des formes originales de mobilisation sociale et d'expression politique. En réactivant des formes de sociabilités (coopération et solidarité traditionnelle), ils favorisent l'intégration de la jeunesse dans le monde moderne et l'émergence d'une citoyenneté (Mbaye, 1997 Dieng, 2023). Les navétanes ont réussi à se maintenir jusqu'à aujourd'hui en s'intégrant à l'univers sportif sénégalais. Ce sont des groupes urbains de niveau culturel très élevé qui ont été à l'origine de cette mutation.

4.2 UN CHAMP RELATIVEMENT AUTONOME (1960-1969)

Durant les premières années de l'indépendance, le football est toujours considéré comme une institution héritée de la colonisation et l'Etat manifeste peu d'intérêt pour une pratique qui repose largement sur le mouvement associatif. Cette désaffection de la puissance publique traduit la faible légitimité du football. Durant cette séquence, l'accumulation de ressources spécifiques au champ du football est freinée par l'absence d'une économie industrielle susceptible d'injecter des capitaux dans le sport.

On note une absence d'intervention de l'Etat qui préfère s'occuper de choses plus urgentes et prioritaires notamment le développement agricole par l'encadrement du monde paysan par les coopératives. Le football repose sur les notions d'activité volontaire désintéressée et se développe suivant une logique associative. Les représentations liées au football sont très négatives et l'environnement social lui est très défavorable. La pratique du football est perçue comme une perte de temps, la réussite dans la société sénégalaise passe par d'autres canaux telle que l'école.

Au cours de leur enfance, il arrivait souvent aux enfants de subir les brimades de leurs parents qui étaient hostiles à la pratique du football. Le football est perçu comme un divertissement qui vient après l'école et les obligations familiales. Dans cette perspective, un ancien joueur nous donne la perception dominante sur le football :

Je disposais d'un bon niveau au football qui pouvait me permettre d'accéder aux équipes civiles, mais je n'ai jamais pu bénéficier du soutien familial. Pendant notre jeunesse, on ne pouvait pas s'imaginer arriver à une réussite sociale à partir du football.

A partir de 1966, l'Etat commence des actions de régulation de la société et s'intéresse au sport en général et au football en particulier. Le football permet la représentation nationale et devient un élément de la diplomatie, il est source de rapprochement ou de tensions entre les nations africaines. Ainsi, le 14 décembre 1966 à Bamako est créé, le Conseil Supérieur du Sport en Afrique (CSSA) qui est une association de droit international constitué par les Etats indépendants membres de l'Organisation de l'Unité Africaine (OUA) (Augustin, 1994).

Organe suprême de coordination du mouvement sportif africain, il est l'appareil de l'action concertée des Etats pour la promotion et le développement du sport en Afrique. Parmi ces quatorze (14) missions, il doit :

- Orienter et maintenir le sport africain dans la voie de l'unité africaine en consolidant la compréhension réciproque et l'amitié entre ses pratiquants et ses dirigeants;
- Etudier toute question relative au mouvement sportif mondial et arrêter une attitude commune la position et la participation des pays africains.

Le Conseil Supérieur du Sport circonscrit un espace politique africain qui permet un débat sur l'organisation du sport africain et le rôle que le sport pourrait jouer pour l'Afrique. Le sport apparaît comme un moyen de lutte pour une décolonisation totale de l'Afrique (Augustin, 1994).

Dans cette conjoncture, l'Etat commence son action de régulation de la société et s'intéresse au sport en général et au football en particulier. Estimant que le fonctionnement du sport est régi par des textes calqués sur le modèle français et qui ne correspondent pas au contexte socioculturel sénégalais, Amadou Racine NDIAYE, Ministre de la Jeunesse et des Sports prit un certain nombre de mesures pour relancer le mode de fonctionnement des structures (Dieng, 1998).

L'arrêté N°12527 du 31/08/66 relatif à la délégation de pouvoirs, malheureusement cet arrêté ne donne aucune indication sur le contenu et la nature de la délégation. L'arrêté N°12528 du 01/09/66 précisant la gestion des équipes nationales et l'arrêté N°12529 du 01/09/66 relatif aux groupements sportifs (Sénégal, 1966). Il visait à faire disparaître les querelles incessantes, l'électoratisme et les interprétations abusives au sein des fédérations sportives particulièrement au niveau du football, (Sénégal/MJS, 1987). Cet arrêté définit essentiellement la dénomination des groupements sportifs selon leur extension géographique (comité, district, ligue et fédération), la composition des comités électoraux appelés à choisir leurs membres de comités de direction et le mode de votation au niveau des assemblées générales.

Ces premières interventions de l'Etat dans la formation du champ du football sont très mesurées. L'Etat vient par une série de règles guider et réguler le football en laissant une relative autonomie aux structures associatives : l'Etat impulse, stimule mais laisse l'exécution aux structures associatives. L'Etat définit les critères et détermine les règles du jeu pour normaliser le comportement des acteurs.

On assiste à une recomposition d'un ensemble de présupposés à propos du développement du football (rôle de l'Etat, autonomie du mouvement associatif, opérationnalité des structures associatives). Ainsi, les idées vont jouer un rôle prépondérant dans les changements futurs en touchant la sphère de l'Etat. Diverses actions vont être tentées pour réformer les structures et accroître le rôle de la puissance publique.

4.3 UN REGIME D'EXCEPTION POUR ADMINISTRER ET GERER LE FOOTBALL (1970-1974)

L'Etat arrivait à la conclusion qu'entre 1970 et 1974, le football sénégalais était en train de se détruire par le jeu d'un régionalisme dangereux et dégradant (Cissé, 1995). Ce climat favorisait un électoratisme pernicieux qui engendrait des problèmes de toutes sortes, sources de conflits latents et de contradictions (Diack, 1969).

Pour relancer le football et éviter certaines dérives, l'Etat retire la délégation accordée à la fédération de football et met en place un comité national provisoire chargé d'administrer, d'animer, de promouvoir et de gérer le football. Pour l'Etat, la mise en place d'un comité chargé du football est d'autant plus légitime que la conduite de la mission de service public que constitue le sport est une prérogative de puissance publique. A travers cet acte, l'Etat veut s'assurer le contrôle du football pour conduire les réformes souhaitées mais est incapable de servir de la discipline à des fins de propagande. Par cette mesure, l'Etat révèle la faiblesse des moyens que le sport peut opposer au politique (Cissé, 1995).

Le mouvement associatif ne parvient pas à se constituer en un corps qui peut échapper au contrôle de l'Etat. Le football perd son autonomie et devient un enjeu politique et une grande attention lui est accordée. Il bénéficie de fonds publics et se trouve être au centre des préoccupations des pouvoirs publics.

Tous les membres du Comité National Provisoire sont nommés par l'Etat. Ces personnes choisies es qualité constituent une sécurité pour l'Etat dans l'application des orientations définies et dans la gestion du football. La mise sur pied de ce régime d'exception devrait permettre à l'Etat d'entamer les logiques de sportivisation (formation des cadres, créations de titres et réglementation des activités scolaires et extra scolaires) dont le coût est relativement élevé.

Pour réaliser les orientations dans le secteur sportif, l'Etat crée un Commissariat Général aux Sports à la tête duquel, Lamine DIACK est nommé. Ainsi, entre 1969-1970, Lamine DIACK organisa la réforme du football qui, dans les milieux sportifs, porte son nom. Les raisons qui avaient présidé à la réforme sont:

- Augmenter les moyens du club sénégalais à partir d'une base populaire plus large;
- Élever concomitamment le niveau technique;
- Rappeler à notre jeunesse les symboles d'abnégation, de courage et dépassement présents dans notre histoire et notre patrimoine culturel;
- Renforcer notre option pluridisciplinaire base essentielle de la démocratisation du sport.

Promu Secrétaire d'Etat auprès du Premier Ministre chargé de la Jeunesse et des Sports entre le 28 février 1970 et le 5 avril 1973, Lamine DIACK essaya de réglementer l'enseignement de l'Education Physique et Sportive par une série de mesures. Il institua le Diplôme de Maître d'Education Physique et Sportive par le décret 71. 680 du 21 juin 1971. Il fixa les conditions et titres exigibles des personnes exerçant la profession d'Educateur physique et Sportif à titre privé. Les activités physiques et sportives scolaires et universitaires sont définies et organisées par le décret 71.765 du 12 juillet 1971. Le statut de l'organisme du sport scolaire et universitaire (U.A.S.S.U) par arrêté ministériel N° 033 du 10 février 1972.

Il fixa les règles générales régissant les conditions d'installation, d'hygiène et de sécurité des Centres de Vacances et de loisirs. Sous son autorité fut instituée la Semaine Nationale de la Jeunesse qui rassemblait toutes les régions du pays pour des compétitions sportives, culturelles et sportives (décret 71.1354 du 22 septembre 1971).

Les actions entreprises par Lamine Diack ont eu des effets structurants sur la formation du champ sportif sénégalais, particulièrement celui du football. Avec lui, une plus grande attention a été accordée aux activités physiques et sportives dans le champ extra-scolaire et scolaire. Dans un temps relativement court (1970-1973), il a essayé d'asseoir une politique sportive qui prenait comme axe la réforme du football.

Durant le régime d'exception, les résultats sportifs escomptés n'ont pas eu lieu, le mouvement sportif parle même de recul de la discipline. Le Sénégal ne s'était pas qualifié pour les phases finales de la Coupe d'Afrique des Nations en 1970 au Soudan, en 1972 au Cameroun et en 1974 en Egypte. Tandis que le système de gestion étatique du sport dans le cadre d'un régime politique violent conduit respectivement l'Italie et l'Allemagne à leur meilleur classement international lors des jeux olympiques de 1932 et 1936 (Kruger, 1986).

4.4 COMPLEMENTATION, CONSOLIDATION ET STRUCTURATION DU CHAMP DU FOOTBALL (1974-1984)

Cette phase s'inscrit dans deux configurations politiques, économiques et sociales distinctes. Elle débute en 1974 qui marque la fin du régime d'exception et prend fin en 1984 date du vote de loi 85-59 du 23 mai 1984 portant charte du sport par l'Assemblée Nationale du Sénégal. En 1974, la télévision est introduite au Sénégal et elle va sensiblement modifier la perception des sénégalais sur le fait sportif par la retransmission des grands événements (Coupe du monde 1974, Coupe d'Afrique des nations). Les retransmissions de ces grands événements sportifs vont influencer de manière positive sur la promotion du football et engendrer de nouvelles représentations.

C'est dans cette phase que l'Etat va commencer à mener une politique volontariste pour accroître les ressources du football (dotation en crédits budgétaires, construction d'infrastructures et formation des cadres). Les infrastructures sont réalisées

dans le cadre de lois programmes avec un financement de l'Etat ou de la coopération bilatérale. Dans le cadre des V^{ème} et VI^{ème} plan, des crédits sont affectés pour la réalisation d'infrastructures

Le stade Lamine GUEYE de Kaolack avec un coût de 230 millions de francs CFA et d'une capacité de 1000 places avec une pelouse gazonnée et de l'éclairage est réalisé en 1977. Celui de la ville de Diourbel dénommé Ely Manel FALL, avec une pelouse en gazon et de l'éclairage et d'une capacité de 1000 place est construit en 1977 et a coûté 900 millions de francs CFA. Le stade Lad Dior DIOP de Thiès avec 5000 places et une pelouse en gazon et de l'éclairage a été réalisé en 1979 pour un coût de 900 millions de francs CFA. Réalisé en 1981, le stade Alboury NDIAYE de Louga d'une capacité de 1000 places avec une pelouse en gazon et de l'éclairage a coûté 550 millions de francs CFA.

Le stade Aline Sitoé DIATTA de Ziguinchor d'une capacité de 1500 places avec une pelouse en gazon et de l'éclairage a été réalisé en 1983 pour un coût de 800 millions de francs CFA. Le stade Léopold Sédar SENGHOR a été réalisé par un financement de la Chine pour un montant global de 12 milliards de francs CFA avec une capacité de 60.000 places, une pelouse en gazon, de l'éclairage et une piste synthétique de 6 couloirs (Sénégal/MJS, 1987).

La première constatation faite à partir des données chiffrées permet de noter les efforts fournis par l'Etat pour doter le pays d'installations sportives de qualité. En dehors de Tambacounda, toutes les capitales régionales disposent de stades réalisés ou aménagés après les indépendances. L'effort de l'Etat est plus considérable que le coût des infrastructures sportives a été multiplié par dix en moins de 20 ans. Le stade Demba DIOP avec 15.000 places réalisé en 1963 a coûté 650 millions de francs CFA tandis que celui de Aline Sitoé DIATTA d'une capacité seulement de 1500 places a coûté 600 millions de francs CFA en 1983 (Sénégal/MJS, 1987).

Parallèlement à la politique de constructions d'installations sportives, l'Etat a initié un vaste programme de formation de cadres techniques aptes à prendre en charge les questions de développement et de gestion du football. Ainsi, en 1984 on dénombrait 537 cadres techniques inégalement répartis sur le territoire national. La région de Dakar en compte 79 soit 14,7%. Elle dispose de 15 instructeurs et entraîneurs de troisième degré, 9 professeurs optionnaires de football, 5 entraîneurs de deuxième degré, 23 du premier degré et 27 initiateurs. La région de Ziguinchor a un capital de 50 techniciens soit 9,30% composé de 3 instructeurs, 5 entraîneurs de deuxième degré, 5 du premier degré et 37 initiateurs. On dénombre 31 cadres techniques dans la région de Diourbel soit 5,80% avec 1 entraîneur de troisième degré, 3 du deuxième degré, 8 du premier degré et 19 initiateurs (Sénégal/MJS, 1987).

Dans la région de Saint-Louis, on dénombre 3 instructeurs, 4 entraîneurs de deuxième degré, 4 du premier degré, 54 initiateurs et 40 animateurs, soit un total de 105 cadres représentant 19,60%. A Kaolack, on compte 1 instructeur, 2 entraîneurs de deuxième degré, 5 du premier degré et 20 initiateurs, au total 28 cadres soit 5,2%. La région de Louga compte 4 entraîneurs de deuxième degré, 3 du premier degré et 45 initiateurs, soit 52 cadres représentant 9,70%. La région de Thiès compte 121 cadres soit 22,5% avec 1 conseiller technique régional et 2 conseillers départementaux, 3 instructeurs, 2 professeurs d'EPS optionnaires de football, 6 entraîneurs de deuxième degré, 16 du premier degré et 91 initiateurs (Sénégal/MJS, 1987).

On retrouve une forte concentration des cadres dans la ligne Dakar-Thies-Saint-Louis, plus de 305 cadres techniques soit 54,80% y intervient. Le football se trouve concentré dans les régions urbaines qui ont bénéficié de l'apport du fait colonial. Ces régions avaient vu naître les premières associations sportives qui ont joué dans la ligue de l'Afrique occidentale française (Ly, 1991). Le football est devenu l'activité préférentielle de la jeunesse déracinée implantée en milieu urbain. Sa position est renforcée par les politiques post coloniales qui ont élu domicile dans la ville et désigné les populations urbaines comme interlocutrices (Dieng, 1992).

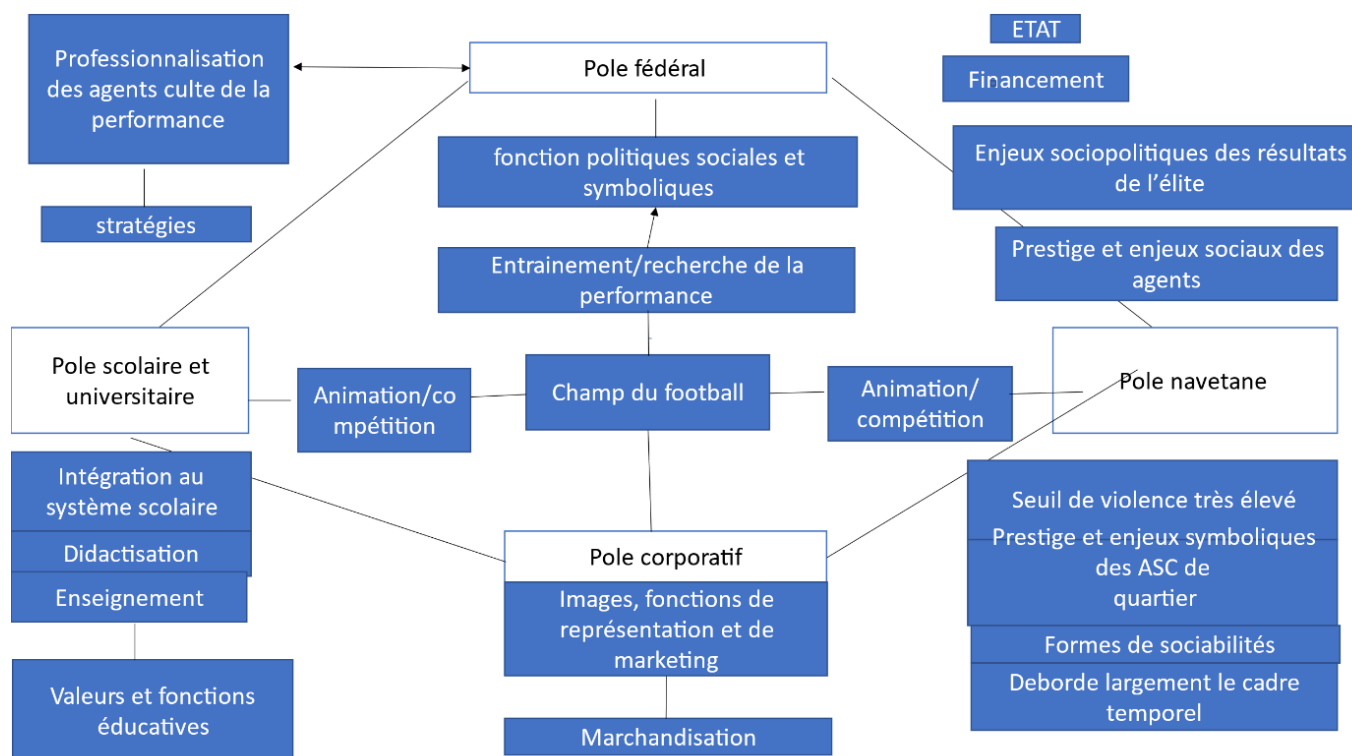


Fig. 1. Configuration et fonctions des pôles du champ du football au Sénégal (1974-1984)

Le champ du football au Sénégal se structure en 4 pôles (fédéral, navétane, scolaire et universitaire et corporatif). Cet espace est resté longtemps polarisé par les luttes et les oppositions entre le pôle fédéral et le pôle navétane qui prétend organiser le vrai football. La recherche de la performance principe sur lequel repose le pôle fédéral coexiste avec l'organisation de la compétition et de son cadre, conception défendue par les navétanes (Dieng, 1998).

Le pôle fédéral: il est pénétré par des enjeux sociaux et politiques qui orientent les stratégies des individus, des groupes et de l'Etat. Il permet la représentation nationale et l'Etat, principal producteur des règles et des normes est très présent. Le pôle fédéral doit produire et gérer une élite qui lui garantit des profits sociaux et symboliques et de reproduire ses structures. L'Etat est très sensible aux résultats de l'élite qui ont un impact sur la structure de l'opinion. Ce pôle est le lieu de luttes permanentes d'une part entre les différents agents du mouvement associatif pour s'octroyer les postes stratégiques et d'autre part entre l'Etat et le mouvement associatif qui aspire à plus d'autonomie.

Le pôle navétane: il s'est développé à partir des associations sportives et culturelles de quartier. Festif et ludique, il se caractérise par une organisation moins centralisée et spécialisée et s'est développé en marge des pouvoirs de la fédération délégataire.

Il remplit des objectifs de socialisation et d'intégration dans le groupe et contribue à la construction de nouvelles formes de de et de citoyenneté (Dieng, 2023). Ce pôle organise à la fois la compétition sportive et le cadre dans lequel (le quartier) elle se déroule et qui constitue un idéal à construire.

Le pôle scolaire et universitaire: Il remplit une fonction éducative et participe à la réalisation des buts fixés par les institutions. Les instructions officielles relatives à l'enseignement de l'éducation physique et sportive (décret) renforcent cette option de l'Etat. On note une forte production d'arguments sur le rôle du football scolaire et universitaire dans le développement du pôle fédéral. Leur complémentarité a été toujours vantée par la puissance publique et les différents agents engagés dans les deux pôles.

Le pôle corporatif: Il est conçu comme un moyen pour développer la culture et l'identité des entreprises. Il est adapté aux réalités du monde professionnel celui de l'entreprise et doit cultiver une certaine convivialité. Malgré quelques poussées initiales qui ont créé une illusion sur son développement, le pôle corporatif reste cantonné dans quelques centres urbains. En 1984, il totalisait 4000 licenciés dont 2200 dans la région de Dakar (DEPS/MJS, 1984). Il n'a pas eu la portée des navétanes ou du football scolaire et universitaire.

Ces quatre pôles sont en interaction dynamique et leurs relations plus ou moins conflictuelles suivant les interventions de l'Etat principal bailleur du sport. L'Etat se concentre sur le pôle fédéral et scolaire et universitaire qui coïncident avec ses intérêts et les orientations définies et poursuivies. Les fonctions d'éducation, de formation et de compétition présentent des enjeux pour la représentation nationale et l'ordre social.

Leur convergence est matérialisée par la présence des entraîneurs et des professeurs d'EPS optionnaires de football tous cadres du Ministère de la Jeunesse et des Sports dans les deux pôles.

4.5 LE FOOTBALL: UN OBJET CONSENSUEL DE PREMIER ORDRE (1984-2002)

L'émergence du football qui domine les autres disciplines dans l'espace des sports fournit des indications sur les limites de ces dernières à remplir des fonctions sociales, politiques et symboliques explicites. Le football a gagné en légitimité et en même temps les valeurs et les représentations qui lui attribuées se sont profondément transformées.

La vie sportive nationale est dominée par le football. Il est devenu un argument consensuel de premier ordre qui imprègne la conscience de toutes les couches sociales. Il apparaît plus mobilisateur que la politique, plus unifiant que la constitution. Dans cette phase, on assiste à un accroissement des enjeux associés au football dans un pays en voie de développement. Le football pèse de plus en plus sur la vie quotidienne des citoyens, sur les stratégies des pouvoirs publics, des individus et des groupes. Il remplit des fonctions sociales, politiques et symboliques. Ce que confirme POCIELLO « *La fascination que le football exerce sur les supporters dépend de curieux processus d'identification. Elle repose sur la capacité de ce sport collectif d'affrontement à symboliser les traits les plus caractéristiques de la société ou de la communauté...* » (1995, p 111).

L'opération Caire 1986: En 1985, l'équipe nationale se qualifiait pour la coupe d'Afrique des nations prévue en 1986 en Egypte après 18 années d'absence. Pour assurer la préparation et la participation de l'équipe à la compétition, « l'opération Caire 86 avait été lancée et l'objectif était de réunir 200 millions de francs CFA nécessaires pour couvrir les frais liés à la préparation et à la participation à cet important évènement sportif continental. Pour réunir l'enveloppe financière, un comité de parrainage fut créé et installé par le ministre en charge du sport. Lors de l'installation du comité, le ministre insistait sur l'efficacité qui devrait permettre de réunir les ressources en un temps record. Pour rassurer les hésitants et les sceptiques, le ministre lançait l'idée d'une évaluation globale après la compétition (Journal, Le Soleil, 20/11/1985).

Une souscription similaire a été déjà organisée en 1981 à l'initiative de madame Léna Diagne FALL membre du parti au pouvoir. L'opération dénommée une femme, un gramme d'or devait contribuer à l'effort de développement national par un système d'épargne informel. Chaque femme sénégalaise pourrait apporter au moins un gramme d'or dont la vente était destinée pour financer le développement du Sénégal, lutter contre la pauvreté et la dépendance financière des femmes. A l'inverse de celle du Caire 86, cette opération ne s'adressait qu'aux femmes et était très sélective du fait de la nature de la participation demandée.

L'opération 86 a créé un consensus unique dans l'histoire post coloniale du Sénégal autour de l'équipe nationale. Tous les groupes sociaux, les catégories socioprofessionnelles, les groupements économiques, les entreprises publiques, les familles, les élèves, les étudiants et les étudiants ont participé au financement de la préparation et de la participation de l'équipe nationale à la coupe d'Afrique des nations.

Les états généraux du football: Le président de la République décide lors d'un conseil des ministres tenu le 20 juillet 1987, de la tenue des états généraux du football. Dans sa communication en conseil des ministres, le Chef de l'Etat avait souligné « *l'intérêt qu'il accorde au développement du football qui devrait avoir des résultats à la dimension des efforts consentis par la nation pour la promotion de la jeunesse et des activités physiques et sportives à tous les niveaux* » (journal Le Soleil du 21/07/1987).

Pour la deuxième fois dans l'histoire post coloniale du Sénégal, l'Etat convoque des états généraux comme forme de consultation et de prise de décisions dans un secteur de la société. Ainsi, les états généraux du football font suite à ceux convoqués en janvier 1981 et qui avaient été consacrés à l'éducation et à la formation. Dans l'un comme dans l'autre cas, c'est une situation de crise qui a présidé à leur convocation, crise qui atteste de la rupture entre les aspirations populaires et la situation réelle dans le secteur concerné.

Les états généraux se sont tenus dans un contexte de malaise économique, social et politique lié aux effets du plan d'ajustement structurel qui était en cours dans le pays. Ils ont été décidés après l'opération Caire 86, l'élimination successive du Sénégal des jeux olympiques de Séoul 1988 par le Ghana et de la coupe d'Afrique des nations prévue en 1988 au Maroc par le Zaïre.

En exploitant le corpus documentaire relatif aux états généraux du football, on a pu retracer les enjeux définis et poursuivis. Pendant quatre jours, 600 délégués venus des différentes du pays ont débattu des problèmes du football sénégalais. Les états généraux ont permis d'instaurer un débat contradictoire consacré au football qui a rassemblé autant de participants, mobilisé autant d'énergie et suscité autant de passions et d'espoirs. Au bout de quatre jours de débat, les états généraux ont permis d'esquisser un programme et de dégager des perspectives de relance. Les conclusions ont insisté entre autres sur la mise sur pied d'une fédération forte, sur le recrutement d'un entraîneur étranger et l'émergence de clubs nouveaux (Journal Le Soleil du 02/11/1987).

La convergence des conclusions et des recommandations ainsi que l'unanimité et la satisfaction des différents participants ont été traduites par le Ministre de Jeunesse et des Sports dans son allocution de clôture « *Vous avez accompli une œuvre gigantesque, le football sénégalais tel qu'il se dessine maintenant est bien l'expression de la volonté nationale et non pas le produit de spéculations de quelques spécialistes même si ces derniers ont amplement participé à son élaboration* » (Journal Le Soleil du 02/11/1987).

Un conseil des ministres tenu le 2 novembre 1987 adopta les conclusions des états généraux et décida de la création d'un comité de 18 membres (Le Soleil du 3/11/1987). Les conclusions des états généraux sont restées lettre morte. En effet, au moment où le comité se réunissait pour examiner les conclusions et les traduire en décisions pratiques, qu'il apprit que le Ministère de la Jeunesse et des Sports venait de recruter Claude Le Roy comme entraîneur national et de le nommer Directeur Techniques des équipes nationales (Cissé, 1995). Si, les états généraux s'étaient clairement prononcés pour le recrutement d'un entraîneur étranger de haut niveau, en revanche ils n'avaient pas déterminé de façon précise où il devait être utilisé. Ainsi, le recrutement de Claude Le Roy sans consultation préalable allait mettre fin aux travaux du comité de suivi dont les membres ont estimé être dépossédés de leurs prérogatives. Ainsi, les états généraux ont permis à l'Etat d'exercer directement son contrôle sur le football.

LES FONCTIONS DU FOOTBALL

Le football est rattrapé par des enjeux qui le dépassent mais qui le touchent intimement. Le football parvient à changer les destins sociaux et fonctionne comme une machine intégratrice. Il structure la quasi-totalité des jeunes qui trouvent un puissant moyen d'ascension sociale. Entre 1988 et 1992, l'Etat du Sénégal avait confié l'équipe nationale à un entraîneur étranger en l'occurrence Claude Le Roy qui lui a coûté 216 millions de francs CFA (Sud Hebdo, N° 192, janvier 1992). En 1985, Jules François BOCANDE, Sociétaire du F C de Metz et meilleur buteur du championnat de France avait signé un contrat avec le Paris Saint Germain pour un salaire mensuel de 25 millions de francs CFA par mois qui à l'époque avait été amplement relayé par la presse internationale et nationale. En 2002, après la coupe du monde El Hadji DIOUF international sénégalais et ballon d'or africain évoluant au R C de Lens avait signé un contrat pour le club anglais de Liverpool qui rachetait son contrat pour une somme de 12 milliards de francs CFA constituant un record pour le club français (journal Sud Quotidien du 05/06/2002).

Le football devient un moyen d'insertion sociale, il est plus légitime et reconnu par les familles qui encouragent sa pratique. Des stratégies individuelles qui reçoivent l'approbation des familles voient le jour. Les footballeurs encouragés par leurs familles délaissent toute activité pour s'y consacrer dans le but d'optimiser leurs chances de réussite. Un ancien joueur professionnel nous confie « *J'avais décidé en parfait accord ma famille d'arrêter mes études pour me consacrer à l'activité football. Dieu Merci, avec sérieux et le soutien de toute la famille, j'ai pu à l'époque décrocher un contrat avec un club professionnel européen. J'ai bien gagné ma vie durant ma carrière et maintenant je suis entraîneur* ».

A la coupe d'Afrique des nations en Egypte en 1986, on dénombrait 8 joueurs professionnels expatriés qui jouaient dans l'équipe nationale, en 1990 en Algérie, ils étaient au nombre de 7, à Dakar en 1992, ils étaient 6 (Cissé, 1995). En 2002, à la coupe d'Afrique organisée par le Mali et à la Coupe du monde au Japon et en Corée du Sud, toute l'équipe était composée de joueurs professionnels expatriés. Ce pourcentage de joueurs sénégalais évoluant dans l'équipe nationale et évoluant à l'étranger constitue un excellent indicateur économique et crée de nouvelles représentations sur le football. Les footballeurs expatriés sont considérés comme des travailleurs qui vendent leurs talents dans un marché particulier (Bale & Maguire, 1994).

Le football assure aux joueurs outre des rétributions parfois substantielles, une notoriété tant au niveau national qu'au niveau international. Ces fonctions attribuées au football contribuent à lui donner de la légitimité et de la cohérence. C'est par référence à ces valeurs qui le sous-tendent et le polarisent que le football prend une portée et un sens qui éclairent les fonctions politiques, sociales et symboliques qu'il remplit. Ces modifications dans le statut socio institutionnel du football et des représentations construites ont été rendues possibles par l'appartenance du Sénégal au système sportif mondial et la forte médiatisation des événements sportifs.

Au Sénégal, le football met en jeu par délégation l'honneur du pays tout entier, le sentiment d'appartenance national se développe à partir des matchs internationaux. Les confrontations internationales (coupe d'Afrique des nations et coupe du

monde) sont transformées en représentations du pays. Elles sont un rituel, un moment pendant lequel la nation se mesure aux autres. La diffusion des matchs internationaux crée des sentiments de participation à la vie sociale et permet de restituer l'histoire du peuple sénégalais. Une société se définit par ses origines, son histoire, son évolution et certains événements marquants.

Pendant ces matchs, des messages chargés de mythe et de symbole circulent et le football devient un instrument pour restituer le passé des sénégalais. Ces mythes se caractérisent par des récits et des images et ont une fonction historique. Dans une société où toutes les formes d'intégration sont en crise, les matchs de football inscrivent dans les représentations des sénégalais des lieux et des dates. Les matchs de football deviennent un élément d'un processus de réappropriation d'une identité sénégalaise mise en veilleuse par la colonisation et les politiques post coloniales.

Le football s'est glissé à la place de la négritude comme producteur de représentations. Les représentations construites sont utilisées comme solutions aux différentes situations que traverse la société sénégalaise. L'intérêt de ces nouvelles représentations ne se situe pas dans leur matérialité mais dans leurs fonctions. Ces représentations sont utilisées comme un moyen de dépolitisation mais surtout elles contribuent à renforcer la base sociale de la nouvelle légitimité politique en cours dans le pays.

5 CONCLUSION

Cette recherche montre comment un espace particulier d'une pratique sportive s'est constitué en créant des principes et des critères qui parviennent à classer et hiérarchiser les hommes dans la société. En optant pour une démarche diachronique et synchronique, on ne pouvait pas s'attendre à voir dans un univers aussi simple que le football s'additionner à la fois des enjeux sociaux, politiques et économiques.

Cette étude a permis d'identifier quatre états successifs dans le processus de constitution et de consolidation du champ du football au Sénégal. Les séquences historiques observées permettent d'établir qu'un premier état du champ sportif se développe entre 1960 et 1969 et se caractérise par une absence d'intervention directe de l'Etat qui préfère s'occuper de choses plus urgentes.

Les activités physiques demeurent informelles et l'Etat manifeste peu d'intérêt pour le football qui repose largement sur le mouvement associatif. Cette désaffection du public se traduit par la faible légitimité du sport et du football. Lorsque dans cette phase, l'Etat intervient il s'agit d'une politique d'incitation qui vise davantage à impulser et à réguler le football plutôt qu'à l'encadrer.

Entre 1969 et 1974, l'Etat entreprend d'intervenir directement dans la gestion du football par la mise en place d'un comité de gestion à la place de la fédération élue par les clubs et délégataire de pouvoirs, celui-ci devient alors un enjeu sociopolitique important qui participe à la reconnaissance. Dans la période suivante entre 1974 et 1984, le champ du football accède à une autonomie relative c'est-à-dire que l'activité successivement contrôlée par des notables et administrée par des pédagogues fait valoir des intérêts qui lui sont propres. A la fin des années 80, on assiste à un accroissement des enjeux sociaux, politiques et économiques associés au football. Le football remplit des fonctions sociales, symboliques et politiques et devient un objet consensuel de premier ordre. Son impact dans la société lui accorde un traitement particulier dans une période de fin de l'état social. Les interventions de l'Etat vont au-delà des limites fixées par la fin de l'Etat Providence.

REFERENCES

- [1] AUGUSTIN J.-P., (2007), *Géographie du sport: spatialités contemporaines et mondialisation*, Paris, Armand Colin, 220 pages.
- [2] BALE, J & MAGUIRE, J (1994) *The global Sport Arena: Athletic Talent Migration in a interdependent world*, Frank Cass & CO. LTD, London, 289 pages.
- [3] BALE J., (2003), *Sports Geography*, Londres, Routledge, 196 pages.
- [4] CAMARA, A.M, (1977), Contribution à l'étude d'un phénomène sportif, l'exemple des championnats populaires, Mémoire CAIJS, INSEP, Marly Le Roy.
- [5] CISSE, S.A (1995), *Sénégal Carton Rouge*, Dakar, Niamagne, 288 pages.
- [6] BOURDIEU, P, (1980), *Questions de sociologie*, Paris, Minuit, 219 pages.
- [7] BOURDIEU, P, (1991), Le champ littéraire, *Actes de la Recherche en Sciences Sociales*, n°89, septembre 1991, pp 4-46.
- [8] BOURDIEU, P, (1992), Les règles de l'art. Genèse et structure du champ littéraire, Paris, Seuil, 492 pages.
- [9] DEFRANCE, J., (1995) « L'autonomisation du champ sportif 1890-1970 »; *Sociologie et sociétés*, vol XXVIII, N°1, printemps 1995 pp 15-31.

- [10] DEVILLE-DANTHU, B (1989) « *Les premières tentatives d'encadrement des activités physiques et sportives en AOF: 1922-1936*, mémoire DEA, Université Aix Marseille, publié en 1989.
- [11] DIENG, H (1992). *La formation des activités physiques modernes au Sénégal (1922-1986)*, mémoire DEA STAPS, Université Paris-Sud-Orsay, 83 pages.
- [12] DIENG, H, (1998). « La formation du champ du football au Sénégal. Enjeux et fonctions (1960-1992) », Université Paris Sud Orsay, Thèse STAPS, 543 pages.
- [13] DIENG, H et DIAKHATE, A (2020) « Les Associations Sportives et Culturelles (ASC) de quartier: cadre de sociabilité et d'apprentissage de la démocratie», in Revue *DELLA/AFRIQUE*, Vol 2, N°5, Février, pp 148-158.
- [14] DIENG, H, (2023). « Les navétanes: lieu d'intégration et de construction de la citoyenneté», in *Animation, Territoires et Pratiques Socioculturelles* N° 23, (2023) Numéro Spécial pp 47-60.
- [15] DUBREUIL, B (1980) « La naissance du sport catholique » in *Recherches* N°43, 1980 pp 221-251.
- [16] EISENBERG, C., LANFRANCHI, P., MASON, T., WAHL, A., (2004), *FIFA 1904-2004: le siècle du football*, Paris, Le Cherche midi, 311 pages.
- [17] ELIAS, N., DUNNING, E., (1994), *Sport et civilisation, la violence maîtrisée*, Paris, Fayard.
- [18] EHRENBERG, A (1991). *Le culte de la performance*, Paris, Calmann-Lévy, 323 pages.
- [19] FAURE, J-M, SUAUD, C, (1999), *Le football professionnel à la française*, Paris, PUF, 262 pages.
- [20] GILLON, P., GROSJEAN, F., RAVENEL, L., (2010), *Atlas du sport mondial. Business et spectacle: l'idéal sportif en jeu*, Paris, Autrement, 80 pages.
- [21] KARADY, V, HADAS, M, « Football et antisémitisme en Hongrie», *Actes de la recherche en Sciences Sociales* N°103, 1994, pp.90-101.
- [22] KRUGER, A (1986), The influence of the state sport of fascist Italy or Nazi Germany 1928-1936, in Mangan, J.A Small R. B (eds), *Sport, Culture, Society International historical and sociological perspectives*, E and Spon, Londres, New York.
- [23] LANFRANCHI, P., (1998), « La réinvention du football en Italie », *Sociétés & Représentations*, N°7, p. 49-65.
- [24] LANFRANCHI, P, (2002), « Football, cosmopolitisme et nationalisme», *Pouvoirs*, N°101, pp.15-25.
- [25] LY, B (1991) *Football, Histoire de la coupe d'AOF*, Dakar-Abidjan NEA, 315 pages.
- [26] MAFFESOLI, M. (1985) *La connaissance ordinaire*, Précis de sociologie compréhensive Paris, Les Méridiens, 226 pages.
- [27] MBAYE, A.-D. (1997). « *Les navétanes: une nouvelle forme de culture et du lien social au Sénégal* » Thèse STAPS, Université Blaise Pascal Clermont-Ferrand, juillet, 441 pages.
- [28] MBAYE, A.-D. (2017). « Les sports navétanes au Sénégal entre pratique sportive, révélateur social et utilité sociale», Paris: L'Harmattan.

Connaissances des enseignants sur l'approche par compétences (APC) et son application dans les Instituts Techniques Médicaux de la province du Sud-Ubangi, RDC

[Teachers' knowledge of the competency-based approach (APC) and its application in the Medical Technical Institutes of the province of Sud-Ubangi, DRC]

Etombo Wa Lingombe Jupis¹, Mambesa Bainamboka Martin², Mangi Bende Maurice³, Kadiata Bukasa Augustin⁴, and Tshitadi Makangu Augustin⁵

¹Assistant, ISTM Gemena, Province du Sud Ubangi, RD Congo

²Chef de Travaux, ISTM Gemena, Province du Sud Ubangi, RD Congo

³Chef de Travaux, ISTM Gemena, Province du Sud Ubangi, RD Congo

⁴Assistant, ISTM Mbandaka, Ville de Mbandaka, Province de l'Equateur, RD Congo

⁵Didacticien des sciences de la santé et Professeur à l'ISTM Kinshasa, RD Congo

Copyright © 2025 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 concept of the Competency-Based Approach (CBA) is far from being fully stabilized. It is understood in very different ways and translated through a number of variants in training curricula. There is a lack of support and involvement of teaching staff in secondary health sciences schools (ITM and IEM) in the implementation of the reform. So the CBA appears and remains as a slogan. This study aims to assess teachers' knowledge of the Competency-Based Approach and its application in the ITM/IEM of the province of Sud-Ubangi. This is a descriptive study. The data were collected using the survey method with the interview technique from 61 teachers in 4 schools including the ITM Salisa/Libenge, Molende/Tandala, Tobongisa/Banga-Bola, Saint Joseph/Bokonge. Graduate teachers dominate with 51% having done, for nearly 31% the hospital sector (19/61), followed by those who have done teaching and Administration in Nursing with 18% (11/61), then doctors with 13% (8/61). Teachers have enough knowledge on the APC but have not been formally trained. They accuse gaps in the use of educational documents in particular training and evaluation references. They sometimes use skills references. They certify a significant insufficiency of materials for the correct application of the APC. They are partially integrated into a pedagogy focused on the APC. This lack of impregnation of the teachers surveyed is linked to the lack of continuing training; the lack of mastery of the different methods used in APC and the insufficiency of educational documents, the lack of support on the APC during the school year and the bonus for mediocre services. A contextualization of the implementation of the APC is essential as an appropriate solution with continuing training and the development of a set of efficient monitoring and support strategies can contribute to the integration of the APC and the improvement of the quality of training of learners according to the standards of the health sciences education department.

KEYWORDS: knowledge, pedagogy, skills-based approach.

RESUME: La notion de l'Approche par Compétences (APC) est loin d'être entièrement stabilisée. Elle est comprise de manières très différentes et traduite à travers un certain nombre de variantes dans les curriculums de formation. Il se note un manque d'adhésion et d'implication du personnel enseignant des écoles secondaires des sciences de la santé (ITM et IEM) dans l'implantation de la réforme. Alors l'APC, apparait et reste comme un slogan. Cette étude a comme objectif d'évaluer les connaissances des enseignants sur l'Approche par compétences et son application dans les ITM/IEM de la province du Sud-Ubangi.

Il s'agit d'une étude descriptive. Les données ont été collectées grâce à la méthode d'enquête avec la technique d'interview auprès de 61 enseignants dans 4 établissements scolaires dont les ITM Salisa/Libenge, Molende/Tandala, Tobongisa/Banga-Bola, Saint Joseph/Bokonge.

Les enseignants gradués dominent avec 51% ayant fait, pour près de 31% la filière hospitalière (19/61), suivi des ceux qui ont fait l'enseignement et Administration en Soins Infirmiers avec 18% (11/61), puis les médecins avec 13% (8/61). Les enseignants ont assez des connaissances sur l'APC mais n'ont pas été formés de façon formelle. Ils accusent des lacunes dans l'utilisation des documents pédagogiques notamment les référentiels de formation et d'évaluation. Ils utilisent parfois les référentiels de compétences. Ils certifient une insuffisance notable des matériels pour l'application correcte de l'APC. Ils sont partiellement intégrés dans une pédagogie axée sur l'APC. Ce manque d'imprégnation des enseignants enquêtés est lié au manque de formation continue; la non maîtrise des différentes méthodes utilisées en APC et l'insuffisance des documents pédagogiques, le manque d'accompagnement sur l'APC au cours de l'année scolaire et la prime des prestations médiocres. Une contextualisation de la mise en application de l'APC s'impose comme solution idoine avec des formations continues et le développement d'un ensemble des stratégies de suivi et d'accompagnement efficaces peuvent contribuer à l'intégration de l'APC et à l'amélioration de la qualité de formation des apprenants suivant les normes de la direction de l'enseignement des sciences de santé.

MOTS-CLÉS: connaissances, pédagogie, approche par compétences.

1 INTRODUCTION

De nos jours, les critiques du behaviorisme (comportementalisme) en général et de l'approche par objectifs (APO) en particulier où le maître et sa matière sont au centre avec moins d'attention sont de plus en plus exacerbées. Ces méthodes dites aussi traditionnelles (Rogier, 2008) ont fini par démontrer leurs limites.

Cependant des nombreux auteurs à l'instar de Legendre, critiquent l'approche par objectifs, qui révèle des lacunes importantes dans les habiletés intellectuelles de « Haut niveau » telle que la résolution des problèmes, l'argumentation, l'analyse critique, etc. Selon ces auteurs, l'approche par objectifs se concentre généralement sur les habiletés du niveau intellectuel telles que la mémorisation, la définition et l'illustration des concepts, l'application et l'exécution. En vue de corriger ces insuffisances, ces auteurs proposent l'APC, (Deketele JM, 2006).

KAVIRA M (2015), rappelle que les courants pédagogiques actuels invitent l'enseignant à mettre en place des approches où l'apprenant joue un rôle et prend en charge sa démarche d'apprentissage. Cette autonomie accrue l'amènera à chercher de façon autonome l'information dont il a besoin, l'analyser et la synthétiser afin de lui donner du sens.

Aujourd'hui, la grande majorité des systèmes éducatifs s'entendent pour placer l'approche par compétences au cœur des curriculums. En effet, ils estiment qu'il s'agit là d'une des meilleures approches connues pour répondre aux exigences et aux défis de la société d'aujourd'hui, tant sur le plan sanitaire, économique que social... (Rogers, 2008).

Dans les pays francophones, le mouvement de réforme pédagogique baptisé « Approche par compétences » a commencé par se développer au Québec et en Suisse romande, avant de s'étendre à la Belgique, au Madagascar et plus timidement en France. En communauté française de Belgique, c'est le « décret mission » de Juillet 1997 qui a donné le coup d'envoi de ladite réforme (Caroline, 2009).

En Afrique, cette notion d'approche par compétences est encore relativement récente. C'est en 1994, lors de la conférence des ministres ayant le français en partage (CONFEMEN), que la notion des compétences se voit évoquée pour la première fois de façon explicite comme étant au cœur d'un curriculum formation scolaire. Certains pays ont démarré assez rapidement une première version de ce curriculum dans cette nouvelle optique, et peuvent être qualifiés des pionniers, c'est notamment le cas du Bénin et de la Tunisie; et un peu plus tard de la Guinée, du Sénégal et du Mali. D'autres ont adopté une attitude plus prudente, tels les pays occidentaux de l'espace francophone. (CONFEMEN, 1995).

En RDC, c'est depuis 2005 que le ministère de la santé et le ministère de l'enseignement supérieur et universitaire ont adopté l'approche par compétence comme modèle d'élaboration des programmes dans le but d'améliorer la qualité de l'enseignement et la qualité des soins infirmiers. Ils ont fait aussi appel à l'APC et de ses fondements pédagogiques. La priorité de cette décision est d'amener au développement de la capacité de transfert des compétences et aux pratiques réflexives¹.

¹ AR N°125 /CAB/MIN/S/BBY/0035/TWK/2005 du 09 septembre 2005 portant déclaration de politique nationale de l'enseignement de sciences de santé en RDC

Dans la Province du Sud-Ubangi en RDC c'est depuis l'année scolaire 2007- 2008 que cette approche était rendue opérationnelle à l'ITM BIKISA de Bwamanda en guise d'essai. Dix années après, c'est-à-dire en 2017-2018 viendra le tour de l'ITM Molende de Tandala, Salisa de Libenge, Saint Joseph de Bokonge et Tobongisa de Banga-Bola. Cependant, le caractère « essayiste » de cette approche dans les différents ITM et IEM à travers la RDC n'a jamais été évalué pour ainsi permettre sa généralisation et son applicabilité définitive dans le système d'enseignement congolais du moins dans l'enseignement des sciences de la santé du niveau secondaire, et depuis, la formation des infirmiers du niveau secondaire A2 (infirmier diplômé) en RDC recourt à ces deux approches pourtant différentes (APO et APC) pour délivrer en fin, un même type de diplôme c'est-à-dire le diplôme d'infirmier A2.

En ce qui nous concerne, bien que l'approche par compétences (APC) soit adoptée pour pallier aux lacunes dans la formation des ressources humaines en santé, lacunes constatées dans l'approche par objectifs (APO), son application sur terrain par les acteurs (enseignants et apprenants...) est et reste un aspect très important dans la mise en place et l'atteinte des objectifs visés par le ministère de tutelle et par les législateurs. Toutefois, la notion même de l'APC est loin d'être entièrement stabilisée. Elle est comprise de diverses manières, et traduite à travers un certain nombre de variantes dans les curriculums. Il est noté un manque d'adhésion et d'implication du personnel (gestionnaires et enseignants) dans l'implantation de cette réforme. Dès lors, l'APC (approche par compétences) dans les établissements d'enseignement des sciences de santé reste jusqu'alors un slogan.

D'où la pertinence d'une réflexion sur l'application de l'APC par les enseignants des ITM/IEM de la Division Provinciale de la Santé du Sud-Ubangi, pour mieux comprendre l'enchaînement des événements qui peut effectivement conduire à son implémentation et à son intégration. Cette étude a comme objectif d'évaluer les connaissances des enseignants sur l'Approche par compétences et son application dans les ITM/IEM de la province du Sud-Ubangi.

2 METHODOLOGIE

2.1 MILIEU D'ETUDE

La présente étude a été menée dans la Division Provinciale de Santé de Sud-Ubangi (DPS S-U). Elle est située dans la Province du Sud – Ubangi, dans le Nord-Ouest de la République Démocratique du Congo. Elle s'étend sur une superficie de 51648 km². Elle a une population totale estimée à 3.602.896 habitants. (Secrétariat DPS Sud-Ubangi, 2022).

La DPS du Sud-Ubangi compte 16 zones de santé, 2 Instituts d'Enseignement Médical (IEM) et 13 Instituts Technique Médical (ITM) parmi lesquels 5 ITM de la réforme c'est-à-dire intégrés dans le processus dit de la réforme tout en recourant à l'approche par compétence (APC) contre 2 IEM et 8 ITM en approche par objectifs (APO). Quatre de ces ITM ayant récemment intégrés l'APC sont concernés par la présente étude à savoir: l'ITM Molende dans la zone de santé de Tandala (une école conventionnée protestante de 17 CECU); l'ITM Tobongisa dans la zone de santé de Banga-Bola (conventionnée catholique); l'ITM Saint Joseph de Bokonge dans la zone de santé de Ndagé (un ITM privé agréé) et l'ITM Tosalisa dans la zone de santé de Libenge (une école officielle de l'Etat congolais). Signalons que ces sont les 4 derniers ITM de la Province a accédé à la réforme, il y a de cela à peine 4 ans pour emboîter les pas à l'ITM Bikisa de Bwamanda qui utilise l'APC depuis 2008 (école pilote). Eparpillés à travers toute la province, de l'Est à l'ouest et du nord au Sud, les voies d'accès les plus usuelles et les plus connues pour atteindre ces ITM à partir de la capitale congolaise (Kinshasa) et à partir du chef-lieu de la province (Gemena) sont les voies aérienne et routière. Les moyens de transport les plus utilisés sont: avion, véhicule, moto et pied.

2.2 POPULATION CIBLE ET ÉCHANTILLON

La population de notre étude est constituée des enseignants des ITM/IEM dans la Division Provinciale de la santé du Sud-Ubangi

Nous avons fait recours à un échantillonnage non probabiliste exhaustif qui a pris en compte tous les enseignants qui prestant dans les quatre ITM concernés par cette étude soit un total de 61 enseignants, répondant aux critères suivants:

- être enseignant dans l'un de 4 ITM;
- être présent pendant la période d'enquête;
- consentir librement et volontairement de participer à l'étude;
- être disponible et favorable à participer à l'étude, d'une part.

De l'autre, est exclu de cette étude, tout autre sujet ne remplissant pas les critères d'inclusion précités.

2.3 METHODE, TECHNIQUES ET INSTRUMENT DE COLLECTE DES DONNES

L'enquête a été empruntée comme méthode à laquelle nous avons fait recours en vue d'approfondir notre étude et atteindre nos objectifs. Il s'agit d'une enquête transversale dont la cible, les lieux et les limites temporaires sont bien fixées. La collecte des informations nécessaires pouvant permettre d'atteindre l'objectif fixé, a été facilité à travers la technique d'interview libre face à face semi dirigée. Cette technique nous a permis d'interagir avec notre population cible. Rappelons qu'il s'agit d'un procédé d'investigation scientifique,

utilisant un processus de communication verbale pour recueillir les informations en relation avec le but fixé. Celle-ci nous a permis d'entrer en contact avec nos sujets d'enquête notamment, les enseignants en posant des questions relatives à l'objet de notre étude.

La collecte des données de cette étude a été rendu possible grâce à un questionnaire, car ce dernier est un instrument de mesure utilisé dans la plupart des études, du fait que, cela reproduit les questions couvrant tous les indicateurs de tous les concepts impliqués par l'hypothèse. Chaque question correspond à un indicateur et a pour fonction de produire la réponse ou l'information nécessaire de l'étude.

2.4 TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNÉES

Les données collectées sont obtenues par le questionnaire. Les réponses fermées ou ouvertes ont été dépouillées manuellement, codées et saisies (digitalisées). Les archives des questionnaires répondus par les enquêtés ont été conservés.

Etant donné qu'il s'agit d'une étude descriptive, nous avons pris en compte seulement les paramètres pour la description simple, notamment les fréquences, le pourcentage.

3 RESULTATS

Tableau 1. Répartition des enquêtés selon leurs caractéristiques sociodémographiques

Age des enquêtés (en année révolue)	Effectif n=61	Pourcentage
21 à 30	08	13,1
31 à 40	32	51,1
41 à 50	14	22,9
51 à 60	04	6,5
Plus de 60	04	6,5
Sexe		
Masculin	49	80,0
Féminin	12	20,0
Etat matrimonial		
Célibataire	04	7,0
Marié	54	88,0
Divorcé	03	5,0
Niveau d'études		
Diplôme d'Etat/Infirmier A2	08	13,0
Graduat	31	51,0
Licence/médecine	22	36,0
Filière d'études suivie par les enquêtés		
Hospitalière	19	31,0
Gestion des institutions de santé	04	7,0
Enseignement et Administration en Soins Infirmiers	11	18,0
Médecine humaine	08	13,0
Biologiste Médicale	06	10,0
Accoucheuse/ sage-femme	05	8,0
Autres filières (hors de la santé)	08	13,0
Ancienneté en tant qu'enseignant		
0 - 5 ans	09	15,0
6 -10 ans	33	54,0
11 -15 ans	13	21,0
Plus de 15 ans	06	10,0
Institution d'appartenance		
Molende/Tandala	17	28,0
Saint Joseph/Bokonge	15	25,0
Salisa/Libenge	19	31,0
Tobongisa/Bangabola	10	16,0

Il ressort de ce tableau que plus de la moitié de nos enquêtés se retrouve dans la tranche d'âge de 31- 40 ans avec 32 sujets sur 61 enquêtés soit 51,1%; le sexe masculin est majoritaire soit 80%; les mariés sont majoritaire avec 88 %; 87% des enseignants enquêtés ont fait les études supérieures et universitaire, mais les gradués dominant avec 51%. Quant à la filière d'études, la plus grande majorité de nos enquêtés ont fréquenté la filière hospitalière avec 19 soit 31 %, suivi des ceux qui ont fait l'enseignement et Administration en Soins Infirmiers (EASI) avec 18%, puis les médecins avec 13%. Quant à l'ancienneté, nous découvrons que la plupart de nos enquêtés ont une ancienneté entre 6 et 11 ans avec 54% et en dernier lieu plus de 17ans avec 6 soit 10 %. 31% d'enseignants enquêtés sont de l'Institut Technique Médical SALISA de LIBENGE avec 19 enseignants sur 61 soit 31%.

Tableau 2. Connaissances des enquêtés sur l'approche par compétences et son application

Avoir reçu une Formation en APC	Effectif n =61	Pourcentage
OUI	22	36
NON	39	64
Moment où la formation en APC a été reçu		
Pendant mes parcours académiques (formation scolaire/académique)	8	13
A travers la formation (formation continue en cours d'emploi)	22	36
A travers la restitution	39	64
Disponibilité des matériels nécessaire pour l'application de l'APC		
OUI	12	20
NON	49	80
Connaissance des différentes méthodes utilisées en APC		
Exposé interactif	57/61	94
Philips 6 /6	6/61	25
Méthode par immersion	13/61	21
Etude de cas	18/61	30
Méthodes de cartes	5/61	8
Intervention de l'expert	21/61	34
Brainstorming	24/61	39
Jeu de rôle	19/61	31
Démonstration	57/61	94
Apprentissage par problème	8/61	13

Il ressort de ce tableau que 64 % d'enseignants enquêtés n'ont pas été formés de façon formelle en APC; 64% des enquêtés ont eu la connaissance sur l'APC à travers la restitution; 80% enseignants enquêtés certifient l'insuffisance des matériels pour l'application correcte de l'APC; nous remarquons que la méthode d'exposé interactif et démonstratif sont les deux méthodes connues par la majorité d'enseignants enquêtés avec 94% des sujets.

Tableau 3. Répartition des enquêtés selon l'utilisation des documents pédagogiques en APC par les enseignants

Tenue des documents pédagogiques	Fréquence relative	Pourcentage
Référentiels de compétences (1234)	14/61	23
Référentiels de formations (1234)	3/61	14
Référentiels d'évaluations (1234)	3/61	14
Journal de classe	55/61	90
Fiche de préparation	19/61	31
Différentes fiches d'évaluations	3/61	13
Cahier de prévision des matières	54/61	88
Cahier de questionnaire/Banque des questions	15/61	24
Registre d'appel	32/61	5
Cahier des cotes	55/61	90
Cahier des résumés	45/61	73
Fréquence d'utilisation des documents pédagogiques	n=61	
Régulièrement	9	15
Parfois	44	72
Pas du tout	8	13
Connaissances des référentiels	Fréquence relative	
Référentiel de compétences 1, 2, 3 et 4	58/61	95
Référentiels de formations	45/61	74
Référentiels d'évaluations	21/61	34
Dispose de tous les référentiels	n= 61	
Oui	43	70
Non	18	30

Il sied de signaler dans ce tableau que sur les différents documents pédagogiques de l'enseignants le journal de classe et cahier de prévision de matière sont plus connus par la majorité des enseignants enquêtés, 55 soit 90% par contre les référentielles de formations et d'évaluations sont pas connues par la minorité des enseignants enquêtés. La majorité des enseignants enquêtés soit 79% utilisent parfois les documents pédagogiques; les référentiels de compétences est le plus connu par la majorité des enseignants enquêtés soit 95% par contre le référentiel d'évaluation n'est pas connu par la plupart des enseignants soit 34%. La plupart de nos enquêtés ne maîtrisent pas tous les référentiels 43 soit 70% contre 18 soit 30%.

Tableau 4. Application de l'APC par les enseignants

Application de l'APC par les enseignants	Effectifs n=61	Pourcentage
Partiellement	31/61	51
Totalement	8/61	13
Non applicable	22/61	36
Difficultés des enseignants dans l'application de l'APC		
Insuffisances des documents	45/61	73
Faible motivation	32/61	52
Non maîtrises des différentes méthodes utilisées en APC	45/61	73
Non maîtrise de différents documents	39/61	64
Manque de formation continue	56/61	91
Fréquence d'accompagnement des analystes sur l'APC au cours d'une année scolaire		
Une fois /an	12/61	19
Deux fois/an	9/61	14
Trois fois/ an	8/61	13
Aucune fois	32/61	52

En lisant ce tableau, 51% des enseignants enquêtés sont partiellement intégrés dans la pédagogie axée sur l'APC; les difficultés les plus prépondérantes qui influencent l'application de l'APC par les enseignants enquêtés sont le manque de formation scolaire et/ou académique et continue en cours d'emploi soit 91% alors que, le non maîtrise des différentes méthodes utilisées en APC et l'insuffisance des documents pédagogiques ont la même note de 73%; 52% des enseignants enquêtés certifient qu'ils n'ont pas été accompagnés sur l'APC au cours de l'année scolaire; 57% des enseignants enquêtés qualifient la prime des prestations médiocre.

4 DISCUSSION

Ces résultats obtenus de cette étude démontrent que malgré les expériences des enseignants et leurs attentes sur la manipulation de ces outils, la majorité des enseignants ont nécessairement besoins d'être formés continuellement en la matière. Cette affirmation reste la même dans les autres études, notamment celle de Kusakama Kizowa (2016).

Les différents documents pédagogiques de l'enseignant comme le journal de classe et cahier de prévision de matière sont plus connus par la majorité des enseignants enquêtés, 55 soit 90% par contre les référentiels de formations et d'évaluations ne sont connus que par une minorité des enseignants enquêtés.

La majorité des enseignants enquêtés soit 79% utilisent par fois les documents pédagogiques; les référentiels de compétences est le plus connu par la majorité des enseignants enquêtés soit 95% par contre le référentiel d'évaluation n'est pas connu par la plupart des enseignants soit 34%. La plupart de nos enquêtés ne maîtrisent pas tous les référentiels 43 soit 70% contre 18 soit 30%.

Quant aux référentiels eux-mêmes, il a été découvert selon cette étude que seul le référentiel de formation est connue par 95% d'enquêtés alors qu'il n'en est pas le cas pour le référentiel d'évaluations. Il est démontré selon cette étude que seuls 34% d'enseignants enquêtés ont une certaine connaissance sur le référentiel d'évaluation.

Ces résultats restent similaires avec ceux trouvé par Mbaki Risasi, (2020) Gauthier Nanyesele Bwazu, Jiresse Mhale Zingale et Daniel Matili Widobana (2020) où leurs résultats de l'étude révèlent que sur les 100% de notre échantillon, il y a 92.5% des sujets masculins; 55% des sujets âgés de 41 – 55ans; 92.5% des sujets mariés; 81.6% des gradués; 95% des enseignants non formés sur la tenue des documents pédagogiques; 63.3% des enseignants avec ancienneté de 6 – 12 ans.

Les résultats obtenus ont également montré que 64 % des enseignants enquêtés n'ont pas été formés de façon formelle en APC; 64% des enquêtés ont eu la connaissance sur l'APC à travers la restitution; 80% enseignants enquêtés certifient l'insuffisance des matériels pour l'application correcte de l'APC. Les méthodes expo-interactives et démonstratives sont les deux méthodes connues par la majorité des enseignants enquêtés soit 74%.

L'étude menée Basenda Bokwala et Loela Geutu (2020) sur la Problématique d'élaboration des prévisions des matières du cours d'histoire dans les écoles secondaires d'Isangi-centre et de ses environs, dans la province de la Tshopo expliquent que le fait de ne pas tenir ces documents est rattachés aux facteurs ci-après: le manque des supports didactiques très vaste (le programme national, les manuels agréés et conformes au programme, le calendrier scolaire et le calendrier civil); le contenu-matière très vaste d'histoire 3 et 4; la grille horaire hebdomadaire insuffisante, soit deux heures par semaine; et le manque des notions théoriques de calcul des nombres des jours ouvrables, des jours potentiels des cours et des heures réelles des cours correspondant au nombre total des leçons à donner pendant toute l'année scolaire. Donc, la faible motivation du personnel et les mauvaises conditions de travail; le manque de formation du personnel; le faible suivi des documents pédagogiques par les autorités scolaires; la faible disponibilité des enseignants à temps plein sont les déterminants de la faible utilisation des documents pédagogiques étaient autant des facteurs énumérés dans cette étude; autrement dit si l'on veut obtenir une utilisation systématique et correcte on doit agir sur ces éléments (Basenda B. et Laela Geutu, 2020).

Les enseignants enquêtés (51%) sont partiellement intégrés dans la pédagogie axée sur l'APC; les difficultés les plus prépondérantes qui influencent l'imprégnation des enseignants enquêtés dans l'APC sont manque de formation continue soit 91% alors que, le non maîtrise des différentes méthodes utilisées en APC et l'insuffisance des documents pédagogiques ont la même note de 73%; 52% des enseignants enquêtés certifient qu'ils n'ont pas été accompagnés sur l'APC au cours de l'année scolaire; 57% des enseignants enquêtés qualifient la prime des prestations médiocre. Une étude menée à l'Institut National Pilote d'Enseignement des sciences de la santé témoigne que les grandes faiblesses dans l'application de l'APC sont: la Démotivation du personnel (rémunération) 52,38%; la Forte utilisation du temps et d'énergie des facilitateurs 38,09%; l'approche est budgétivore 28,57%; et le manque de formation appropriée pour certains enseignants sur l'APC 23,80% (Mbaki, 2020). Moussa Issa Evaristho (2014) appuie ces résultats en approuvant que les ressources de la mise en oeuvre des programmes de formation sont insuffisantes. Cette insuffisance concerne tant les ressources humaines que financières et matérielles.

Le suivi et l'évaluation constituent également des contraintes majeures par rapport à la mise en oeuvre de la réforme de l'APC dans les écoles. Pour le suivi interne exercé par le directeur des Etudes, les insuffisances s'expliquent non seulement par le fait que les prérogatives du directeur des études ne sont pas clairement définies par les textes en rapport à cette mission, mais également par le fait qu'il n'a pas la formation requise pour exercer ce suivi dans certains domaines qui ne cadrent pas avec sa spécialité.

Une autre étude démontre que le constat est le même chez les apprenants, demandés sur leur opinion quant à l'application de l'APC, l'avis était défavorable par les élèves car ils sont affrontés par des difficultés éducatives, par manque du soutien et leurs parents subissent la peine.

La présente étude ne s'étant pas intéressée aux apprenants mais plutôt aux enseignants; il a été constaté un désintéressement presque total pour cette approche jugée à tort ou à travers comme une approche plutôt superficielle, non directive et non pratique selon les avis des enquêtés.

Les résultats ainsi obtenus révèlent que moins de 35% d'enseignants recourent aux méthodes pures de l'APC. Ils restent attachés sinon nostalgiques aux méthodes traditionnelles et ce, à cause notamment des conditions très exigeantes de l'APC dont la mise à jour des connaissances des enseignants, le partage avec les apprenants des mêmes sources des données d'où une sorte de minimisation du pouvoir de l'enseignant sur les apprenants mais aussi parfois, les accès limités à certaines sources des données surtout actualisées.

Tous ces facteurs réunis, associés à ceux énumérés par Moussa Issa Evaristho (2014) et Mbaki (2020) font dire, non pas qu'il y ait un faible niveau des connaissances de l'APC par les enseignants mais plutôt une faible adhésion de ceux-ci à cette approche jugée nouvelle malgré les preuves des résultats réalisés.

Pour améliorer l'APC, la meilleure solution pour une bonne démarche pédagogique serait d'avoir un partenaire en place, revoir la situation dans son ensemble, rendre disponible tous les matériels nécessaires et suggérer le recyclage des enseignants concernant la formation basée sur cette approche, sensibiliser les leaders politiques pour l'éducation scolaire des enfants (Sembele Ngongo, 2016).

5 CONCLUSION

Les enseignants des ITM/IEM de la DPS du Sud-Ubangi bien qu'ayant assez des connaissances sur l'APC, ils n'ont pas été formés de façon formelle en APC. Ils accusent des lacunes dans l'utilisation des référentiels de formation et d'évaluation; ils utilisent par fois les documents pédagogiques; les référentiels de compétences; ils certifient l'insuffisance des matériels pour l'application correcte de l'APC; ils sont partiellement intégrés dans la pédagogie axée sur l'APC. Cette faible intégration des enseignants enquêtés est liée entre autre au manque de formation continue, la non maîtrise des différentes méthodes utilisées en APC et l'insuffisance des documents pédagogiques, le manque d'accompagnement sur l'APC au cours de l'année scolaire et la prime des prestations médiocre. Bien que le niveau des connaissances soit acceptable, il reste tout de même que l'adhésion reste encore très faible.

D'où, il faut Contextualiser la réforme en approche par compétence par rapport aux réalités de notre pays; reformer les hôpitaux en les équipant pour l'encadrement des élèves infirmiers; organiser des séminaires, formations et recyclage d'une façon continue à tous les niveaux; mettre en place un système de suivi et d'accompagnement efficace.

REFERENCES

- [1] Roegiers, (2004), Pédagogie de l'intégration, 2^{ème} édition, collection de Boeck, BRUXELLES, Belgique.
- [2] Deketele JM (2006). Evaluation des acquis scolaires: Quoi, Pourquoi, Bruxelles, Belgique.
- [3] Kavira M (2015), Perception des enseignants des I.T.M /I.E.M appliquant le programme d'APC face aux difficultés liées aux méthodes d'enseignement RDC, Mémoire inédit, ISTM/Kinshasa, RDC. Inedit.
- [4] Roger (2008), L'approche par compétences en Afrique francophone: quelques tendances, IBE Working Papers.
- [5] Calorine (2009), Pédagogie de l'intégration, 2^{ème} édition, collection de Boeck, BRUXELLES, Belgique.
- [6] CONFEMEN. (1995). L'éducation de base vers une nouvelle école Dakar, Senegal.
- [7] ARRETE MINISTERIEL N° 1250/CAB/MIN/AG/2005/portant déclaration de politique nationale de l'enseignement des sciences de santé en République Démocratique du Congo, septembre 2005 Kinshasa RDC.
- [8] Gauthier Nanyelese Bwazu, Juresse Mhale Zingale, and Daniel Matili Widobana. (2020). Determinants of the low use of educational documents by teachers in the ITM, IEM of SUD-UBANGI, « *International Journal of Innovation and Scientific Research*, vol. 52, no. 1, pp. 60–71.
- [9] Kusakama Kizowa (2016), Expériences et attentes des enseignants des écoles de réforme sur l'utilisation des outils d'évaluation, mémoire de Licence en EASI, ISTM/Kinshasa.RDC.
- [10] Bokwala, J.-P. B. B., & John Loela Geutu. (2020). Problématique d'élaboration des prévisions des matières du cours d'histoire dans les écoles secondaires d'Isangi-centre et de ses environs. Cas des enseignants des classes de troisièmes et quatrièmes secondaires. *IJRDO- Journal of Educational Research*, 5 (4), 01-13. <https://doi.org/10.53555/er.v5i4.3243>.
- [11] Mbaki Risasi. (2020). Evaluation du niveau d'applicabilité de l'approche par compétence « le cas de l'Institut National Plote d'Enseignements de Sciences de la Santé » à Kinshasa. Mémoire de Licence en Sciences de la Santé, Institut Supérieur des sciences de la santé de la croix rouge de Kinshasa, RDC.
- [12] Issa Evaristho Moussa (2014), Détermination des contraintes à la mise en œuvre de l'approche par compétences dans les écoles normales d'instituteurs (ENI): cas des ENI de Tahoua, Zinder et Maradi, mémoire de DEA, Institut Supérieur de Formation et de Recherche Appliquée (ISFRA), Bamako, Mali.
- [13] Sembele Ngongo (2016) Opinions des élèves des ITM sur les difficultés d'apprentissage éprouvées face aux méthodes d'APC. Mémoire de Licence en EASI, ISTM/Kinshasa, RDC.

Valeurs nutritives, toxiques, paramètres physico-chimiques de la matière grasse des termites consommés à Kisangani et à Mbuji-Mayi et paramètres physico-chimique des sols de sites étudiés (RD Congo)

[Nutritional and toxic values, physicochemical parameters of the fat of termites consumed in Kisangani and Mbuji-Mayi and physicochemical parameters of the soils of the sites studied (DR Congo)]

Katembua Kabongo¹, Moango Adrien², Kayisu Kalenga³, and Juakaly Louis⁴

¹Département de chimie, Faculté des sciences de l'université de Kisangani, B.P: 2012, RD Congo

²Laboratoire de pédologie, Faculté de gestion des ressources naturelles renouvelable de l'université de Kisangani, RD Congo

³Laboratoire de chimie alimentaire, IFA-Yangambi, RD Congo

⁴Laboratoire de Zoologie, Faculté des sciences de l'université de Kisangani, RD Congo

Copyright © 2025 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 nutritional value and physicochemical characteristics of the fat extracted from the flour of dried termites and sold in the market of Kisangani and Mbuji-Mayi and those of the soils of DR Congo. It emerges from this study that termites contain good values in proteins, lipids, raw ash, minerals. The fat contains good values in fatty acids (Palmitic Acid, Oleic Acid, Linoleic Acid and Stearic Acid and good physicochemical characteristics. These termites do not contain any toxic substance. Therefore the population of DR Congo can consume these termites without any fear. The soils of Kisangani and Mbuji-Mayi contain good physicochemical characteristics. The qualitative analysis of the fat revealed the presence of vitamins A, E, D for the termites of two sites.

KEYWORDS: Macrotermes mulleri, Nutritive, soils, Toxic, physicochemical characteristics, Kisangani, Mbuji-Mayi, DR Congo.

RESUME: La valeur nutritive et les caractéristiques physico-chimiques de la matière grasse extraite de la farine des termites séchés et vendus au marché de Kisangani et Mbuji-Mayi et celles des sols RD Congo. Il ressort de cette étude que les termites renferment de bonnes valeurs en protéines, lipides, cendres brutes, minéraux. La matière grasse renferme de bonnes valeurs en acides gras (Acide palmitique, Acide Oléique, Acide Linoléique et Acide Stéarique et des bonnes caractéristiques physico-chimiques. Ces termites ne renferment aucune substance toxique. Donc la population de RD Congo peut consommer ces termites sans aucune crainte.

Les sols de Kisangani et Mbuji-Mayi renferment de bonnes caractéristiques physico-chimiques.

L'analyse qualitative de la matière grasse a révélé la présence des vitamines A, E, D pour les termites de deux sites.

MOTS-CLEFS: *Macrotermes mulleri*, Nutritive, sols, Toxique, caractéristiques physico-chimique, Kisangani, Mbuji-Mayi, RD Congo.

1 INTRODUCTION

L'Afrique est encore loin de l'autosuffisance alimentaire, car plus de 800 millions de personnes souffrent encore de la sous-alimentation notamment dans les pays moins avancés. La malnutrition et la famine ils sont encore d'actualité. Selon un rapport d'association internationale caritative, OXFAM, intitulé les causes de la malnutrition, un examen des crises alimentaire secouant l'Afrique; on constate que la crise alimentaire continue de s'aggraver en Afrique [1].

La hausse de prix des denrées alimentaire et la cherté de la vie constituent des contraintes pour de nombreux ménages, nombreux sont ceux qui éprouvent des difficultés pour s'alimenter convenablement parce qu'ayant moins de ressource. Pour une amélioration de la situation, il convient de valoriser des ressources locales moins couteuses mais avec un apport nutritionnel important comme recommandé par l'organisation mondiale de la santé.

Selon Arnold Van Huis, il existe actuellement une crise de la viande et avec une croissance démographique à la hausse, la population mondiale passera de 6 milliards actuellement à 9 milliards d'ici 2050. Sachant que les gens consomment de plus en plus de la viande, on aura besoin d'une autre planète [2].

La solution à ce problème ne se trouverait elle-t-elle pas dans la consommation des insectes ? Surtout si l'on considéré le rôle important que jouent les insectes dans notre société.

Il est admis depuis des siècles que des insectes ont été consommés par l'homme dans de nombreuses parties du monde, mais l'intérêt scientifique pour la valeur nutritive des insectes est relativement récent. Une excellente synthèse à ce propos a été réalisée lors d'un symposium international sur la biodiversité en Agriculture à Beijing en 1995 [3].

L'organisation des Nations unies pour l'agriculture et l'alimentation estime qu'au moins 80% de la population mondiale consomme déjà des insectes. La FAO conseil aux 20% restants d'en faire de même pour assurer la suffisance alimentaire de la planète. L'augmentation de la consommation des insectes est un moyen de limiter la consommation de la viande [2].

Les insectes contribuent de manière significative à la sécurité alimentaire et aux moyens d'existence des populations de nombreux pays en développement. Le fait d'inclure la contribution des insectes comestibles dans les programmes nationaux de sécurité alimentaire pourrait aider à satisfaire la demande croissante de protéine pour des humaines et le bétail, notamment à sauvegarder la sécurité alimentaire des populations tributaire de la forêt pour leurs moyens d'existences [4]. La composition en acides aminés de la plupart des insectes comestibles est proche de la norme de référence préconisée par FAO et l'OMS [5].

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MATERIEL D'ETUDES

Le matériel d'étude est constitué des termites et sols de Kisangani et Mbuji-Mayi.

Ces échantillons ont été conditionnés au laboratoire de chimie de la Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani.

2.2 PREPARATION DES ECHANTILLONS POUR L'ANALYSE CHIMIQUE

Après conditionnement les échantillons ont été moulus pour avoir la poudre fine nous a permis pour faire les analyses des protéines, lipides, cendres, minéraux, substances toxiques. La matière grasse a été bien conservée pour les analyses de constants physico-chimiques.

2.3 ANALYSE CHIMIQUE

Les cendres ont été obtenues à haute température (550°C), à partir d'un échantillon séché à l'étude à 105°C pendant 24heures, les protéines ont été dosées en utilisant la méthode Kjeldahl et le pourcentage d'azote obtenu en multipliant par 6,25, les lipides ont été obtenus par la méthode de Soxhlet, les minéraux ont été obtenus par la méthode de Groegart [6] et méthode Spectrophotométrique, les constants physico-chimiques ont été déterminés par la méthode FAO/OMS [5].

Le teste qualitatif d'oxalate a été effectué selon Feigl [7]. Celui de cyanures selon F.Fritz et A. Vinzenz [8] et nitrite selon Dessart et Jodogne [9] tandis que celui de nitrates a été effectué selon F.Fritz et A. Vinzenz [8] et Plomb selon Guerra T. Noel [10].

La détermination des acides gras ont été effectué selon Afouassin & Noir Felise [11].

La détection des Vitamine a été effectuée selon Wolf [12].

Les traitements statistiques de données ont été réalisés grâce au Logiciel SPSS14 pour les calculs des moyennes, écart-type et ANOVA.

3 RESULTA ET DISCUTIONS

3.1 TENEUR EN PRINCIPALES SUBSTANCES NUTRITIVES

Termites	%Protéine	%Lipides	%Cendres	%Matière Organique
Kisangani	34	45,7	0,9	12
Mbuji-Mayi	32	52,3	0,9	13

Il ressort de ce tableau (1), que nos résultats trouvés varient de 32-34% des protéines pour Mbuji-Mayi et Kisangani, de 45,7-52,3% des lipides pour Kisangani et Mbuji-Mayi. Les deux sites présentent la même teneur en cendre brute et la matière organique varie entre 12-13% pour Kisangani et Mbuji-Mayi.

Selon V.A, Degrote [13], la teneur en protéine des larves des coléoptères séché est de l'ordre de 10,1% en partant de nos résultats nous remarquons que les termites de Kisangani et Mbuji-Mayi ont de teneur élevée en protéine.

Selon Kassen Al-Sayed Mahmoud [14], l'œuf de saumon à une teneur en protéine de l'ordre de 1,7% en comparant aux valeurs des protéines trouvés pour nos deux sites, les termites ont de teneurs plus riches en protéines.

Selon Bernard, Phd [15], ses valeurs trouvées pour les protéines de grillon domestica (57%), vers de terre (74%) sont supérieure par rapport à nos valeurs.

Selon Jean louis Themis [16], la teneur en lipides de Bœufs est de 8-20% cette valeur trouver est inférieur à celle des termites de Kisangani et Mbuji-Mayi nos résultats trouvés pour nos deux sites (45,7-52,3%).

Selon Abdenouri et al [17], ils ont trouvés dans la poudre du lait 0,7% de cendre brute, nous remarquons que cette valeur est inférieure en comparant à nos résultats trouvés pour les termites de deux sites (0,9%). Nos résultats trouvés sont plus élevés que ceux trouvés par Bouafu et al [18] pour la farine d'asticots séchés (7,1%).

L'analyse de la variance montre que la différence est significative entre les protéines, les lipides, les carbones et les matières organiques de deux sites, $F < 0,001$, $P < 0,05$.

3.2 TENEUR EN ELEMENTS MINERAUX

Termites	Ca	Mg	Fe	P	Cu	Zn	Co	Ni
Kisangani	0,8	0,1	0,4	0,01	0,02	0,02	0,05	0,03
Mbuji-Mayi	0,8	0,4	0,1	0,1	0,02	0,01	0,04	0,04

Il ressort de ce tableau (2) que les éléments minéraux de (0,8%) de calcium pour les deux sites, (0,1-0,4%) de Magnésium pour Kisangani et Mbuji-Mayi, (0,1-0,4%) de Fer pour Mbuji-Mayi et Kisangani, (0,01-0,1%) de Phosphore pour Kisangani et Mbuji-Mayi, (0,02%) de cuivre pour les deux sites, (0,01-0,02%) de Zinc pour Mbuji-Mayi et Kisangani, (0,04-0,05%) de cobalt pour Mbuji-Mayi et Kisangani et (0,03-0,04%) de Nickel pour Kisangani et Mbuji-Mayi.

Selon Apfelbaum et al [19] ils ont trouvé les valeurs de calcium dans le fromage frais (0,1%); Sardine à l'huile (0,03%); crevette en boîte (0,01%); crabe (0,04%); Bœuf (0,01%). Nous remarquons que ces valeurs sont inférieures par rapport à nos valeurs trouvées pour les deux sites (0,8%). Ces deux valeurs de Fer (0,1-0,4%) sont supérieures à celle du lait (0,096%) selon Michel Clément [20].

Selon malaise et Parent [21], ils ont trouvé la teneur en phosphore, Anaphe panda (0,45%); Athietes semiella (0,5%); Bunaee alciniae (0,7%) et Elaphrodes lactea (0,6%).

La teneur de cuivre (0,02%) pour les deux sites étudiées est la même, cette valeur (0,02%) est supérieure à celle de foie de bœuf (0,002%) (<http://www.ac.nancy.metz.fr/enseign/physique/nourprogr/prem-L/docs/alim-av/TPfolioelements> [22]).

Les valeurs de Zinc trouvés pour les deux sites (0,01-0,02%) sont supérieures à celle de la viande rouge (0,0015-0,0035%) (www.omafca.gav.on.ca/french/crops/pub360/ [23]).

L'analyse de la variance montre qu'il y a une différence significative entre certains minéraux de Kisangani et de Mbuji-Mayi notamment le Magnésium, le Fer, le Phosphore, le Cuivre et le cobalt ($F < 0,001$, $P < 0,05$). Sauf pour le calcium où la différence n'est pas significative avec comme $F = 3$, $P > 0,05$. Le Zinc présente une égalité des valeurs entre les deux.

3.3 TENEUR EN PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES DE LA MATIERE GRASSE

Termites	Indice d'acide	Indice d'acidité oléique	Indice de saponification	Indice d'Esther	Indice de peroxyde	Densité	Indice de réfraction
Kisangani	3,5	1,5	107,5	35,9	112	0,91	1,49
Mbuji-Mayi	3,7	1,2	109	37,2	113	0,83	1,4

Il ressort de ce tableau (3) que l'indice d'acide de l'huile de termites de Kisangani (3,5) s'approche à celui de Mbuji-Mayi (3,7). L'indice d'acidité oléique de l'huile des termites de deux sites étudiés (1,5 – 1,2) avoisine celui de l'huile d'argane (0,7 – 0,8) (<http://www.sidi.yassina.com/documents/Science/Rapports-analyse-huile-argane.pdf>) [24].

Ces deux valeurs d'indice de saponification sont inférieures à celles de l'huile de l'argane (109 – 128) (<http://www.sidi.yassina.com/documents/Science/Rapports-analyse-huile-argane.pdf>) [25]; huile des chenilles *Imbrasia oyemensis* (151,79) (Raphaël Amon Akpossam, 2009) [26]; huile des larves de *Rhynchophorus* (198,9) (Ekpo et al, 2007) [27] et huile de coprah (25 – 260) (Romain H. Raemacks, 2001) [28]. Ceci justifie que l'huile des termites de deux sites peut être utilisée dans la fabrication du savon comme l'huile de certains corps animaux (FAO, 1983) [5].

L'indice d'esters de l'huile des termites de Kisangani (35) est inférieur à celui de l'huile des termites de Mbuji-Mayi (37,2). Ces deux valeurs sont inférieures à celles de l'huile (108,9) (www.syst.snt/g.s.dl/Collect/butravau/index/assoc/HASH84uc:/CheikhAntaDiop) [29].

L'indice de peroxyde de l'huile des termites de Kisangani (112) est légèrement inférieur à celui de l'huile des termites de Mbuji-Mayi (113).

Ces deux valeurs sont supérieures à celles des chenilles *Imbrasia oyemensis* (6,95) (Raphaël Amon Akpossam, 2009) [26]. Ce qui justifie que cette huile est de bonne qualité nutritive et cette dernière ne peut pas subir une éventuelle oxydation (A. Fouassin et al. 1981) [11].

La densité de l'huile des termites de Kisangani (0,91) est inférieure à celle du lait cru (1,03) (Hichan Labroni, 2009) [30]; lait et fromage au Bénin (1,03) (Séro Kora, 2005) [31]; lait de vache (1,031) (FAO, 1998); lait de chèvre (1,03) lait de vache (1,035); lait de brebis (1,0347), lait de chamelle (1,0384) (Barabosa, 1986) [32], lait (1,54) (Abdelatif Bensalah, 2010) [33].

L'indice de réfraction de l'huile des termites de Kisangani (1,49) approche celui de l'huile des termites de Mbuji-Mayi (1,4).

3.4 TENEUR EN ACIDE PALMITIQUE, ACIDE OLEIQUE, ACIDE LINOLEIQUE ET ACIDE STEARIQUE

Termites	Acide palmitique	Acide oléique	Acide linoléique	Acide stéarique
Kisangani	24	42	9	8
Mbuji-Mayi	23	39	8	7,5

Il ressort de ce tableau (4) que l'acide palmitique de l'huile des termites de Mbuji-Mayi et celui de Kisangani (23 – 24%) est proche de celui trouvé par Malaisse (2004) [21] sur les chenilles comestibles *Imbrasia epimethea* (23%) et *Imbrasia truncata* (24,6%), supérieur à celui de *Imbrasia ertli* (22%), *Nudaurelia oyemensis* (21,8%), Apfelbaul M., Ramon Dubus, (2004) [19] saumon d'élevage (21,9%) et carpe d'élevage (19,3) et enfin inférieur à celui carpe sauvage (25%).

La teneur de l'acide oléique des termites de Kisangani (42%) est supérieure à celle des termites de Mbuji-Mayi (39%). Ces résultats sont supérieurs à ceux observés par Apfelbaul M., Ramon Dubus, (2004) [19] sur le carpe sauvage (30,7%), Malaisse (2004) sur les chenilles comestibles *Imbrasia epimethea* (8,4%), *Imbrasia truncata* (7,4%), *Nudaurelia oyemensis* (5,6%) et *Imbrasia ertli* (2%).

La teneur de l'acide linoléique des termites de Kisangani (9%) est légèrement supérieure à celle des termites de Mbuji-Mayi (8%). Les résultats des analyses effectuées sur les termites de Mbuji-Mayi et ceux de Kisangani (8% – 9%) sont supérieurs à ceux trouvés par Apfelbaul M., Ramon Dubus, (2004) [19] sur le saumon d'élevage (7,5%), Malaisse (2004) [21] sur les chenilles

comestibles *Nudaurelia oyemensis* (5,7%), *Imbrasias epimethea* (7%) et *Imbrasias truncata* (7,6%), enfin inférieur à celle *Usta terpsichore* (27,2%), *Imbrasias ertli* (22%), *Imbrasias ertli* (20%).

La teneur de l'acide stéarique des termites de Kisangani (8%) est légèrement supérieure à celle des termites de Mbuji-Mayi (7,5%). Ces résultats sont supérieurs à ceux trouvés par Malaisse (2004) [21] sur les chenilles comestibles *Imbrasias ertli* (0,4%), *Usta terpsichore* (1%), et inférieurs à ceux d'Apfelbaul M., Ramon Dubus, (2004) [19] sur le saumon d'élevage (24,4%) et carpe sauvage (15%).

3.5 DETECTION DE VITAMINE A, E ET D, STEROL, PROTIDE ET ACIDE CARBOXYLIQUE

Matière grasse	Vitamine A	Vitamine E	Vitamine D	Stérol	Protide	Acide Carboxylique
Kisangani	+	+	+	+	+	+
Mbuji-Mayi	+	+	+	+	+	+

Il ressort de ce tableau (5) que les termites de deux sites renferment ces substances.

La vitamine A est aussi présente dans l'huile des poissons frais, poissons séchés et salés (V.A. Degroote, 1975) [13]; huile de morue (Ifremer, 1976); huile de tournesol (Romains H. Raemaekers) [28]; dans l'huile de palme, l'œuf (<http://www.dietetique.fr/In/In/info.6g> et www.fao.org) [34].

La vitamine E est aussi présente dans l'huile d'arachide (Romains A., Raemaekers,...) [28]; larves, chenilles, termites, criquets (<http://entomoves.8eme-forum.com> (tg-interets-nutriments) [35], huile de soja (Nihad nia, 2008) [36]; viande de volaille ([fisamanoc.org.ma/index.php, option-com_content&view=show&id=8](http://fisamanoc.org.ma/index.php?option=com_content&view=show&id=8)) [37].

La vitamine D est aussi présente dans l'huile de carpe, huile de foie de morue, huile de foie de maquereau, huile d'anguille, huile de foie de poulet, huile d'œuf (Camelado E., 1998 [38], <http://www.manger.magr.fr/Alimentation>) [39].

Les stérols sont aussi présents dans l'huile des grains de balanites aegyptiaca et de *parinari macrophylla* sabine (Fatou Dial Ndiaye, 1997) [40], huile de soja (Nihad Nia, 2008) [36].

Les protides sont aussi présents dans l'huile des chenilles, termites (Malaisse et parent, 1980) [21]; huile de balanites, de l'organe (<http://www.sidi-yassine.com/documents/Science/analyse-huile-organe.pdf>) [41].

Les acides carboxyliques sont aussi présents dans l'huile des chenilles, termites, criquets (Malaisse et parent, 1980) [21]; huile de Balanites aegyptiaca et parinari macrophylla Sabine (www.sidi-yassine.com/documents/Science/-analyse-huile-organe.pdf).

3.6 DÉTECTION DE SUBSTANCES TOXIQUES

Termites	Cyanure	Plomb	Oxalates	Cr6	Nitrite	Nitrate
Kisangani	-	-	-	-	-	-
Mbuji-Mayi	-	-	-	-	-	-

Il ressort de ce tableau (6) que les termites de deux sites ne renferment pas de substances toxiques.

Les substances toxiques sont aussi absentes dans les plantes alimentaires sauvages telles que: *Anchomanes gigantens*, *Annonidium mannul*, *Gnetum africanum*, *Tallium triangulare*,... (Katembua et al. 2008) [42].

3.7 PARAMETRE PHYSICO-CHIMIQUE DE SOLS DE KISANGANI ET MBUJI-MAYI

	Carbone	Phosphore	Calcium	Magnésium	Potassium	pH H2O	pH KCl
Kisangani	20,5	0,05	0,01	0,03	0,3	5,09	3,77
Mbuji-Mayi	19,1	0,02	0,01	0,03	0,2	5,25	3,75

Il ressort de ce tableau (7) que les résultats des analyses effectuées sur le sol de Kisangani et ceux de Mbuji-Mayi (Teneur en calcium, 0,01%) sont inférieurs à ceux trouvés par Traoré (2010) au Burkina Faso (1,91%). La teneur en Magnésium est aussi la même pour les sols de deux sites étudiés (0,03%). La valeur trouvée est inférieure à celle observée par Traoré (2010) [43] au

Burkina Faso (0,6%). La teneur en Potassium de sol de Kisangani est de (0,3%) tandis que celle de sol de Mbuji-Mayi (0,2%). Les résultats des analyses effectuées sur le sol de Kisangani et ceux de Mbuji-Mayi (0,3%-0,2%) sont supérieurs à ceux trouvés par Traoré (2010) [43] au Burkina Faso (0,15%). Le pH H₂O de sol de Kisangani (5,09) s'approche à celui de sol de Mbuji-Mayi (5,25). Ces valeurs trouvées sont similaires de celles trouvées par Traoré (2010) au Burkina Faso (5,95) et enfin le pH KCl de sol de Kisangani (3,77) est très proche à celui de sol de Mbuji-Mayi (3,75). Les résultats des analyses effectuées sur le sol de Kisangani et ceux de Mbuji-Mayi (3,77-3,75) sont inférieurs à ceux trouvés par Traoré (2010) [43] au Burkina Faso (4,5).

4 CONCLUSION

En nous référant, à nos résultats trouvés, nous pouvons donc dire que les termites de Kisangani et Mbuji-Mayi constituent un apport important en éléments nutritifs des valeurs en ce qui concerne les protéines, les lipides, les minéraux, les acides gras et les paramètres physico-chimique de la matière grasse.

Quant aux sols de deux sites étudiés, ils renferment des bonnes valeurs de paramètres physico-chimiques.

Ces termites ne contiennent pas des substances toxiques. Les hypothèses et les objectifs formulés ont été atteints.

L'ensemble de ces résultats justifie l'utilisation de ces termites dans l'alimentation des populations de ces deux villes de la RD Congo.

Eu égard à ce qui précède, nous suggérons que les analyses approfondies des acides aminés de la matière grasse de ces termites soient menées compte tenue de leurs proportions élevées en protéines.

Enfin, que nos forêts doivent être protégées pour permettre l'écologie et le cycle de vie de ces insectes.

REMERCIEMENT

Nous remercions les professeurs ci-haut cites pour avoir contribué scientifiquement et matériellement pour la réalisation du présent article.

Nos remerciements s'adressent également aux différents laborantins pour leur collaboration.

REFERENCES

- [1] Nkouka, E., Les insectes comestibles dans les sociétés d'Afrique centrale, Muntu, 6, p.171-178,1987.
- [2] PERRIN, G: Manger les insectes fait du bien à la planète, 2010.
- [3] Hardouin, J. et Mahoux, G, Zootechnie des insectes: élevage et utilisation au bénéfice de l'homme et certains animaux Dedin, p.124, 2005.
- [4] PAUL LATHAN: Les chenilles comestibles, et leurs plantes nourricières dans la province du Bas-Congo, p.32-50, 2003.
- [5] FAO/OMS, les Graisses et Huiles dans la nutrition humaine, rapport d'une consultation mixte d'experts, Rome, p.26, 1983.
- [6] Groegaerts, H., 1958: Recueil des modes opérations en usage au Laboratoire d'analyse de l'INEAC, p.58.
- [7] Feigl, F., Amangere, R. & Despi, J., 1966: Spert tests an organic analysis, 7th ed., New York, p.81.
- [8] F.Fritz and A. Vinzenz; Spot testes in organic analysis, 7th ed. Elsevier Publishing Company, London, 1966.
- [9] Dessart A., Jodogne J., et Paul, J., 1973: Chimie analytique, 10^{ème} éd. A. de Boeck, Bruxelles, pp.164-165.
- [10] Guéria T. Noël 2009: La détermination de plomb dans les feuilles de manioc.
- [11] Afouassin& Noir Felise, 1981: Etude sur les caractères physiques de la protéine animale, 2^{ème} Edition, Paris, p.80.
- [12] W. Wolf W.E.L., Speiss and G. Juny, 1985: Standardisation of Isotherm measurement, In D. Simatal and J.-C. Multan (Eds), «Proportion of Water in Food», Marins Nighoff Publ.The Netherlands, p.661-679.
- [13] Degrote V.A: Table de composition alimentaire pour la R.D.C, Kinshasa p.10-13, 1975.
- [14] Kassen Al-Sayed Mahmond, 2002: Extraction, Fractionnement et Caractérisation des lipides polyinsaturés d'œufs de la Truite Arc-en-ciel (Oncorhyn chusmukoss), p.85.
- [15] Bernard B., PhD, & E. Allenn PhD, 2008: Feeding captive insectivo roms ani, ales: Nutritional Aspects of insects as food. Departement of zoology Michigan State university East lansing, MI 488 24.
- [16] Jean louis Themis: Des insectes à croquer, 1999.
- [17] N. Abdenouri, A. Idlimun et M. Kouhila, 2008: Etude hygroscopique du lait en poudre, p.25.
- [18] Bouafu K.G.M, Kouamé K.G & Offoumou A. M, 2007: Bilan azoté chez le rat en croissance de la farine d'asticots séchés p71.

- [19] Apfelbaul M., Ramon Dubus, 2004: Diététique et Nutrition, 6^{ème} éd. Masson, Paris, p.17-82.
- [20] Jean-Michel Clément, 1984: Larousse agricole, p.664-665.
- [21] Malaisse et Parent, L., 1980: Beiges méridionaux du Shaba (Zaïre) Naturalistes de comestibles de chenilles de G., G₁, pp.2-24.
- [22] <http://www.ac.nancy.metz.fr/enseign/physique/nourprogr/prem-L/docs/alim-av/TPfoligoelements>.
- [23] www.omafca.gav.on.ca/french/crops/pub360/.
- [24] <http://www.sidi.yassina.com/documents/Science/Rapports-analyse-huile-argane.pdf>.
- [25] <http://www.sidi.yassina.com/documents/Science/Rapports-analyse-huile-argane.pdf>.
- [26] Raphael mon Akpossan, 2009: Nutritional Value and physico-chemical characterisation of she fat of the caterpillar (*Embrasia oyemensis*) dried and sold at the Adjamé market in Abidjan, Cote d'Ivoire-Journal of Animal & plant Sciences. Vol.3.
- [27] Ekpo et Onigbende, 2007: in Hardouin, J. et Mahouk, G., 2003: Zootechnie d'insectes, Gembloux, Belgique, Bedine, p.160.
- [28] Romain H., Raemaerkers, 2001, Agriculture en Afrique tropicale, DGI, Bruxelles, pp.503-511.
- [29] www.syst.Snt/g.s dl/Collect/butravau/index/assoc/HASH84uc:/Cheikh Anta.Diop.
- [30] Harcham, Labioni, Laourousi, El.moualdi, Abderrahm, Benzakou, Mohamed, El Yachioni, El Hassan Berny, Mohamed Ouhssime, 2009: Etude physic-chimique et Microbiologique de lacts crus, p.148.
- [31] Séro Kora, 2005: Lait et fromage au Bénin, p.31.
- [32] Barabosa, 1986: Physico-chemical and Microbiological characteristics of Soat milk in Portugal BF, p.89.
- [33] Abelatif Bensalek, 2010: Contribution à l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique du lait cru et diagnostique de Brucellose et manmites dans la région de Themcen en Algérie, p.22.
- [34] <http://www.dietetique; ln/ln/info.6g> et www.fao.org.
- [35] [http://entomoves 8^{ème}- forum.com \(tg-interets-nutriments](http://entomoves 8ème- forum.com (tg-interets-nutriments).
- [36] Nihad Nia, 2008: Suivi et comparaison des paramètres physico-chimiques de l'huile de soja raffinée chimiquement et enzymatiquement produites par Cevital.
- [37] fisamanoc.org.ma/index.php, option-com_contents 8 view).
- [38] Comelado E., 1998: Technique et hygiène alimentaire 2^{ème}, ed. Jacques Lamone, Malakoff, pp.26-32.
- [39] <http://www.manger.magrir.fr/Alimentation>).
- [40] Fatou Dial Ndiaye, 1997: Contribution à l'étude chimique et biochimique des graines de Balamites aegyptiaca (L.) (Simorabaceae) et de Pacinari macrophylla Sabini (Rosaceae), These de Doctorat p.73.
- [41] <http://www.sidi yassine.com/documents/Science/analyse-huile-organe.pdf>) [41].
- [42] Katembua K., Solomo E., W.B. Tchatchambe, C. Termote, M. Mbuyi, Dhed'a et P. Vendamne, 2008: Valeurs nutritives et toxiques des organes de 11 plantes alimentaires sauvages consommées à Kisangani et ses environs, Ann. Fac-Sc.UNIKIS.14: 45-46.
- [43] Traoré 2010: Effets de la gestion des résidus de récolte sur les rendements et les bilans culturaux d'une rotation cotonner-maïs-sorgho au Burkina Faso, p.187

RSE au Congo: Sortie de l'impasse des réformes imposées en temps de guerres? Vers une politique de responsabilité sociétale de l'entreprise

[CSR in DR Congo: An exit from the reform impasse imposed in war time ? Towards a corporate societal responsibility policy]

Corneille Ntamwenge

Professeur associé, Université de l'Uélé, Isiro, RD Congo

Copyright © 2025 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The study does not concern the acts and practices of full dispossession, nor pernicious societal degradations identified. It rather focusses on the issue of CSR in the Congo, examining evolution of implementing notions of societal responsibility and codes of ethics in the enterprises that operate on Congolese territory. Its purpose has three interlinked aims. The first one concerns the conception and definition of CSR in the Congo, while the second, the potential existence of a CSR policy for all Congolese companies.

Results collected at this level straightly imply following question, the third aim of the study. How to proceed in designing and establishing relevant corporate societal responsibility policy in the Congo ? The treatment of this issue has highlighted the major function of legislation and business ethics (BE) in CSR policy in the 21st Century. The study thus presents itself as a pressing call for designing a CSR policy for all active enterprises on the Congolese territory.

The reflections and analyses of this study are divided into six sections: (1) introduction, (2) legal framework for CSR in the Congo, (3) Congolese experience of CSR, (4) CSR definition, (5) history of BE and CSR, and (6) conclusive remarks. The contribution of business ethics has shed light on the study upon three themes: CSR, institutionalization of ethics, and implementation of CSR policies.

KEYWORDS: business ethics, moral integrity, extractive industry, stakeholders, legislation, territories, voluntary regulation, sustainable development.

RESUME: L'étude ne porte ni sur les actes et pratiques de dépossession totale, ni sur les pernicieuses dégradations sociétales identifiées. Elle se penche plutôt sur la problématique de la RSE au Congo, examinant l'évolution de la mise en œuvre des notions de responsabilité sociétale et de codes d'éthique dans les entreprises opérant sur le territoire congolais. La finalité de l'étude comporte trois visées solidaires. La première concerne la conception et la définition de la RSE au Congo, alors que la deuxième, l'existence potentielle d'une politique de RSE pour toutes les entreprises du Congo.

Les résultats recueillis à ce niveau impliquent directement la question suivante, troisième visée de l'étude. Comment procéder pour concevoir et instituer une politique pertinente de responsabilité sociétale de l'entreprise au Congo ? Le traitement de cette question a fait ressortir le rôle majeur de la législation et de l'éthique des affaires (EA) dans la politique de RSE au XXI^e siècle. L'étude se présente ainsi comme un appel pressant à la conception d'une politique de RSE pour toutes les entreprises actives sur le territoire congolais.

Les réflexions et analyses de cette étude sont réparties en six sections: (1) introduction, (2) cadre juridique de la RSE au Congo, (3) expérience congolaise de la RSE, (4) définition de la RSE, (5) histoire de l'EA et de la RSE et (6) remarques conclusives. L'apport de l'éthique des affaires a éclairé l'étude sur trois thèmes, à savoir la RSE, l'institutionnalisation de l'éthique et la mise en œuvre des politiques de RSE.

MOTS-CLEFS: éthique des affaires, intégrité morale, industrie extractive, parties prenantes, législation, territoires, régulation non-obligatoire, développement durable.

1 INTRODUCTION

Depuis trois décennies les Provinces orientales se présentent comme l'épicentre des pernicieuses dégradations liées aux activités de l'industrie extractive au Congo et dans d'autres pays d'Afrique centrale. Ces dégradations sont écologiques, environnementales, sociales, sanitaires, culturelles, économiques et axiologiques. Développée durant les deux dernières décennies, la rhétorique concentrée sur les notions de développement durable, de bonne gouvernance et de responsabilité sociétale de l'entreprise (RSE) a été clairement contredite par l'impact de cette crise sociétale et par le désenchantement des habitants de territoires orientaux. En fait, la dépossession totale vécue par les Congolais de ces territoires a fini par retenir l'attention des chercheurs examinant la mise en œuvre de la RSE et du Code minier de 2018 (Corneille Ntamwenge, 2024; Guelord Tshibangu, 2024; Jean de Dieu Mangambu, 2021; C.I. Nsimanda, 2021; Rafael Unceta, 2020; Emile Longa, 2019).

Cette étude ne porte ni sur cette dépossession totale, ni sur la crise sociétale évoquée. Elle se penche essentiellement sur la problématique de la RSE au Congo, examinant l'évolution de la mise en œuvre des notions de responsabilité sociétale et de codes d'éthique dans les entreprises opérant sur le territoire congolais. La finalité de l'étude comporte trois visées majeures. La première concerne la conception et la définition de la RSE au Congo, alors que la deuxième, l'existence potentielle d'une politique de RSE pour toutes les entreprises du Congo.

Les résultats recueillis à ce niveau impliquent directement la question suivante, troisième visée de l'étude. Comment procéder pour concevoir et instituer ensuite une politique pertinente de responsabilité sociétale de l'entreprise au Congo ? Le traitement de cette question met en relief le rôle majeur de la législation et de l'éthique des affaires (EA) dans la politique de RSE au XXI^e siècle. En d'autres termes, cette étude se présente comme un appel pressant à la conception d'une politique de RSE pour toutes les entreprises actives sur le territoire congolais.

Quelle approche méthodologique a-t-elle été utilisée pour atteindre la finalité définie ? Les réflexions et analyses de cette étude observent l'interdisciplinarité. Conforme à la complexité du concept de RSE, cette approche méthodologique sera complétée par deux autres, à savoir l'herméneutique et l'approche généalogique. Celle-ci doit faciliter la description de l'émergence de la RSE aux Etats-Unis d'Amérique d'une part et au Congo d'autre part. L'application de la méthode choisie entraîne la mise en évidence des notions de RSE chez le législateur congolais et chez certains agents du secteur privé lucratif. Cette méthode permet aussi d'entrevoir des liens de parenté entre l'expérience congolaise de la RSE (2010-2023) et celle des Etats-Unis (1904-2023) décrite par Gabriel Abend et Richard De George, entre autres.

Les réflexions et analyses que nous venons d'introduire sont réparties en cinq sections: RSE chez le législateur congolais, expérience congolaise de la RSE, définition de la RSE, histoire de l'EA et de la RSE et remarques conclusives. L'apport de l'éthique des affaires éclaire cette étude sur trois thèmes, c'est-à-dire la RSE, l'institutionnalisation de l'éthique et la mise en œuvre des politiques de RSE. Les remarques conclusives de l'étude se rapportent principalement à la conception et à la mise en œuvre d'une politique pertinente de RSE au Congo. A la page suivante commence la pensée du législateur congolais sur la responsabilité sociétale dans le secteur industriel des mines.

2 CADRE JURIDIQUE DE LA RSE AU CONGO: INDUSTRIE EXTRACTIVE MINIERE

2.1 LOI: MOTIVATIONS ET CHAMP D'APPLICATION

Le Code minier de 2018 est venu corriger les déficiences notoires du Code minier de 2002, l'actualisant en tenant compte du contexte socioéconomique et juridique postérieur à 2006. Il a ainsi intégré certaines suggestions formulées par des chercheurs critiques intéressés par les dégâts de l'industrie extractive au Congo. Le nouveau Code minier a donc valorisé deux lois précédentes: *Loi no 14/003 du 11 février 2014 portant sur la conservation de la nature* et *Loi no11/009 du 9 juillet 2011 portant sur les principes fondamentaux de la protection de l'environnement*.

Le deuxième article du Code minier de 2018 précise son champ d'application, lequel porte sur les « opérations de recherche, d'exploitation industrielle, semi-industrielle et artisanale ainsi que de traitement, de stockage, de détention, de transport, de commercialisation et d'export des substances minérales ». Il s'avère dès lors que cet instrument juridique ne concerne qu'une portion de l'industrie extractive au Congo et ne couvre même pas toute l'industrie extractive minière.

En réalité, de 2002 à 2016, l'essor du secteur minier « n'a pas su rencontrer les attentes » de l'Etat congolais en matière de développement économique et social, il a été une fausse solution au problème de pauvreté, d'insécurité et de mauvaise gestion de ressources minérales. Le désenchantement expérimenté par les Congolais a ainsi validé les résultats des chercheurs critiques en sciences sociales et environnementales, en économie et en éthique.

Sur le répertoire des lacunes ayant motivé la conception, l'adoption et la promulgation du Code minier de 2018, malgré une forte opposition du secteur privé actif dans l'industrie minière, figure notamment, dans la perspective de cette étude, « l'absence d'un cahier des charges type reprenant les obligations socio-environnementales des opérations minières vis-à-vis des communautés locales ». Il y a ensuite « le manque de transparence et le faible profit retiré par l'Etat congolais de l'exploitation des substances minérales de son sol et de son sous-sol » (*Code minier*, 2018: 227-228).

Avant d'énumérer des « innovations » apportées par ce Code minier révisé et complété, le législateur congolais dégage les motivations de cette révision nécessaire du Code minier de 2002: « [...] le souci d'accroître le niveau de contrôle de la gestion du domaine minier de l'Etat, des titres miniers et des carrières, de préciser les éléments relatifs à la responsabilité sociale et environnementale des entreprises minières à l'égard des communautés affectées par leurs projets, ainsi que d'équilibrer le régime fiscal, douanier et de change dans le cadre du partenariat entre l'Etat et les opérateurs miniers ». Ensuite, « le besoin législatif de conformer le Code minier à l'évolution du contexte politico-administratif, marquée par l'avènement d'une nouvelle Constitution en 2006 mettant en jeu de nouveaux intervenants dans la gestion du Code » (*Code minier*, 2018: 228).

Dans le cadre de réflexions sur la responsabilité sociétale de l'entreprise, il sied de relever quatre innovations du Code minier, 2018: (1) « l'introduction du cahier de charges pour les sociétés minières en rapport avec leur responsabilité sociale vis-à-vis des populations locales », (2) « l'introduction du certificat environnemental pour l'obtention d'un Permis d'exploitation », (3) « la prise en compte des principes et critères de l'initiative pour la transparence des industries extractives » et (4) « l'institution d'une collaboration entre l'Agence Congolaise de l'Environnement et la Direction de protection de l'environnement sur les questions ayant trait à l'instruction environnementale et sociale » (p. 229-230).

En plus des lacunes et faiblesses du Code minier de 2002 reconnues par le législateur congolais, de la justification soutenue de sa révision, on doit noter d'autres facteurs sociopolitiques et culturels ayant été favorables à la modification de l'ancien Code minier, tels que des conflits entre entreprises extractives et communautés politiques congolaises: territoires et autres communautés locales, un fossé béant entre l'Etat congolais et ces communautés politiques et un vide juridique en matière de gestion et d'exploitation des ressources naturelles au niveau territorial et local.

2.2 CONCEPTS-CLES DU CODE MINIER DE 2018 PORTANT SUR DES QUESTIONS ENVIRONNEMENTALES ET SOCIALES

Parmi les concepts-clés du Code minier de 2018 huit peuvent faciliter l'enquête sémantique sur la notion de responsabilité sociétale de l'entreprise dans le secteur minier congolais. Ce sont l'Agence Congolaise de l'Environnement (ACE), l'aire protégée, le certificat environnemental, l'Etude d'Impact Environnemental et Social (EIES), la Loi sur la protection de l'environnement, 2011, le Plan d'Atténuation et de Réhabilitation (PAR), le Plan de Gestion Environnementale et Sociale (PGES) et la transparence (*Code minier*, 2018: art.1). La description de ces concepts repose généralement sur *la Loi no 11/009/2011 du 9 juillet 2011 portant principes fondamentaux de la protection de l'environnement* et la *Loi no 14/003 du 11 février 2014 relative à la Conservation de la nature*.

Pour le législateur congolais, l'ACE est un « établissement public à caractère technique et scientifique, créé par décret no 14/030 du 18 novembre 2014 en vertu de la Loi portant principes fondamentaux relatifs à la protection de l'environnement et exerçant, sur toute l'étendue du territoire national, les activités d'évaluation et d'approbation de l'ensemble des études environnementales et sociales ainsi que le suivi de leur mise en œuvre et veillant à la prise en compte de la protection de l'environnement dans l'exécution des projets miniers ». Ensuite, explique-t-il l'aire protégée comme un « espace géographique clairement défini, reconnu, consacré et géré par tout moyen efficace, juridique ou autre, afin d'assurer à long terme la conservation de la nature ainsi que les services des écosystèmes et les valeurs culturelles qui lui sont associées conformément à l'article 2.1 de la Loi no 14/003 du 11 février 2014 relative à la conservation de la nature ».

A ce répertoire des concepts-clés du nouveau Code minier, nous devons ajouter sept autres inscrits dans le Règlement minier correspondant à ce Code: développement durable, milieu sensible, partie prenante, zone de réserve, zone de restriction, zone interdite et industrie extractive (2018: art.2). Bien plus, le Glossaire de ce Règlement, voir annexe 14, affiche clairement d'autres notions utiles pour la description de la RSE au Congo, particulièrement les déchets dangereux, les déchets solides, le milieu récepteur, le niveau de létalité aiguë, le parc à rejets miniers, le sol contaminé, le terroir et la toxicité aiguë (2018: 471-477).

Toutes ces notions du Règlement minier de 2018 se rapportent au Code minier, 2018 et aux pertinentes questions écologiques, environnementales, sociales et sanitaires du Congo oriental de trois dernières décennies. En fait, deux concepts du répertoire ce Règlement doivent introduire à la RSE: développement durable et industrie extractive. Champ d'application de cette responsabilité dans ce Code minier, l'industrie extractive a été définie par le législateur congolais comme suit: « Toute unité d'extraction, de transformation et de commercialisation œuvrant dans le secteur des mines conformément au Code

minier et ses mesures d'applications. Il s'agit des titulaires des droits miniers d'exploitation et de petite mine, des coopératives minières, des négociants, des comptoirs agréés, des marchés boursiers ainsi que des centres de négoce ». Pour ce même législateur, le développement durable, c'est « toute approche de la croissance ayant pour objectif principal de concilier le progrès économique et social avec la préservation de l'environnement en vue d'assurer le progrès actuel sans compromettre celui des générations futures » (2018: art.2).

2.3 DE LA RSE DANS LA REGLEMENTATION CONGOLAISE DE L'ENTREPRISE EXTRACTIVE MINIERE

Afin d'accéder à l'intelligence de la RSE dans la législation congolaise, il importe de relever des articles y relatifs dans le nouveau Code minier, d'une part, et dans le Règlement minier s'y accordant ainsi que dans ses annexes, d'autre part.

Dans le Code minier de 2018, quatre articles portent directement sur la notion de responsabilité sociétale de l'entreprise: 71f, 154f, 165 et 285sexies-285septies. Ce dernier article a été intitulé *De la responsabilité sociétale du titulaire [de l'entreprise extractive minière]*, abordant ainsi des questions relatives à la société: développement socioéconomique, développement durable, populations ou communautés locales affectées, responsabilité sociale, responsabilité sociétale et services sociaux. De plus, la *responsabilité industrielle du titulaire* (art. 285bis-285quinquies) et *des règles d'hygiène et de sécurité* appropriées (art. 207-211) définies par le législateur congolais s'accordent avec ce qui précède du fait qu'elles dégagent des obligations de l'entreprise minière dans la société congolaise.

Essentiellement concentrés sur la nature, l'environnement, le social, les communautés locales, la patrimoine culturel et les générations futures, les articles suivants du Code minier participent à la description de la conception de la RSE dans l'horizon juridique congolais: 8bis, 42, 69f-g, 75, 157, 185, 203-204, 205-206, 279 et 288bis. L'influence de la loi relative à la protection de l'environnement du 9 juillet 2011 est clairement manifeste en ces articles indiqués. Bien plus, on remarque que le respect des droits humains a été simplement évoquée dans l'article 299.

Le *Règlement minier* de 2018 aborde la RSE dans ses articles 404-476 et 561-571 et dans la description de l'Annexe 17, p. 538-546. Intitulé *des obligations environnementales et sociétales*, le titre 18 de ce Règlement clarifie les dimensions environnementales et sociétales de la responsabilité des *titulaires de droits miniers et de carrières*. Trois chapitres de ce titre méritent d'être soulignés en matière de responsabilité sociétale: (1) des obligations environnementales et sociétales des titulaires de droits miniers et de carrières (art. 404-414), (2) de bureaux d'études environnementales agréés (art. 418-429) et (3) de l'étude d'impact environnemental et social et du plan de gestion environnementale et sociale (art. 450-465).

Focalisé sur *des sanctions pour le manquement du titulaire minier à ses obligations* (art. 561-571), le titre 21 complète le titre indiqué ci-dessus sur la notion de responsabilité sociétale de l'entreprise dans l'industrie extractive minière au Congo. A travers les articles susmentionnés, il sied de remarquer que ce Règlement minier tend à mettre en évidence l'adjectif *sociétal*. Sans négliger les adjectifs *social* et *environnemental*, souvent juxtaposés dans ce cadre juridique, l'Annexe 17 affiche cette tendance (2018: 538-546). Cette annexe est intitulée *directive relative au modèle-type de cahier des charges de responsabilité sociétale*. Le formulaire à remplir de ce modèle porte sur « la responsabilité sociétale de l'entreprise minière: cahier des charges-types définissant la responsabilité sociétale de l'entreprise minières [sic] vis-à-vis des communautés locales affectées ».

L'article 18 de cette annexe considérée mentionne l'expression « RSE ». Il est formulé comme suit: « De l'assistance de l'expertise nationale en matière de RSE ». En fait, « pour l'exécution du présent cahier des charges, les communautés locales ont le droit de se faire assister par l'expertise externe nationale en développement durable et RSE ».

2.4 DU CONCEPT DE RESPONSABILITE SOCIETALE DE L'ENTREPRISE AU CONGO

Le Code minier de 2018 et le Règlement correspondant dégagent des concepts pouvant aider le lecteur à accéder directement à l'intelligence de la RSE pour le législateur congolais. Parmi ces concepts nous avons d'abord: responsabilité sociale et environnementale vis-à-vis des populations locales affectées, gestion environnementale et sociale, générations futures, protection de l'environnement, développement des communautés environnantes, impact environnemental, protection du patrimoine culturel, développement durable et protection des droits humains, des droits de l'enfant ou des droits de la femme. On note ensuite la transparence, les obligations socio-environnementales, la responsabilité du titulaire d'un droit minier et/ ou des carrières et la responsabilité sociétale des titulaires de droits miniers d'exploitation ou de l'autorisation d'exploitation des carrières.

Les notions du social, de développement durable, de droits humains et de générations futures consolident ainsi la dimension environnementale du Code minier, laquelle dépend de la loi portant sur la protection de l'environnement de 2011. Le législateur congolais attache donc la responsabilité sociale de l'entreprise minière à sa responsabilité environnementale. Cette évolution de la responsabilité de l'entreprise minière intègre implicitement des préoccupations de la *Loi no 14/003 du*

11 février 2014 relative à la conservation de la nature (Code minier, 2018: art. 1,3bis et Règlement minier, 2018: art. 2, *Aire protégée et Zone de réserve*). L'expression responsabilité sociale tend ainsi à rendre compte de cette évolution du législateur congolais dans la perception des enjeux de l'industrie extractive minière au Congo et face aux conflits entre entreprises minières et populations congolaises. Soulignons que le concept de *responsabilité sociale* envers des populations directement affectées était déjà présent chez le législateur congolais depuis 2015: voir l'art. 2, no 32 de la *Loi no 15/012 du 1^{er} août 2015 portant régime général des hydrocarbures*.

En réalité, la révision du Code minier de 2002 a opéré un glissement sémantique, passant de la responsabilité sociale et environnementale à la responsabilité sociale. Néanmoins, ce dernier concept demeure non franchement défini par le législateur congolais. Il ne figure pas sur la liste des concepts-clés du Code minier de 2018 ni sur celle de son Règlement de la même année. Quel est le contenu sémantique de la responsabilité sociale de l'entreprise au Congo ? Sans aucune réponse à cette question, le Code minier se contente d'appliquer uniquement cette forme de responsabilité aux agents de l'industrie extractive minière: *des titulaires de droits miniers d'exploitation ou de l'autorisation d'exploitation des carrières* en rapport avec les populations et/ ou communautés locales affectées par leurs activités extractives. Cette explication suit l'idée exprimée dans la loi portant sur les hydrocarbures.

La notion de RSE en ce secteur industriel reste à clarifier. Il en est de même de l'extension de l'impact de l'industrie minière considérée sur la société congolaise, dans l'espace et le temps. Ne s'appliquant qu'à une portion de l'industrie extractive minière du Congo (voir art. 2 du Code minier), la conception de la RSE au Congo s'avère dès lors partielle. Autrement dit, il manque encore à ce pays une conception générale de la responsabilité sociale de l'entreprise, incluant ainsi les entreprises de tous les secteurs d'activités économiques et industrielles. Soulignons en outre que l'industrie extractive ne peut jamais se réduire à l'industrie minière.

Bien plus, l'abréviation RSE a été reprise par le Règlement minier sans préciser ce qu'elle veut dire: responsabilité sociale de l'entreprise ou responsabilité sociale de l'entreprise (voir article 18 de l'*Annexe 17*, 2018: 543). Le *modèle-type de cahier des charges* affirme toutefois qu'il s'agit de « la responsabilité sociale de l'entreprise minière vis-à-vis des communautés locales affectées » (2018: 544). En 2019, dans sa préface au livre *Code minier révisé et annoté*, Willy Kitobo Samsoni, ministre des Mines, reprend simplement cette formule du modèle-type en ces termes: « la responsabilité sociale des entreprises minières vis-à-vis des communautés locales affectées par les projets miniers » (*Code minier révisé et annoté de la République démocratique du Congo*, 2020).

2.5 CODE MINIER DE 2018 ET AUTRES LOIS PROMULGUEES ENTRE 2002 ET 2018

La relecture des résultats de la recherche focalisée sur la RSE et l'éthique des affaires doit contribuer à la définition pertinente de la responsabilité sociale de l'entreprise au Congo. Cette relecture doit toutefois tenir compte de réalités locales: contexte historique, socioculturel, juridique et économique des communautés politiques du Congo. De manière générale, qu'est-ce que la RSE ? Comment a-t-elle été élaborée à travers l'histoire de l'entreprise ? Comment interpréter son acceptation actuelle dans l'industrie extractive minière du Congo, quelle est la *stratégie RSE* véhiculée par les agents du secteur privé ? Les sections suivantes vont sans doute répondre à ces questions inévitables dans les analyses et réflexions concentrées sur ce type de responsabilité au XXI^e siècle.

Si le Code minier de 2018 repose partiellement sur la loi portant sur la protection de l'environnement¹, 2011, et sur celle relative à la conservation de la nature, 2014, il ne semble pas valoriser d'autres lois congolaises concernant la gestion des ressources naturelles, lois adoptées et promulguées entre 2002 et 2018. A titre d'exemple, le silence sur la *Loi no 15/026 du 31 décembre 2015 relative à l'eau* ne se justifie pas. Notons que les lois sur la protection de l'environnement (2011) et la conservation de la nature (2014) affirment la protection de la biodiversité tropicale, incluant logiquement protection et conservation des sols et des sous-sols. L'absence du concept de biodiversité sur les répertoires des concepts-clés du Code et du Règlement miniers de 2018 devrait attirer l'attention des chercheurs intéressés par des questions écologiques et socio-anthropologiques du Congo.

¹ Cette loi a été modifiée et complétée par l'*Ordonnance-Loi no 23/007 du 03 mars 2023*. L'*Ordonnance-Loi no 23/007* contribue à la mise en œuvre de l'accord de Paris sur le climat de 2015, ratifié le 13 décembre 2017 (art. 1).

Intervenant sur le sol, dans le sol et le sous-sol, l'industrie extractive minière agit directement et durablement sur le vivant dans sa diversité biologique. Elle affecte durablement les ressources forestières, agricoles, hydriques, aquatiques et halieutiques. En d'autres termes, l'impact négatif de l'industrie extractive minière ne s'arrête pas aux territoires et autres communautés locales proches de sites des activités minières, il concerne tout le vivant dans l'espace et le temps; il n'épargne pas les territoires et populations éloignés d'entreprises minières, ni les autres secteurs de l'économie. Cette réflexion critique vaut aussi pour l'industrie des hydrocarbures évoquée. L'expérience tragique du Congo sur les trois dernières décennies le démontre pertinemment: voir les résultats de la recherche focalisée sur ce pays durant cette période définie (Ntamwenge, 2024; 2020; 2013).

Axée uniquement sur la RSE dans le nouveau Code minier, cette note affiche néanmoins l'intention du législateur congolais d'assurer une bonne gestion des ressources naturelles du pays en voulant respecter les droits et devoirs de toutes les parties prenantes, en désirant protéger non seulement l'environnement et la biodiversité tropicale mais aussi et surtout les territoires ainsi que les communautés locales. Cette pieuse intention apparaît également dans les articles 2 et 11 de la *Loi no 15/012 du 1^{er} août 2015 portant régime général des hydrocarbures*. Ici, le législateur congolais définit la responsabilité sociétale (art. 2, no 32) comme « la contribution des entreprises pétrolières aux enjeux de développement durable en faveur des populations directement affectées par les travaux pétroliers ». Ensuite, à l'article 11, il évoque la *promotion de la transparence, la bonne gouvernance* et la protection de l'environnement.

Bien qu'intégrant la loi congolaise sur l'environnement (Loi no 15/012, art. 2, 11, 19, 101no 4, 104 no 3, 155-181; Décret no 16/010, art. 310-367), le cadre juridique portant sur les hydrocarbures semble toutefois timide en matière de biodiversité tropicale, de développement durable, de droits humains et de droits et devoirs des habitants de territoires congolais. En plus, sa définition de la *responsabilité sociétale* susmentionnée apparaît problématique.

Cependant, la loi de 2018, entre autres lois congolaises abordées, a été étouffée dans son processus de mise en œuvre. Parmi les facteurs l'ayant asphyxiée, on range le manque des compétences appropriées, le dysfonctionnement du cadre institutionnel, la non-vulgarisation des textes de loi, la corruption systémique, l'impunité, l'insécurité générale et l'action violente des seigneurs de guerres dans les provinces minières. Nous allons approfondir cette réflexion dans la section suivante, laquelle examine l'expérience congolaise en matière de RSE.

3 EXPERIENCE CONGOLAISE DE LA RSE: INSPIRATION, ADOPTION, STRATEGIES ET LACUNES, 2010-2023

Pour répondre à la critique interne et externe en période de conflits armés, tenter de relever leurs défis respectifs, les entreprises du secteur privé au Congo ont péniblement tenté de s'approprier les idées des experts en éthique des affaires et des organisations, lesquelles portent spécialement sur les codes d'éthique, la RSE et la lutte contre la corruption. Depuis le début de ce troisième millénaire nous avons ainsi remarqué une lente ouverture à l'institutionnalisation de l'éthique dans les entreprises commerciales, à la mise en œuvre des politiques de RSE et à la lutte contre la corruption.

Cette section s'articule sur trois questions d'expérience vécue dans le secteur privé au Congo: (1) codes d'éthique et de conduite et RSE, (2) instruments favorables à la conception et à la mise en œuvre d'un bon climat des affaires commerciales et (3) contexte conflictuel actuel dans les zones contrôlée par l'industrie extractive. En fait, les actes et pratiques de cette expérience du secteur privé au Congo couvre la période allant de 2010 à 2023. Avant d'aborder le sujet concernant la définition précise de la RSE, quatrième section, nous allons dégager des remarques relatives à la notion de responsabilité sociétale au Congo.

Cependant, cette période de 13 ans a été précédée par une expérience tragique, conséquence de la rencontre brutale entre populations congolaises et entreprises extractives étrangères, laquelle expérience a profondément influé sur les relations tendues entre territoires ainsi que communautés congolaises et entreprises extractives. Pour comprendre l'ouverture à l'éthique et à la responsabilité sociétale au Congo, il convient de commencer par ouvrir les yeux sur des conflits complexes ayant été directement entraînés par la recherche et l'exploitation des minéraux critiques² et par le contrôle des voies de leur approvisionnement depuis 1996.

² En plus de la liste des Etats-Unis portant sur ces matières, entre autres listes des puissances industrielles, il y a celle de l'Union européenne: Commission européenne, 2017, *Etude sur la révision de la liste des matières premières critiques: Résumé analytique*. Direction générale du marché intérieur, de l'industrie, de l'entrepreneuriat et des PME. Bruxelles, Juin 2017. Rédigée par Deloitte Sustainability.

Les différents Rapports d'Experts des Nations Unies sur les trois dernières décennies et ceux des Défenseurs de droits humains, sur la même période, méritent d'être relus attentivement³. Entre 2001 et 2010, le rôle des entreprises extractives dans ce conflit tragique a été bien mis en évidence. Certaines entreprises examinées en ces rapports sont encore actives dans l'industrie extractive du Congo oriental. Malgré l'existence des outils législatifs adoptés et promulgués depuis 2002, les relations entre entreprises extractives et territoires ainsi que communautés locales demeurent conflictuelles, sans solution juste et durable (Ntamwenge, 2024; Nsimanda et al. 2021; M. Mangambu et al. 2021).

Dans leur étude de 2021 portant sur les impacts environnementaux d'une entreprise extractive minière – *Xiang Jiang Mining Sarl* (Chine) – dans le territoire de Basoko, Province de la Tshopo, Jean de Dieu Mangambu et al. abordent ce conflit en mettant en relief le manque de vulgarisation du cadre juridique et les conséquences négatives de l'exploitation minière sur la société. L'étude fait remarquer ce qui est connu dans toutes les zones congolaises contrôlées par l'industrie extractive minière. Dans ce territoire exploité par l'entreprise chinoise, « 76,63 % de la population enquêtée ne sont ni formées et ni sensibilisées sur le nouveau code minier de 2018. Les résultats obtenus démontrent que la population locale et peuple autochtone qui seront déplacés de leurs villages ignorent leurs droits [...]. 79,5 % de la population locale et peuple autochtone enquêtés ne maîtrisent ni la nouvelle loi, ni leur droit [...] » (2021: 336).

Concluant leurs analyses et réflexions, les auteurs soutiennent: « Il apparaît que l'exploitation des ressources minières sur le lit de la rivière Aruwimi pourrait engendrer des calamités et des désastres sur les populations et sur l'environnement; ce qui rendrait le processus de développement plus difficile. Elle apporterait plutôt plus des problèmes que des solutions » (2021: 336). On doit voir ici un problème d'asymétrie du savoir et de l'information entre habitants de ce territoire et l'entreprise Xiang Jiang Mining Sarl, l'Etat congolais étant absent ou complice. Cette asymétrie est bien favorable aux abus de pouvoir. Avec l'apport d'autres chercheurs nous allons expliciter cette problématique d'asymétrie.

La pollution des rivières (Aruwimi comprise), la dépossession de droits fonciers et de ressources vitales, la délocalisation forcée des populations, leur paupérisation et l'insécurité systémique vécue dans les Provinces orientales manifestent ce type de relations forcées: entre industries extractives et populations congolaises. En plus de la corruption et du pillage systématique des matières premières critiques, ces problèmes sociétaux abordés ont terni l'image de l'Etat congolais, celle de l'entreprise extractive et du système commercial national et international.

Pour les entreprises minières et pour l'auteur du Code minier de 2018, la RSE est apparue comme une panacée destinée à promouvoir l'intégrité, la bonne gouvernance et le développement durable. Elle a été également considérée comme message attractif adressé aux investisseurs internationaux. Cette idée avait déjà retenu l'attention des entreprises membres de la *Fédération des Entreprises du Congo* depuis la promulgation de deux lois de 2002: *le Code minier congolais* et *le Code de conduite de l'agent public de l'Etat en RDC*. Ces deux codes seront suivis en 2007 par un *Code d'éthique* de cette fédération nationale d'entreprises.

En matière d'intégrité et de bonne gouvernance, les instruments de régulation mis en place au niveau national et international permettent de comprendre la genèse de trois notions suivantes au Congo: codes de conduite et d'éthique, responsabilité sociétale de l'entreprise et lutte contre la corruption. Nous avons d'abord les *Principes directeurs des NU relatifs aux entreprises et aux droits de l'homme* (2011) et les *dix Principes du Pacte mondial des NU* (édition de 2021). Il y a ensuite les *Principes directeurs de l'OCDE à l'intention des entreprises multinationales sur la conduite responsable des entreprises* (édition de 2023) et diverses Conventions relatives à la biodiversité, à l'environnement et au développement durable et soutenable (voir références bibliographiques).

Notons d'autre part trois Conventions focalisées essentiellement sur la lutte contre la corruption: *Convention des NU contre la corruption* (ratifiée par le Congo le 23/03/2010), *Convention de l'Union Africaine sur la prévention et la lutte contre la corruption* (ratifiée par le Congo: voir la *Loi no 16/029 du 08/11/2016*) et *Protocole d'accord de la Communauté de développement de l'Afrique australe contre la corruption* (ratifié par le Congo le 19/05/2008). Au niveau national, nous devons relever quatre textes pertinents en ce domaine, à savoir le *Code de conduite de l'agent public de l'Etat* (2002), l'*Ordonnance*

³Voir à titre d'exemples ces deux textes: NU, *Rapport du Groupe d'Experts sur l'exploitation illégale des ressources naturelles et autres formes de richesses de la République démocratique du Congo*, 12 avril 2001 et Haut-Commissariat des Nations Unies pour les Droits Humains, *Rapport du Projet Mapping concernant les violations les plus graves des droits de l'homme et du droit international humanitaire commises entre mars 1993 et juin 2003 sur le territoire de la République démocratique du Congo*, Genève, Suisse: Haut-Commissariat des Nations Unies pour les Droits Humains, 2010.

no 7/065 du 3 septembre 2007 modifiant et complétant le Décret no 05/160 du 18 novembre 2005 portant création, organisation et fonctionnement du Comité national de l'initiative pour la transparence des industries extractives en République démocratique du Congo, le Code de conduite des affaires pour le secteur privé au Congo (2011) et le Pacte national Anti-corruption de 2013. Par conséquent, les idées rassemblées autour de l'éthique dans l'entreprise et de la responsabilité sociétale de celle-ci découlent de réflexions sur ces différents documents et de la pression de certaines parties prenantes des entreprises du secteur privé au Congo.

Au niveau du secteur privé, les analyses et réflexions inscrites dans le processus de conception et d'adoption d'un code d'éthique national ont affiché des notions relatives l'intelligence actuelle de la RSE, telles que la citoyenneté de l'entreprise, l'investissement responsable des entreprises, la bonne gouvernance, la responsabilité sociale des entreprises, la transparence et la réduction du niveau de corruption. En fait, le *Code de conduite des affaires pour le secteur privé au Congo* de 2011 résulte d'au moins trois ans de consultations, de discussions et de réflexions au sein des entreprises du secteur privé du Congo, soit de 2007 à 2010.

La finalité assignée à ce Code du secteur privé et ses valeurs majeures conduisent au cœur de l'éthique appliquée dans les affaires et de la responsabilité sociétale de l'entreprise. En 2020 et 2013, nous avons eu à examiner les valeurs morales inscrites dans ce code d'éthique de 2011 et dans celui de l'administration publique de 2002. Ces deux codes congolais devraient éclairer les politiques de RSE dans les entreprises opérant sur le territoire congolais. Les valeurs morales mises en relief paraissent favorables à la promotion de la responsabilité sociétale dans la société congolaise (Ntamwenge, 2020; 2013).

« Lancé à Kinshasa le 25 mai 2011, le Code de conduite des affaires pour le secteur privé au Congo est le résultat de trois ans de consultation et de réflexion sur l'amélioration du climat des affaires [au] Congo et sur la promotion de l'intégrité et de la bonne gouvernance dans le secteur privé opérant sur le territoire de ce pays d'Afrique centrale. Les représentants d'entreprises ayant souscrit à ce code d'éthique se sont engagés, comme membres de la société congolaise, à « être des entreprises citoyennes et responsables ». Ils ont pris par conséquent l'engagement d'appliquer, soutenir et promouvoir quatre valeurs: l'intégrité, la bonne gouvernance, le respect et la transparence [...]. En appliquant [la responsabilité et la citoyenneté] à l'entreprise du secteur privé au Congo, les promoteurs de ce code [semblaient] décidés à transformer intégralement le comportement et la conduite des entreprises de ce secteur. On pourrait voir ici le désir d'institutionnaliser l'éthique dans le monde des affaires du pays » (Ntamwenge, 2020: 36).

En réalité, « les destinataires du Code de conduite des affaires du secteur privé au Congo comprennent les entreprises du secteur privé, aussi bien formelles qu'informelles, et les entreprises parastatales ou paraétatiques. Ce code s'applique également aux associations ou fédérations des affaires et pourrait s'appliquer aux entreprises commerciales d'obédience publique. Cependant, jusqu'en octobre 2012, seulement 18 entreprises avaient déjà pris l'engagement de l'adopter [...]. Elles ont signé le code: le simple fait de s'engager à mettre en œuvre le code de 2011 constitue le premier niveau de son acceptation. [...] Soulignons [en fait] que l'adoption passe par trois étapes: (1) l'acceptation du code traduite par l'engagement explicite de le mettre en œuvre et d'observer ses valeurs, (2) l'intégration de ses valeurs dans les affaires et le début d'un programme de gestion et de formation éthiques dans son espace d'activité, et (3) l'engagement résolu de se conformer au code et de s'ouvrir à l'audit externe [...] (Ntamwenge, 2020: 37).

Inscrite dans le *Code de conduite de l'agent public de l'Etat, 2002* et dans le *Code de conduite des affaires pour le secteur privé, 2011*, l'intégrité apparaît comme valeur commune charnière de ces deux codes d'éthique congolais. Suivant sa compréhension défendue par certaines organisations de lutte contre la corruption, l'intégrité a été toutefois réduite à l'anticorruption. « Cette intelligence de l'intégrité permet de comprendre le glissement opéré au Congo en passant de ce diptyque des codes d'éthique au Pacte national Anti-corruption de 2013. Entré en vigueur à la date de sa signature par ses auteurs/promoteurs, le 9 décembre 2013, ce Pacte commence par reconnaître « la nécessité de combattre la corruption sous toutes ses formes ». Il engage ensuite les signataires du secteur privé, du secteur public et de la société civile à « éradiquer la corruption dans tous les secteurs et sous toutes ses formes ».

« Tout en acceptant par conséquent de s'abstenir de toute forme de corruption, d'inculquer une culture et des valeurs éthiques dans leurs organisations respectives et de favoriser le respect mutuel, les représentants de la société civile, du gouvernement et du secteur privé ont pris l'engagement solennel d'observer les quatre valeurs fondamentales du Code de conduite des affaires pour le secteur privé au Congo [...]: l'intégrité, la bonne gouvernance, le respect et la transparence. S'adressant à la presse, Mme Marie Chantal Kaninda, Présidente de l'Initiative Anti-corruption pour le secteur privé, confiera à ce sujet: « Nous sommes particulièrement satisfaits de voir repris dans ce pacte national les quatre valeurs telles que reprises dans le code de conduite pour le secteur privé [...], [sic] » » (Ntamwenge, 2020: 55-56).

C'est dans ce lent processus national d'institutionnalisation des valeurs et principes éthiques et sociétaux que se situent les efforts des entreprises extractives minières du Katanga en vue d'appliquer des politiques particulières de RSE (Thierry Téné,

2019: 79; GIZ, 2017; GIZ & FEC, 2016). Conformément aux données accessibles, l'industrie extractive minière du Congo tend à s'ouvrir timidement à la problématique de la responsabilité sociétale de l'entreprise et à l'institutionnalisation de l'éthique. Toutefois, ni l'industrie extractive au Congo, ni le Code minier de 2018 n'offrent une définition nette de ce type de responsabilité. Pensons à la fameuse définition de la loi relative aux hydrocarbures, art.2, no 32 (voir ci-dessus: 1.2). Bien plus, ces entreprises minières n'arrivent pas à se libérer de pratiques opaques et corruptives encouragés par les agents de la tragédie congolaise, seigneurs de guerres compris.

En outre, convient-il de souligner que la RSE ne concerne pas seulement les entreprises du secteur minier, l'industrie extractive minière n'étant qu'une section industrielle parmi d'autres et le secteur industriel ne couvrant pas tout le champ des entreprises commerciales d'un pays. Les données accessibles ne permettent pas ainsi d'accéder à l'intelligence de la responsabilité sociétale au Congo, le cadre juridique considéré demeurant silencieux sur d'autres sections des entreprises du secteur privé, tels que les secteurs bancaire, brassicole, alimentaire, textile, du transport, de l'énergie, de la communication, de la chimie, de l'architecture et de la technologie. Seul le *Code d'éthique et de conduite de 2011* dégagent des idées portant sur l'ensemble des entreprises du secteur privé. Mais il n'a pas été réellement mis en œuvre. Il ne suffit pas d'afficher ce Code sur ses panneaux publicitaires de marketing et d'y ajouter des notices relatives à la RSE.

Dans leur recherche sur la RSE comme solution à la crise de confiance vécue dans le secteur bancaire à Bukavu, Sud Kivu, Eddy B. Kanyurhi et al. (2019: 239) font remarquer la carence évidente d'études sur ce type de responsabilité dans le secteur bancaire congolais. Les valeurs morales de confiance/crédibilité et de réputation reconnues par ces auteurs renvoient directement à l'intégrité morale, une des valeurs essentielles du Code d'éthique de 2011. Il s'avère ainsi que le Congo ne dispose pas encore de politique nationale de responsabilité sociétale de l'entreprise ni d'un cadre légal correspondant: cadre favorable à la protection des droits et devoirs de toutes les parties prenantes de l'entreprise, propice à la protection de la biodiversité tropicale et au respect des droits humains. Le cas du territoire de Basoko, Province de la Tshopo, entre autres, est bien parlant.

La recherche concentrée sur l'expérience congolaise en matière de responsabilité sociétale de l'entreprise a démontré l'asymétrie du savoir et de l'information entre parties prenantes, l'ignorance du cadre juridique défini ci-dessus pour certaines parties prenantes de l'entreprise et le non-respect de celui-ci par d'autres. La crise écologique, environnementale, sanitaire, économique et axiologique observée dans les Provinces orientales du Congo en est une illustration (Ntamwenge, 2024; Nsimanda et al. 2021; Mangambu et al. 2021).

Une bonne gestion de cette crise sociétale présuppose des actions robustes contre la mégestion des ressources naturelles et contre la corruption, le pillage des minéraux critiques, l'impunité et l'ignorance. Elle implique également un cadre juridique et institutionnel pertinent et des dirigeants vigilants et intègres dans l'administration publique. Dans ses analyses et réflexions focalisées sur les *revenus miniers et dépenses publiques pour le développement* du Congo, Rafael Unceta souligne trois choses: (1) le passage du Code minier de 2002 à celui de 2018, (2) la prédominance des intérêts privés dans le secteur minier et (3) la persistance de pratiques opaques et de corruption. Concluant ses réflexions, il soutient: « En définitive, il apparaît que l'effet des ressources minières sur le développement a été pratiquement inexistant en RDC » (2020: 75-76).

Avant de souligner une des conséquences des actes et pratiques de corruption de l'industrie extractive, il importe d'approfondir l'état des lieux de la RSE au Congo. Au sujet de dégradations environnementales, sociales et économiques, l'étude de C. I. Nsimanda et al., 2021, doit éclairer ceux qui veulent évaluer la mise en œuvre de la RSE dans l'industrie extractive congolaise. L'étude porte principalement sur quatre grandes entreprises minières: MMG (Chine/ Australie), TFM (Etats-Unis), Banro (Canada) et Glencore (Suisse).

De cette étude, résulte-t-il des conclusions suivantes: « Despite [...] legal undertaking, there is little evidence to show that CSR is effectively implemented ». « All the four big mining companies [...] support some social interventions according to the mining Code requirements. Unfortunately, all of them are responding the humanitarian needs. None of them has really invested in sustainable development [...]. Based on field works, it is regrettable that amongst hundreds of mining companies, only very few of them intervene in social assistance. There is a real deficit of governance due to widely open corruption [...] » (2021: 1044, 1049-1050).

Dans les pays respectueux de l'état de droit, les dégradations environnementales et les pratiques de corruption entraînent le plus souvent des poursuites et condamnations judiciaires coûteuses. Sur le plan financier et sur celui de la crédibilité. Une de ces grandes entreprises extractives opérant au Congo, à savoir *Glencore*, a déjà connu cette expérience judiciaire. Le 5 août 2024, cette entreprise extractive « a été condamnée par le ministère public de la Confédération (MPC) suisse à une amende de 2 millions de francs suisses (2,1 millions d'euros), à laquelle s'ajoute 150 millions de dollars. Cette sanction clôt l'instruction pénale contre la société anglo-suisse, impliquée dans une affaire de corruption en RDC, où elle exploite deux mines, riches en

civre et en cobalt ». Il sied de rappeler que c'est la deuxième condamnation durant les trois dernières années⁴. « Inquiété par la justice américaine, anglaise et brésilienne pour des faits similaires, Glencore avait déjà, en 2022, plaidé coupable de corruption en Afrique et en Amérique du Sud. Le groupe minier avait alors écopé d'une amende de 321 millions d'euros » (Jeune Afrique, 2024: 2-4).

Ce jugement de la justice suisse doit par conséquent interpeller le *Comité National de l'ITIE/RDC*, dont la mission comporte trois activités relatives à la transparence des entreprises extractives: (1) « faire auditer les comptes des industries extractives et ceux de l'Etat, puis rapprocher les données collectées en vue d'assurer « la transparence et la traçabilité des revenus », (2) « divulguer et diffuser les paiements effectués par les industries extractives et les recettes perçues par les services spécialisés « de l'Etat pour informer, de manière accessible, complète et « compréhensible, le plus grand nombre » et (3) rendre public tous les contrats, dénoncer les contrats léonins et « révéler le manque à gagner constaté au détriment de l'Etat » [sic] (RDC, *Ordonnance no 07/065 du 03 septembre 2007*, art. 2).

Bien plus, depuis le 29 août 2002, il existait au Congo une Commission chargée de la *Lutte contre la corruption, la fraude, la contrebande ainsi que la contrefaçon de la monnaie et des marques* (*Décret no 116/2002*). Il semble toutefois difficile d'accéder aux résultats du travail des agents de cette Commission, en ce qui concerne spécialement l'opacité ainsi que les actes et pratiques de corruption des entreprises extractives. Au sujet de la Stratégie de lutte contre la corruption mise en place en 2002, l'*Agence de Prévention et de Lutte contre la Corruption* soutenait en 2022: « Cette stratégie n'a pas produit des résultats escomptés, suite à la résistance au changement de mentalités et surtout faute d'implication de toutes les forces vives de la nation » (RDC, 2022: 13)

Ce petit tableau de l'expérience congolaise dévoile dès lors des efforts consentis par les entreprises du secteur privé et par l'Etat congolais en vue d'intégrer des politiques de RSE. Il affiche en outre des faiblesses et lacunes de différentes parties prenantes de l'entreprise congolaise. Au niveau des institutions publiques nationales et dans le secteur privé, la mise en œuvre des instruments de régulation retenus apparaît comme un fiasco notoire. Ces instruments sont devenus des simples outils de 'marketing commercial' pour les uns et de 'marketing politique' pour les autres. Dans les actes et pratiques de la vie organisationnelle congolaise, ils ont été souvent ignorés. Les actes de corruption de *Glencore*, entre autres entreprises, sapent le *Pacte national Anti-corruption de 2013*, le *Code d'éthique de 2011*, les *Principes directeurs de l'OCDE à l'intention des entreprises multinationales* (édition 2023) et les *Principes directeurs des Nations Unies de 2011*⁵. Ces actes ne s'accordent pas avec le cadre juridique et réglementaire auquel les entreprises extractives minières opérant au Congo ont souscrit: niveau national et international.

Le développement de la politique de responsabilité sociétale de l'entreprise au Congo requiert désormais la connaissance de l'histoire de ce concept et celle de l'expérience d'autres pays dans le domaine de la responsabilité sociétale. Cette question sera abordée dans les deux sections suivantes, lesquelles dégagent la nécessité de deux notions opératoires dans la conception et la mise en œuvre des projets de société: historicité et incarnation.

4 DEFINITION DU CONCEPT ADOPTE AU CONGO: RSE

De l'expérience congolaise de la responsabilité sociétale de l'entreprise, il résulte des notions ayant participé à la construction de l'intelligence actuelle de ce type de responsabilité sociétale. En fait, des notions majeures mobilisées en ce qui précède et dans les récents résultats de la recherche focalisée sur la RSE – en sciences sociales, en éthique et en sciences économiques – s'affichent au centre de politiques de responsabilité sociétale mises en œuvre dans certains pays depuis deux décennies.

Sur le répertoire de ces notions sélectionnées figurent les parties prenantes, le devoir de vigilance, les droits humains, l'éthique des affaires, la gouvernance de l'entreprise, la lutte contre la corruption, le développement durable et soutenable, la responsabilité sociale, la responsabilité environnementale, la responsabilité économique, le triple résultat: *triple bottom line*,

⁴ Pour plus d'information sur ce récit Glencore: dw.com, 2024, *En RDC, le dossier toxique des actifs de Dan Gertler*. http://opr.news/1f42adc9240823fr_cd?link=1&client=opera; Richard Etienne, 2023, *Une amende de 313 millions de francs pour Glencore*. <https://www.letemps.ch/economie/energie/>.

⁵ United Nations, *Guiding principles for the implementation of the United Nations 'Protect, Respect and Remedy' Framework : Report of the Special Representative of the Secretary-General on the issue of human rights and transnational corporations and other business enterprises*, 2011, John Ruggie. A/HRC/2010.

le fonds socialement responsable, la finance durable, la responsabilité technologique, la citoyenneté de l'entreprise, la philanthropie, l'altruisme, la performance durable et l'investissement durable.

Provenant de différents domaines de recherche et de différents contextes socioculturels et professionnels, ces notions ont certes enrichi le concept de RSE. Elles l'ont toutefois rendu complexe: difficile à expliquer dans différentes régions du monde, sa description sémantique entraînant des difficultés de conversation entre chercheurs et d'incarnation dans des pays d'accueil. De plus, leur fusion dans la description de la RSE n'efface pas le lien à leurs contextes d'origine différents: socioculturels, juridiques, politiques et historiques. La connaissance des concepts essentiels que nous utilisons présuppose ainsi la maîtrise de la cartographie de leur généalogie. Avant d'aborder des définitions défendues par les experts en ce domaine de recherche et de relever des remarques utiles à la compréhension de la RSE, il convient de rappeler que cette étude s'effectue dans une perspective interdisciplinaire. C'est ainsi que Jean-Pascal Gond et Jacques Igalens (2023: 114), après avoir examiné les disciplines mobilisées dans les analyses et réflexions concernant la RSE, soutiennent: « Cette pluridisciplinarité du thème autorise et même encourage l'interdisciplinarité, et la RSE devient également une occasion de travailler ensemble pour des chercheurs venus d'horizons divers ».

Au cours de sept dernières décennies, les définitions de la RSE adoptées par des chercheurs et certaines organisations internationales doivent éclairer ceux qui veulent mettre en œuvre des politiques de responsabilité sociale au Congo. Les conceptions suivantes peuvent les aider à construire la leur en tenant nécessairement compte du contexte congolais: socioculturel, écologique, historique, juridique et économique.

Les défenseurs des politiques de RSE au Congo devraient en fait savoir que sans connaissance des infrastructures philosophiques relatives aux notions répertoriées ci-dessus, l'institutionnalisation de la RSE apparaît illusoire. Cette institutionnalisation présuppose ainsi l'incarnation des valeurs et principes des notions considérées dans l'histoire particulière d'un peuple, d'un territoire, d'une communauté politique locale. En d'autres termes, l'effectivité de la RSE requiert des valeurs écologiques, morales, juridiques et organisationnelles réellement intériorisées et défendues. Nous avons en fait trié six définitions seulement, lesquelles semblent plus instructives dans le cadre de cette étude.

Commençons par la conception de l'Union européenne de 2011: la RSE est « 'la responsabilité des entreprises vis-à-vis des effets qu'elles exercent sur la société'. Pour assumer cette responsabilité, il faut au préalable que les entreprises respectent la législation en vigueur et les conventions collectives conclues entre partenaires sociaux. Afin de s'acquitter pleinement de leur responsabilité sociale, il convient que les entreprises aient engagé, en collaboration étroite avec leurs parties prenantes, un processus destiné à intégrer les préoccupations en matière sociale, environnementale, éthique, de droits de l'homme et des consommateurs dans leurs activités commerciales et leur stratégies de base [...] » (Commission européenne, 2011: 7). Cette définition propre aux pays membres de l'Union européenne venait remplacer celle de 2001, laquelle était formulée en ces termes: la RSE est « l'intégration volontaire des préoccupations sociales et écologiques des entreprises à leurs activités commerciales et leurs relations avec les parties prenantes » (Gond & Igalens, 2023: 23).

Dans la suite nous allons présenter des organisations internationales ayant partiellement contribué à ce développement dans la conception RSE de la Commission européenne. La deuxième définition vient de Mourad Zaid et Karima Miald, 2023. Reprenant à leur compte la définition d'Archie B. Carroll, ces deux auteurs affirment: « La RSE « englobe les attentes économiques, juridiques, éthiques et discrétionnaires [ou philanthropiques] de la société à un moment donné ». Carroll [2016; 2020] suppose que les principes éthiques ont comme références, les activités, les pratiques ou les comportements attendus par les membres de la société ». Concluant leurs réflexions, soulignent-ils: « Pour Archie B. Carroll (2020), la RSE prend aujourd'hui la forme d'une augmentation de l'implication des PP [parties prenantes], de l'importance de l'éthique et la transparence dans les affaires et du niveau de sophistication des gouvernances » (2023: 260,262).

Dans son étude systématique concentrée sur *l'éthique des affaires*, dans *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, Jeffrey Moriarty (2021: no 7.1) soutient de son côté: « 'Corporate social responsibility' [...] is typically understood as actions by businesses that are (i) not legally required, and (ii) intended to benefit parties other than corporation [...]. The parties who benefit may be more or less closely associated with the firm itself; they may be the firm's own employees or people in distant lands ». Avant de passer à deux plus anciennes définitions retenues, il importe de noter celle de Gond et Igalens (2023: 3), qualifiée de liminaire dans leur livre déjà cité. Pour ces deux chercheurs, « la notion de RSE s'efforce de rendre compte de l'exercice par les entreprises d'une responsabilité envers les différents groupes avec lesquels elles interagissent [...] et qui se situent au-delà de leurs strictes obligations, techniques, légales et économiques ». Les notions de 'parties prenantes' et de 'sociétal' s'affichent clairement dans ces quatre premières définitions.

Les deux suivantes se rapportent à l'étude de Jean-Pascal Gond et Astrid Mullenbach-Servayre de 2004 (voir *tableau 1*), contenant une section intitulée *l'évolution des conceptions de la responsabilité sociétale [de l'entreprise entre les années 1950 et 2000]*. La première est l'œuvre de Donna J. Wood de 1991 tandis la seconde, celle de Howard R. Bowen de 1953.

Pour ce dernier, « la RSE renvoie à l'obligation, pour les hommes d'affaires, de mettre en œuvre les politiques, de prendre les décisions et de suivre les lignes de conduite qui répondent aux objectifs et aux valeurs considérées comme désirables par notre société [américaine] ». De son côté, Wood soutient que « la signification de la responsabilité sociétale ne peut être appréhendée qu'à travers l'interaction de trois principes: la légitimité, la responsabilité publique et la discrétion managériale, ces principes résultant de trois niveaux d'analyse, institutionnel, organisationnel et individuel ».

Avant d'aborder la section suivante, il importe de faire une double note, portant sur le terreau d'émergence de la RSE d'une part et sur quatre définitions susmentionnées postérieures à 2010. Il est donc question de dégager des remarques centrées sur quatre thèmes: (1) apport de la théorie des parties prenantes à la RSE, (2) problématique de la responsabilité dans le concept de RSE, (3) terreau d'émergence et éthique basée sur l'enseignement religieux et (4) normes et principes directeurs des organisations internationales.

A travers les conceptions de la RSE présentées, on constate une lente évolution de sa richesse sémantique depuis les années 1960. Les plus récentes ont été influencées par des normes et principes directeurs adoptés au niveau international en vue de réglementer les affaires commerciales et par des pressions politiques des agents majeurs de la mondialisation du marché des biens et services. A travers ces agents, doit-on bien percevoir la mise en œuvre des politiques de dérégulation: dégradation des lois particulières bien enracinées au profit des normes vagues n'entraînant pas de contrainte juridique. Entrent dans ce registre, à titre d'illustration, les Principes directeurs de l'OCDE, les dix Principes du Pacte mondial des Nations Unies, les Principes directeurs de Nations Unies de 2011: Protéger, Respecter et Réparer, les Principes directeurs de l'OIT et « le Standard ISO 26000 sur la responsabilité sociétale des organisations ».

En outre, devons-nous noter l'apport des différentes conventions internationales des Nations Unies sur le développement de ce type de responsabilité: des conventions relatives à l'environnement, à la biodiversité, au développement durable et au climat (voir références bibliographiques). L'expérience congolaise de la responsabilité sociétale de l'entreprise tend à rendre compte de cette évolution conceptuelle.

Sur la liste des définitions de la RSE repérées dans la littérature disponible, Meryem Chiadmi (2022: 792-793) place celle de la Norme ISO 26000. Proche de la conception de la Commission européenne, cette Norme met en relief la légalité, les parties prenantes, l'éthique, l'environnement et le développement durable. Selon cette norme internationale de 2010, « La RSE est 'la responsabilité d'une organisation vis-à-vis des impacts de ses décisions et activités sur la société et sur l'environnement, se traduisant par un comportement éthique et transparent qui contribue au développement durable, y compris à la santé et au bien-être de la société; prend en compte les attentes des parties prenantes; respecte les lois en vigueur tout en étant en cohérence avec les normes internationales de comportement; est intégré dans l'ensemble de l'organisation et mis en œuvre dans ses relations' ».

Compte tenu de l'expérience organisationnelle française, Emmanuel Sulzer (2022: 3) se montre intéressé par cette évolution conceptuelle en remarquant un lien de continuité existant entre normes juridiques et normes volontaires. Ainsi considère-t-il la RSE comme une articulation entre ces deux normes, entre la règle et la vertu: « On se trouve dès lors en présence d'un continuum normatif qui atténue le clivage entre « *hard law* » et « *soft law* » et pour certains permet de le dépasser, les deux approches étant complémentaires ». Bien plus, homologuant la Norme ISO 26000, des experts français soulignent à ce sujet: « [ce document] a vocation à aider les organisations à contribuer au développement durable en visant à les encourager à aller au-delà du respect de la loi » (NF ISO 26000: 2010). Considérant l'expérience des pays ayant réellement appliqué la RSE, nous constatons que celle-ci est devenue source d'inspiration de la législation d'une part et de l'éthique des affaires d'autre part. Son affirmation apparente dans les grandes entreprises et industries du secteur privé se présente comme un rejet superficiel de l'amoralisme dans les affaires commerciales.

Au sujet du concept de RSE, toutes les définitions retenues apportent un éclairage non négligeable aux agents de l'entreprise commerciale et d'autres organisations sociales. En intégrant des préoccupations écologiques, éthiques et celles relatives aux droits humains, au bien-être de la société et au développement durable, on est ainsi passé du 'social' au 'sociétal' (Sulzer, 2022). La notion d'entreprise dans ce concept couvre toutes catégories formelles d'organisations du secteur privé: transnationales, nationales; grandes, moyennes, petites et plus petites. Néanmoins, ces définitions liminaires en sciences sociales et en éthique des affaires et des organisations ne donnent pas de clarification suffisante à l'idée principale du concept: *la responsabilité*. Cette étude ne peut pas s'étendre sur cette problématique importante aussi bien pour l'entreprise et la société que pour la recherche en éthique et en droit. Ni dissimuler cette lacune. Aussi n'aborde pas le grand pouvoir des

entreprises transnationales dans et sur des sociétés particulières, surtout en Afrique centrale. La recherche devrait s'y pencher, le plus tôt.

La troisième remarque attire l'attention sur le terreau d'émergence de la RSE et sur l'éthique basée sur l'enseignement religieux au début du XX^e siècle (Abend, 2016; 2013; Samuel Mercier, 2010: 144-150; Aurélien Acquier & Franck Aggeri, 2008: 133; Astrid Mullenbach-Servayre, 2007: 110-111). Cette remarque s'ouvre sur la section suivante, laquelle affirme l'importance capitale de l'histoire: *l'histoire compte, elle est importante*. Les expériences accumulées, niveau individuel et organisationnel, constituent une immense richesse pour le présent et pour l'avenir, pour l'humanité (Ntamwenge, 2024; 2020; Catherine Kassendjia, 2021, Abend, 2016; 2013).

Le terreau d'émergence de la responsabilité sociétale se caractérise par des paramètres sociaux ayant marqué l'histoire des sociétés occidentales, les Etats-Unis plus particulièrement (Isabelle Robert, 2022: 2; Kassendjia, 2021: 414-415; Abend, 2016; 2013; De George, 2015: 340-343; Acquier & Aggeri, 2008: 133-140; Gond & Mullenbach-Servayre, 2004). Parmi ces paramètres, on peut noter: philanthropie corporative, enseignement religieux, notions d'évangile social, de *stewardship*, de *trusteeship*, et de parties prenantes dans la gouvernance de l'entreprise; politiques du *New Deal*, dénonciations de l'entreprise cupide, mouvement des droits civiques, mouvement de lutte contre la corruption, mouvement écologique, mouvement de protection des consommateurs et émergence de l'éthique des affaires et des organisations.

Professeur d'économie, d'abord à l'Université d'Iowa (USA) puis plus tard à l'Université de l'Illinois, Chicago (USA), Bowen (1908-1989) a bien exploité ce terreau tout en s'inspirant spécialement de sa tradition religieuse. Ses réflexions sur la RSE peuvent se rapprocher de l'enseignement social de l'Eglise catholique inauguré par la lettre encyclique *Rerum novarum*⁶ du Pape Léon XIII, du 15 mai 1891. La recherche sur l'histoire de la responsabilité sociétale de l'entreprise a bien démontré l'apport de la religion dans la construction progressive du concept (Kessedjian, 2021: 414; Sophie Swaton, 2015: 8; Acquier et al., 2011: 613). Ainsi Isabelle Robert peut soutenir en 2022: « La place de la religion dans la problématique de la RSE a été déterminante. Elle s'inscrit dans une tradition de philanthropie corporative aux Etats-Unis. En Europe, c'est la doctrine sociale de l'église catholique qui a contribué à bâtir le modèle de gestion paternaliste [...] » (p. 2).

Non seulement le rôle de la religion est indéniable dans ce processus de construction conceptuelle mais aussi la contribution de la notion de parties prenantes. Les chercheurs en sciences sociales ont démontré la pertinence de cette notion dans la rationalisation de la RSE (voir références bibliographiques). Pour Chiadmi (2022: 781), « la théorie des parties prenantes [...] constitue un cadre théorique incontournable pour construire l'opérationnalisation de la RSE [...] ». Du point de vue de sciences de gestion, Astrid Mullenbach-Servayre soutenait déjà en 2007 que « la théorie des parties prenantes est sans doute la théorie la plus appropriée [...] pour modéliser le concept de responsabilité sociétale de l'entreprise. Elle donne [...] un cadre théorique justifiant la reconnaissance des responsabilités de l'entreprise envers ses parties prenantes. Elle se présente également comme un redoutable outil de management à la fois stratégique et éthique venant au secours des dirigeants avides de performances financières et extrafinancières » (p. 120).

De tout ce qui précède, on peut désormais soutenir que la RSE ne peut se substituer ni au pouvoir législatif, ni au pouvoir axiologique d'une société humaine donnée. Ni les lois publiques, ni les normes éthiques et écologiques ne peuvent se dissoudre dans les politiques de RSE. Nous allons y revenir dans la section suivante.

5 DE L'HISTOIRE: RSE ET ETHIQUE DES AFFAIRES

En examinant le paysage de la vie organisationnelle des Etats-Unis au début du XX^e siècle, la section précédente a mis en relief trois concepts intimement entrelacés: la RSE, l'éthique des affaires et les parties prenantes. L'histoire de ces concepts permet d'affiner la problématique de la RSE et la situer ensuite par rapport à l'éthique des affaires comme domaine distinct de recherche et d'éducation.

Tout en affinant la RSE, cette cinquième section se focalise essentiellement sur l'historicité de l'éthique des affaires et des organisations et sur son institutionnalisation progressive dans les sociétés du XXI^e siècle. Commençons d'abord par souligner l'approche méthodologique ayant facilité l'affirmation de l'historicité de ces trois paramètres conceptuels et de leur interconnexion. Rejetant une vision « ahistorique des concepts », Acquier et Aggeri défendent la pertinence de l'approche

⁶ Pour accéder au texte intégral de *Rerum novarum*, voir le lien internet: [hf_i-xiii_enc-10051891_rerum-novarum.pdf](https://www.vatican.va/holy_father_leon_xiii/encyclicals/encyclicals_hf_leon_xiii_rerum-novarum.pdf)

généalogique⁷. En 2008, dans leur article intitulé *Une généalogie de la pensée managériale de la RSE*, ils soutiennent: « En s'intéressant à la formation et à la diffusion des concepts, l'approche généalogique cherche à souligner l'historicité des manières de penser et de problématiser de nouveaux objets de recherche » (p.132). La préoccupation de ces deux chercheurs semble partagée par Gabriel Abend (2016; 2013) en éthique des affaires et en sociologie et Samuel Mercier (2010) en sciences sociales.

Analysant le concept de parties prenantes, celui-ci démontre « l'ancrage historique des développements actuels autour du concept de partie prenante [, depuis les années 1930,] et montre sa proximité avec les notions d'éthique, de RSE et de gouvernance » (p.150). Dans la conclusion de ses analyses et réflexions, il soutient tout en faisant ressortir l'éthique et les valeurs: « [...] La propriété légale doit être amendée par la prise en compte des intérêts multiples des parties prenantes. [...] l'approche stakeholder a le mérite de ne pas évacuer la question de l'éthique, des valeurs, du sens des activités économiques. Une théorie positive des valeurs reste à construire afin de doter le concept de partie prenante de fondements rigoureux » (p.154).

Dans son enquête historique portant sur le développement de l'éthique des affaires dans les universités américaines (Etats-Unis) sur la période allant de 1902 à 1936, Gabriel Abend (2016; 2013) valide cette approche. Ainsi soutient-il en concluant ses recherches: « With regards to business ethics, the content of rules, regulations, and laws, the design of curricula, and the character of solutions cannot be divorced from their genealogy. [...] what we do [...] should be informed by a deep knowledge of our history, idiosyncratic traditions, and way of life » (2013: 194).

La finalité assignée à cette étude ne permet pas de s'étendre davantage sur cette approche méthodologique évoquée ni de soulever d'autres questions liées à cette note relative à l'histoire, parmi lesquelles trois méritent d'être seulement nommées: (1) la paternité de certains concepts majeurs, tels que la RSE et les parties prenantes, (2) les disputes entre experts en sciences sociales et experts en philosophie autour du thème de l'éthique des affaires (De George, 2015: 348-349) et (3) les divergences entre chercheurs sur la période d'émergence de l'éthique des affaires dans les universités américaines. Ces trois questions requièrent une attention particulière dans d'autres projets de recherche. Sur la dernière, cette section aborde néanmoins l'apport de Gabriel Abend et celui de Richard De George. Tournons-nous maintenant vers l'éthique des affaires comme domaine académique, intégrant la RSE comme une de ses branches.

Introduisant son article déjà cité en définissant la RSE, Moriarty (2021) commence par expliquer ce qu'il entend par *Ethique des affaires*. Ainsi soutient-il: Business ethics can [...] be understood as the study of the ethical dimensions of the exchange of goods and services, and of the entities that offer goods and services for exchanges. This includes related activities such as the production, distribution, marketing, sale, and consumption of goods and services [...]. Cette description liminaire permet de suivre De George dans son exposé portant sur cette discipline. En fait, importe-t-il de noter que ce chercheur est parmi les meilleurs connaisseurs de l'EA (éthique des affaires) et de son évolution durant les quatre dernières décennies: 1980-2020.

Pour De George, l'histoire de l'EA aux Etats-Unis peut être considérée comme le point d'intersection de trois volets éthiques entrelacés⁸: (1) le volet d'éthique dans les affaires commerciales ou dans l'entreprise, (2) le développement d'un domaine académique: éthique des affaires, comprenant une branche normative et critique et une branche essentiellement descriptive et empirique et (3) l'adoption de l'éthique, ou du moins de ses signes extérieurs, dans les entreprises: intégration de l'éthique dans l'entreprise et dans les pratiques commerciales, d'une part, et l'engagement à la RSE d'autre part (2015: 337; 352-353). Seules les deux derniers volets conviennent à la suite des réflexions de cette section. Autrement dit, sans oser supprimer l'interconnexion entre ces trois volets, ce qui est mis en évidence ici, c'est l'histoire de l'EA comme domaine académique et son institutionnalisation (Abend, 2013: 173).

En réalité, six niveaux d'analyse de l'EA présentés par De George (2015: 345-346) permettent d'examiner méthodiquement la problématique de l'industrie extractive au Congo et celle de la responsabilité morale de l'entreprise. Ce sont (1) la personne individuelle, (2) l'entreprise individuelle, (3) l'industrie particulière, (4) le système national des affaires, (5) le système international des affaires et (6) le système mondial des affaires commerciales. Chacun de ces niveaux constitue une ouverture aux défis éthiques des sociétés confrontées à la globalisation du marché des biens et des services. On peut dès lors comprendre que, telle que conçue et partiellement appliquée au Congo, la RSE est réellement incapable de relever les défis de ces deux

⁷ On peut penser ici au livre du philosophe Pierre Musso de 2017, intitulé *La religion industrielle: Monastère, manufacture, usine. Une généalogie de l'entreprise*, Paris: Fayard. Musso y expose la *généalogie de la religion industrielle* (pp. 48-49, 61, 95-103).

⁸ Dans une autre perspective, il importe de voir aussi l'analyse de Gabriel Abend (2016: 43-44; 2013: 173-174) sur la distinction des aspects de l'EA.

problématiques sociétales. Le deuxième niveau d'analyse de l'EA correspond à l'éthique de l'entreprise, incluant ainsi sa responsabilité sociétale. Dans son exposé y relatif, De George affirme: « This is the level of corporate policy, of corporate culture, of responsibilities to the various stakeholders of a company, and to corporate social responsibility to the extent that such responsibility is ethical responsibility ».

Grâce à ce qui précède on peut alors comprendre cette définition condensée de De George: « [...] business ethics as an academic field is the systematic study of the morality existing in business – the business practices, the values, the presuppositions and so on actually existing » (2015: 344; 346).

Aux Etats-Unis, l'incorporation à grande échelle de l'éthique, ou du moins de ses signes extérieurs, dans les entreprises a été favorisée par la grande impulsion de la législation du gouvernement fédéral. De George (2015: 352-354) cite ainsi quatre mesures gouvernementales ayant contribué à cette intégration à grande échelle de l'éthique: *the US Sarbanes-Oxley Act, 2002*, *the US Federal Sentencing Guidelines for Corporations, 1991*, *the Defense Industry Initiative (DII) on Business Ethics and Conduct, 1986*, et *the US Foreign Corrupt Practices Act, 1977*. Il convient d'ajouter à cette liste la loi de 2010 connue sous le nom de *the US Dodd-Frank Wall Street Reform and Consumer Protection Act*, loi touchant directement le Congo à travers le pillage de ses minéraux critiques⁹. Cette reconnaissance de De George envers le gouvernement fédéral permet de comprendre la complémentarité nécessaire entre lois publiques pertinentes et éthique des affaires en matière de responsabilité sociétale dans un pays.

Un autre élément important du texte de De George de 2015 concerne la période d'émergence de l'EA comme domaine académique dans son pays. En fait, l'émergence de cette nouvelle discipline date des années 1970, se distinguant ainsi de l'éthique dans les affaires commerciales ou dans l'entreprise (1^{er} volet d'éthique indiqué ci-dessus) telle qu'elle était enseignée et pratiquée avant cette période (pp. 340; 344). Avant d'aborder des remarques conclusives de cette section et l'institutionnalisation de l'EA dans certaines sociétés du XXI^e siècle, il importe de se tourner d'abord vers Abend pour préciser l'historicité de cette nouvelle discipline. Dans ses deux textes utilisés, Abend se montre hostile à l'oubli ou la négligence d'une partie de l'histoire de l'EA en Amérique. Il défend ainsi la pertinence de la connaissance adéquate de l'histoire dans une société tout en insistant sur la conscience historique et la perspective historique chez les chercheurs engagés dans l'histoire de l'éthique des affaires et de la RSE.

En plus de ce qui précède sur l'EA, Abend souligne trois idées utiles pour cette étude réalisée à partir de l'Afrique centrale: le rôle de la connaissance adéquate de l'histoire, l'émergence de l'éthique des affaires dans les universités américaines au début du XX^e siècle et la valeur de l'histoire dans la vie, aussi bien individuelle qu'organisationnelle. Dans ce plaidoyer pour l'histoire, il y a une exhortation pour la protection et la valorisation de l'industrie du savoir, comprenant notamment bibliothèques et archives. Abend démontre ainsi la richesse des expériences professionnelles accumulées et des archives institutionnelles bien protégées. Grâce à son enquête historique couvrant la période allant de 1902 à 1936, il a réussi à démontrer l'existence des agents actifs dans la recherche, l'éducation et la pratique de l'éthique des affaires et de la RSE avant les années 1960/1970.

Introduisant son article de 2013, il écrit: « I argue that the academic field of business ethics in the U.S. emerged in the early twentieth century, against the backdrop of the establishment of business schools in major universities. Using both published and unpublished primary sources, I bring to light four important developments: the business ethics lectures offered at the University of California and Yale University starting in 1904, Leon Marshall's curriculum at the College of Commerce of the University of Chicago, and the William A. Vawter Foundation on Business Ethics at Northwestern University. I also bring to light the ideas about business ethics of the people responsible for these developments ». Plus loin ajoute-t-il: « I argue that the history of business ethics should matter to contemporary societies, because we need historical self-knowledge to make good practical decisions » (p.171-172).

Au sujet de la responsabilité sociale de l'entreprise, Abend se réfère à ses sources, dans l'article de 2016, en ces termes: « [...] the genealogy of CSR is [...] related to the genealogies of charity, philanthropy, and stewardship, [...] to the history of corporate form and corporations' legal, cultural and social status [...] to the genealogies of various kinds of industrial

⁹ Au sujet du Congo, voir IPIS, 2019, *Regulating Responsible Sourcing of 3 TG Minerals: Comparative analysis of section 1502 of the US Dodd-Frank Act and the EU Conflict Minerals regulation, lessons learned and risks for implementation*.

paternalism, welfare paternalism, and corporate liberalism, and to the policies of « enlightened businessmen » to improve their workers' and communities' well-being [...] » (p.59).

Dans le domaine de l'éthique des affaires, Abend apparaît ainsi comme promoteur de la connaissance adéquate de l'histoire. Il invite les chercheurs en ce domaine à reconnaître la nécessité de poursuivre la recherche sur l'histoire de l'EA et de la RSE et sur le rôle pratique de l'histoire. Concluant ses analyses et réflexions de 2013, il soutient : « our society's practical decisions require adequate historical self-knowledge or self-understanding. In this regard, I partake of a more general, classic argument about the utility of history. For a society or organization to be able to make good judgements and choices about the future, it must know how it has become what it is, how it used to be, and what happened to it in the meantime [...]. The decisions of policy makers, legislators, educators, civil society organizations, and citizens in general should be informed by such self-knowledge » (p.193; 2016: 69).

Avec l'apport d'Abend et de De George, nous devons désormais souligner la complémentarité nécessaire entre EA et lois publiques pertinentes, d'une part, et le rôle de l'histoire, lieu d'incarnation des valeurs morales et juridiques, lieu de ressourcement spirituel pour tout agent sociétal. Il est ici question de l'histoire d'organisations sociales bien définies, de communautés politiques particulières, des territoires et communautés locales réelles. L'institutionnalisation de l'éthique dans certaines sociétés du XXI^e siècle s'accorde dès lors avec la logique de l'incarnation. Suivant l'expérience américaine de l'EA, l'institutionnalisation de l'éthique se décline en quatre sections: éducation universitaire, organisations professionnelles, entreprises commerciales ou associations des entreprises et maisons d'éditions.

Au sujet de l'éthique des affaires et de la RSE¹⁰, nous avons trois organisations professionnelles spécialisées à titre d'exemples: *the Society for Business Ethics*, 1980, *the European Business Ethics Network*, 1987 et *the International Society for Business, Ethics, and Society*, 1988. Sur la liste des revues ayant une expérience de plus de trente ans, on peut retenir six sur ce même sujet: *Business Ethics: A European Review*, 1992, *Business Ethics Quarterly*, 1991, *Journal of Business Ethics*, 1982, *Business and Professional Ethics Journal*, 1981, *the Academy of Management Review*, 1976 et *Business and Society*, 1960 (Abend, 2013: 174; De George, 2015: 349-351).

Il convient de dégager des remarques utiles avant de conclure cette étude. Dans cette dernière section nous avons cité deux lois américaines visant à sanctionner des entreprises américaines engagées dans des pratiques relatives aux mouvements des seigneurs de guerres et pillage des minéraux critiques d'Afrique centrale et à la corruption. Ce sont *the US Dodd-Frank Wall Street Reform and Consumer Protection Act*, 2010 et *the US Foreign Corrupt Practices Act*, 1977. Le Congo est parmi les lieux d'opération des agents de corruption visés par cette loi de 1977. En plus, c'est dans ses provinces orientales que les agents de pillage des minéraux critiques sanctionnés par la loi de 2010 opèrent depuis les années 2000: contrôle et approvisionnement illicites en Tantale, Niobium, Etain, Tungstène et Or. On peut aussi tisser des liens logiques entre ces deux lois américaines et la sanction infligée à l'entreprise transnationale Glencore en 2022 (Jeune Afrique, 2024: 2-4).

Telle est la première remarque de cette note d'histoire, laquelle note doit faciliter l'évaluation des nouvelles expériences d'adoption et de mise en œuvre des politiques de RSE en Afrique. Comme les autres instruments internationaux d'autorégulation ou de réglementation volontaire, la RSE (sa pratique réelle) se présente comme une double source d'inspiration: d'abord pour le législateur public surveillant les actes et pratiques des entreprises commerciales et pour l'expert éthicien évaluant la moralité de ces actes et pratiques et participant à l'élaboration des réflexions dans son domaine de recherche: l'EA, d'autre part. Nous devons désormais comprendre que la mise en œuvre des politiques de responsabilité sociétale dans l'entreprise n'invalide, ni ne remplace l'institutionnalisation de l'éthique, laquelle veille à la formation et à l'évaluation éthique, entre autres activités professionnelles.

La dernière remarque de cette section s'articule sur l'importance de l'histoire dans la vie. Les enquêtes réalisées par des experts en EA et en sciences sociales ont démontré l'existence d'une riche expérience axiologique, professionnelle et académique en matière de responsabilité sociétale et d'éthique appliquée couvrant une période de plus d'un siècle: 1900-2024. Les remarques conclusives de Gabriel Abend au sujet de l'histoire devraient donc retenir l'attention des agents de l'administration publique congolaise et ceux des entreprises du secteur privé opérant au Congo. Les chercheurs congolais ainsi que les membres de la société civile ouverts à la problématique de l'EA et de la RSE ne pourraient pas négliger ces remarques. De cette section, il résulte que la validité de la RSE est conditionnée par deux paramètres: (1) l'existence des lois publiques pertinentes en rapport avec les intérêts et droits de chaque partie prenante et (2) l'enracinement des politiques de cette responsabilité dans l'histoire d'une nation, de ses organisations publiques et privées, dans ses valeurs socioculturelles et

¹⁰ L'année définie après chaque titre indique la date de lancement.

écologiques. L'oubli de ces deux variables laisse un champ libre à la propagande commerciale et politique, à la stratégie organisationnelle de diversion.

6 REMARQUES CONCLUSIVES

Pour conclure cette étude, il convient de faire ressortir quatre remarques importantes pour ceux qui veulent réellement promouvoir la responsabilité sociale au Congo, assurer une bonne gestion de l'interaction entre entreprises commerciales et société congolaise, remettre l'entreprise dans la société. Deux remarques portent sur la politique de RSE au Congo et sur les conflits entre entreprises extractives et territoires ainsi que communautés locales, alors que deux autres se penchent sur l'éthique dans les affaires et sur l'approche généalogique.

Abordée en cette étude, cette approche méthodologique a été explicitée par Guillaume Latour en 2016. Partant de réflexions de Friedrich Nietzsche, Michel Foucault et Paul Veyne, Latour parvient à la définir suivant cinq principes identifiés: « l'historicisation du présent, la contingence de l'origine, son versant critique, l'affirmation par le style, ainsi que l'événementiel » (pp.73-80; 94-95). Différemment appliquée à la religion industrielle (Musso, 2017), à l'éthique des affaires (Abend, 2016; 2013) et à la RSE (Acquier et Aggeri, 2008), cette approche méthodologique, entre autres, doit valablement contribuer à l'interprétation rigoureuse des concepts essentiels mobilisés dans les réformes imposées au Congo durant les trois dernières décennies. Elle peut également aider les chercheurs d'Afrique centrale à bien maîtriser l'histoire de l'entreprise commerciale au Congo depuis le début du XX^e siècle.

En fait, au début du XX^e siècle, les entreprises commerciales actives au Congo ignoraient complètement les notions d'éthique, d'évangile social, de droits humains et de parties prenantes. Voir à titre d'illustration les actes et pratiques de deux entreprises extractives bien connues: (1) la *Société Anversoise du Commerce au Congo* et (2) l'*Anglo-Belgian Indian Rubber Company* ou *ABIR Congo Company*.

Dans les trois dernières sections nous avons identifié une série de normes réglementaires volontaires, telles que le Standard ISO 26000, les Principes directeurs des Nations Unies 2011: Protéger, Respecter et Réparer, les dix Principes du Pacte mondial des Nations Unies, le Code d'éthique de 2011 et le Pacte Anti-corruption de 2013. Derrière cette créativité normative, doit-on voir des valeurs morales, écologiques, civiques, culturelles et religieuses défendues par des personnes attachées à un idéal moral. L'histoire de la RSE et sa définition l'ont bien démontré: depuis le début du XIX^e siècle le discours sur la responsabilité sociale s'est articulé sur les valeurs défendues par les parties prenantes de l'entreprise dans une communauté politique définie. On peut dès lors comprendre que c'est l'institutionnalisation de l'éthique qui est réclamée par la forte demande de mise en œuvre de la RSE au Congo. Il s'exprime ici de manière impérative le devoir du respect des valeurs écologiques, civiques, culturelles, juridiques, éthiques et économiques. Branche de l'éthique des affaires, la RSE affirme la nécessité de l'éthique dans les affaires commerciales et dans l'entreprise du XXI^e siècle.

La troisième remarque conclusive concerne les conflits relevés au Congo entre entreprises extractives et territoires ainsi que communautés locales. En fait, l'interaction entre habitants de Provinces orientales du Congo et entreprises extractives minières a fait apparaître des phénomènes¹¹ suivants: démission de l'Etat ou faiblesse de ses institutions organisationnelles, négation des droits et devoirs des habitants de territoires ainsi que communautés locales: dépossessions foncières irrégulières, délocalisation illégitime des populations, dégradations environnementales, écologiques, sanitaires et axiologiques, non-respect du cadre juridique et réglementaire par les entreprises minières, asymétrie d'information, du savoir et de pouvoir entre titulaires de droits miniers et de carrières et collectivités ainsi que communautés locales, non-protection du plus faible de la société et oubli des droits de générations futures: irresponsabilité dans la gestion et l'exploitation des ressources naturelles.

Le tableau de ces phénomènes démontre les faiblesses du Congo en matière de gestion de ses ressources naturelles, de protection de ses populations; en matière de qualité de ses lois et de leur mise en œuvre. La plupart des innovations du Code minier de 2018 citées dans la première section (1.1) n'ont pas été observées. En outre, suivant les résultats des études de terrain évalués, on doit se demander s'il existe réellement des experts en développement durable et en RSE au Congo (voir art. 18 de l'Annexe 17 du Règlement minier).

Les phénomènes indiqués permettent de comprendre ceux qui considèrent la RSE comme un instrument au service du capitalisme, le légitimant, lui donnant une « apparence responsable » (Robert, 2022: 3-4). Pour Jones Marc T., 1996, « le

¹¹ Voir essentiellement les références bibliographiques focalisées sur le Congo et le Cameroun : études de terrain.

discours sur la RSE [...] est un véritable outil de légitimation du capitalisme [...] » (Gond & Mullenbach-Sevrayre, 2004). Bien plus, d'autres chercheurs soulignent une certaine démission ou complicité des institutions publiques, nationales et internationales. Ce comportement de l'autorité publique a créé un espace flou où fleurissent des normes non-obligatoires, comme les Principes directeurs de l'OCDE et le Standard ISO 26000. Ces normes « ne peuvent pas engendrer une véritable responsabilité au sens juridique du terme » (Kessedjian, 2021: 414-415).

Les actes et pratiques de l'industrie extractive au Congo (Ntamwenge, 2024; Tshibangu, 2024; Mangambu, 2021; Nsimanda, 2021; Unceta, 2020; Longa, 2019) tendent à consolider cette critique sans toutefois invalider la RSE comme concept à mettre en œuvre intelligemment. Dans la présentation du livre portant sur les enjeux de légitimité et de développement en Afrique de 2016, Lynda Hubert Ta met en relief trois problèmes évoqués dans cette étude: la « confusion sur la limite des responsabilités » des agents majeurs de l'industrie extractive, les « pouvoirs asymétriques » entre ces agents et la « légitimité des activités minières ». Au sujet de la RSE ayant soulevé ces problèmes, elle écrit: « la RSE demeure une stratégie d'affaires et [...], dans sa conception actuelle, elle ne répond pas adéquatement aux problèmes de développement » (pp.204-205).

Partant du système organisationnel français et tendant à rappeler le lien entre législation et RSE, entre normes obligatoires et normes volontaires, Sophie Swaton reconnaît que « la RSE permet de combler une carence, en l'absence de législation ou du fait d'une législation pas ou peu appliquée [...] ». Puis soutient-elle franchement: « Nous avançons qu'une régulation plus encadrée de la RSE est nécessaire. Cette régulation est en germe dans le processus d'institutionnalisation qui la fera apparaître comme un outil de survie pour les entreprises au-delà de la seule dimension stratégique » (pp.34-35). Ces réflexions critiques démontrent que la RSE ne remplace pas les instruments législatifs et que le titulaire de droits miniers et de carrières n'a aucun pouvoir politique sur les territoires et communautés locales. Les phénomènes observés dans les Provinces orientales du Congo et cette note critique de la RSE devraient interpeller les institutions publiques, la société civile et les chercheurs intéressés par la problématique de la responsabilité sociétale au Congo.

La dernière remarque concerne la politique générale de RSE au Congo, politique intégrant toutes catégories d'entreprises commerciales et tenant sérieusement compte de la diversité contextuelle du pays et des effets de la mondialisation du marché des biens et des services sur la société et sur la nature. Considérant les données de deux premières sections, la brève expérience de la RSE au Congo apparaît simplement comme une stratégie de légitimation des réformes imposées depuis 2002, en leur donnant une apparence attractive sous le label de responsabilité. Cet aspect attractif a généré une riche rhétorique de marketing politique pour les uns et de marketing commercial pour les autres. Toutefois, cette brève expérience mérite d'être bien évaluée afin de procéder à la construction intelligente et responsable des nouvelles politiques de gestion des ressources naturelles, de gestion d'interactions entre différentes parties prenantes de l'entreprise commerciale, de gestion du rapport entre entreprise et société.

En réalité, ceux qui ont la mission de produire une conception pertinente de la RSE au Congo devraient se laisser éclairer par l'évaluation des idées et outils de gestion produits depuis 2010 et par celle de l'expérience accumulée sur la responsabilité sociétale de l'entreprise. Qu'est-ce que la RSE pour toutes les entreprises commerciales opérant au Congo et pour l'Etat congolais ? Comment procéder pour décrire, qualifier et réparer les crimes commis au nom de la RSE dans les territoires ainsi que communautés locales ? C'est à ces questions qu'il convient de répondre dans un avenir proche. Cette réponse attendue appelle par conséquent la description de la politique congolaise de RSE. Elle suppose ensuite une représentation suffisante de l'entreprise commerciale au Congo, sa définition et sa cartographie. La mise en œuvre de la RSE au Congo requiert désormais deux charnières solidaires: (1) un cadre juridique pertinent connu et compris par toutes les parties prenantes de l'entreprise, et (2) un cadre institutionnel compétent, intègre et responsable. Les agents de l'Etat agissant dans ces deux sphères organisationnelles doivent être accessibles, vigilants, serviables et ouverts. Aussi doivent-ils reconnaître la diversité contextuelle des provinces et territoires du Congo.

Il apparaît ainsi anormal de demeurer sans cadre juridique et institutionnel spécifique pour la responsabilité sociétale de l'entreprise au XXI^e siècle. Après une décennie d'expériences relatives à l'institutionnalisation de l'éthique dans l'entreprise, il est plus que temps de se mettre à l'écoute d'autres pays. Au sujet de l'échec de mise œuvre de la RSE, le Congo devrait accueillir favorablement les résultats des chercheurs camerounais, s'en inspirer. Pour Robert Sangoué-Fotso et Laurent Ndjanyou, « la RSE dépend du cadre institutionnel dans lequel elle se réalise. Les normes et les institutions conditionnent la bonne pratique de la RSE » (p.56). Concluant leurs réflexions sur la RSE dans ce même pays d'Afrique centrale, Doumagay Donatienne Moskolai et al. soutiennent: « Les pouvoirs publics ont [...] intérêt à définir une politique de RSE favorable à toutes les catégories d'entreprises; une politique qui reposera sur une définition aussi claire que possible d'une charte de RSE sur laquelle ces entreprises doivent s'y conformer » [sic] (p. 158).

L'expérience de la politique de RSE en France pourrait inspirer ces deux pays d'Afrique centrale: le Cameroun et la RD du Congo. Les lois françaises relative à la RSE (voir références bibliographiques) sont accessibles à tous ceux qui veulent évaluer l'apport d'un Etat dans la mise en œuvre et le contrôle de la responsabilité sociétale de l'entreprise. Les réflexions de certains

chercheurs français en matière de RSE semblent s'accorder sur le contrôle et la vigilance du législateur français et sur le caractère dynamique de la RSE (Luca d'Ambrosio & Pauline Berraud de Lagerie, 2020: 625-627; 630-631; Swaton, 2015: 35-36; Isabelle Cadet, 2016: 38). En plus du cadre juridique et institutionnel focalisé sur la RSE, la France « s'est même dotée d'une plateforme RSE rattachée au Premier ministre (2013) ».

Terminons ces notes conclusives avec cette observation d'Isabelle Cadet: «Un statut juridique de la RSE est en émergence avec des normes plus prescriptives (hard law ou droit « dur »). En France, la RSE est ainsi rattrapée par le droit social, le droit de l'environnement, le droit de la consommation ou le droit de la concurrence, sur les plans civil et pénal ». Néanmoins, la RD du Congo n'est pas la France. Les infrastructures socioculturelles et organisationnelles et les cadres juridiques d'Afrique centrale nous éloignent de la France. Il ne suffit pas d'édicter des lois et des normes, d'adopter des codes d'éthique.

DR CORNEILLE NTAMWENGE

Ancien étudiant de la *Katholieke Universiteit Leuven*, Belgique, et de l'Université catholique du Congo, Kinshasa, l'auteur est professeur associé à l'Université de l'Uélé, Isiro, Participant à *Globethics.net*, Genève, Suisse, et Chercheur au Centre d'Etudes et de recherches Interdisciplinaires de Limete (CERIL), Kinshasa. Université de l'Uélé, BP 670 ISIRO, RD du Congo

REFERENCES

- [1] RDC, Décret no 24/09 du 17 février 2024 portant Règlement d'administration relatif à la discipline, Kinshasa.
- [2] RDC, Ordonnance-Loi no 23/007 du 03 mars 2023 modifiant et complétant la Loi no 11/009 du 9 juillet 2011 portant Principes fondamentaux relatifs à la protection de l'environnement, Kinshasa.
- [3] RDC, 2022, *Stratégie nationale de la lutte contre la corruption 2022-2026*, Agence de Prévention et de Lutte contre la Corruption, APLC.
- [4] RDC, 2020, Code minier révisé et annoté de la République démocratique du Congo: Loi no 007/2002 du 11 juillet 2002 portant Code minier, telle que modifiée et complétée par la Loi no 18/001 du 09 mars 2018, Bruxelles: Bruylant.
- [5] RDC, Ordonnance no 20/013 bis du 17 mars 2020 portant création, organisation et fonctionnement d'un service spécialisé dénommé « Agence de prévention et de lutte contre la corruption », « APLC » en sigle, Kinshasa.
- [6] RDC, « Loi no 007/2002 du 11 juillet 2002 portant Code minier, telle que modifiée et complétée par la Loi no 18/001 du 09 mars 2018, » *Journal officiel de la République démocratique du Congo, no spécial*, du 3 mai 2018, 59^e année.
- [7] RDC, « Décret no 038/2003 du 26 mars 2003 portant Règlement minier, tel que modifié et complété par le Décret no 16/024 du 6 juin 2018, » *Journal officiel de la République démocratique du Congo, no spécial*, du 12 juin 2018, 59^e année.
- [8] RDC, Loi no 16/029 du 08 novembre 2016 autorisant la ratification de la Convention de l'Union Africaine sur la prévention et la lutte contre la corruption.
- [9] RDC, Loi no 15/2002 du 16 octobre 2002 portant Code de travail modifiée par Loi no 16/010 du 15 juillet 2016, www.legalrdc.com/.
- [10] RDC, Ordonnance no 16/065 du 14 juillet 2016 portant organisation des services du Conseiller spécial du chef de l'Etat en matière de bonne gouvernance et de lutte contre la corruption, le blanchiment des capitaux et le financement du terrorisme, Kinshasa.
- [11] RDC. Décret no 16/010 du 19 avril 2016 portant règlement d'hydrocarbures, Kinshasa.
- [12] RDC, « Loi no 15/026 du 31 décembre 2015 relative à l'eau, » *Journal officiel de la République démocratique du Congo, no spécial* du 13 janvier 2016, 57^e année, 1-38.
- [13] RDC, Loi no 15/012 du 1^{er} août 2015 portant régime général des hydrocarbures, Lubumbashi.
- [14] RDC, Décret no 14/019 du 2 août 2014 fixant les règles de fonctionnement des mécanismes procéduraux de la protection de l'environnement, Kinshasa, 2 août 2014.
- [15] RDC, Loi no 14/003 du 11 février 2014 relative à la conservation de la nature, Kinshasa, 11 février 2014.
- [16] RDC, « Loi no 11/009/2011 du 9 juillet 2011 portant principes fondamentaux relatifs à la protection de l'environnement, » *Journal officiel de la République démocratique du Congo, no spécial* du 16 juillet 2011, 52^e année, 2-29.
- [17] RDC, Ordonnance no 07/065 du 3 septembre 2007 modifiant et complétant le Décret no 05/160 du 18 novembre 2005 portant création, organisation et fonctionnement du Comité national de l'initiative pour la transparence des industries extractives en République démocratique du Congo, en sigle « CN-ITIE/DRC ».
- [18] RDC, « Loi no 06/014 du 12 juin 2006 autorisant la ratification par la République démocratique du Congo de la Convention des Nations Unies contre la corruption, » *Journal officiel de la République démocratique du Congo, no 13 du 1^{er} juillet 2006*, 1-2.

- [19] RDC, « Loi no 05/006 du 29 mars 2005 modifiant et complétant le Décret du 30 janvier 1940 portant Code pénal congolais, » *Journal officiel de la République démocratique du Congo, no spécial du 5 octobre 2006*.
- [20] RDC, Loi no 04/016 du 19 juillet 2004 portant lutte contre le blanchiment des capitaux et le financement du terrorisme.
- [21] RDC, « Décret no 116/2002 du 29 août 2002 portant Institution, attribution et composition de Lutte Contre la Corruption, la Fraude, et la Contrebande ainsi que la Contrefaçon de la monnaie et des marques, » *Journal officiel de la République démocratique du Congo, no 22 du 44^e année*, 15 novembre 2003, 5-6.
- [22] RDC, « Décret no 575/2003 du 03 avril 2003 portant organisation et fonctionnement d'un service public dénommé Observatoire du Code d'Éthique professionnelle, en sigle « O.C.E.P., » *Journal officiel de la République démocratique du Congo, no 11 du 1^{er} juin 2003*, 24-27.
- [23] RDC, 2002, Le Code de conduite de l'agent public de l'Etat en République démocratique du Congo, Décret-Loi no 017/2002 du 03 octobre 2002.
- [24] RDC, *Code civil: Livre troisième, Des contrats et des obligations conventionnelles, 30 juillet 1888-Décret*, décret modifié par celui du 10 septembre 1916, par celui du 16 juin 1947 ainsi que celui du 26 août 1959.
- [25] Abend, Gabriel, 2016, «How to Tell the History of Business Ethics,» *Zfwu, Vol. 17, No 1*, 42-76.
- [26] Abend, Gabriel. 2013. «The Origins of Business Ethics in American Universities, 1902-1936,» *Business Ethics Quarterly, Vol. 23, No 2*, 171-205.
- [27] De George, Richard T., 2015, *A History of Business Ethics*, Markkula Center for Business Ethics. <https://www.scu.edu/ethics/>; <https://www.bbvaopenmind.com/>.
- [28] De George, Richard T., 1999, *Entrepreneurs, Multinationals, and Business Ethics*, in Georges Enderle, Editor, *International Business Ethics: Challenges and Approaches*, Notre Dame, IN: The University of Notre Dame Press, 271-280.
- [29] De George, Richard T., 1993, *Competing with Integrity in International Business*, Oxford, NY: Oxford University Press.
- [30] De George, Richard T., 1986, *Business Ethics*, Upper Saddle River, NY: Pearson Prentice Hall, Sixth Edition, 2005, Copyright, 2006.
- [31] EthicSA, 2012, Rapport: Séminaire sur le Code de conduite pour le secteur privé en RDC et un Pacte Anti-corruption entre secteur public et secteur privé, 6 décembre.
- [32] Gichure, Christine Wanjiru, 2006, « Teaching Business Ethics in Africa: What Ethical Orientation ? The Case of East and Central Africa, » *Journal of Business Ethics, Vol.63, No. 1*, 39-52.
- [33] IPIS, 2019, *Regulating Responsible Sourcing of 3 TG Minerals: Comparative analysis of section 1502 of the US Dodd-Frank Act and the EU Conflict Minerals regulation, lessons learned and risks for implementation*, Antwerp, Belgium: IPIS.
- [34] Jordan, Jennifer et al., 2012, « The Strategic Samaritanian: How Effectiveness and Proximity Affect Corporate Social Responsibility to External Crisis, » *Business Ethics Quarterly, Vol. 22, No 4*, 621-648.
- [35] Latour, Guillaume, 2016, *La méthode généalogique: A la rencontre de la sociologie, la philosophie de l'histoire*, Mémoire présenté comme exigence partielle de la Maîtrise en sociologie de l'Université de Québec à Montréal, Texte non publié.
- [36] *Le Code de conduite des affaires en RDC*, mai 2011, <http://www.baacafrica.org/m/files/>.
- [37] Le Potentiel, 2012, Congo-Kinshasa: En marge d'un Séminaire organisé aux Affaires étrangères, Gouvernement et secteur privé d'accord sur le code de conduite des affaires, <http://fr.allafrica.com/stories/201212071085.html>.
- [38] Leța, Florina, 2022, « Evolution of Business Ethics, » « Ovidus » University Annals, Economic Sciences Series, Vol. XXII, No 1, 95-100.
- [39] Locke, Larry G., et al., 2021, « A Defense of Biblical Ethics in Business, » *Journal of Biblical Integration in Business, Vol. 24, No 1*, 80-89.
- [40] Lorenzini, Danièle, 2023, *La généalogie comme méthode de possibilisation*, in Quentin Landenne et Emmanuel Salanskis, Dir., *Les métamorphoses de la généalogie après Nietzsche*, Philosophie, Bruxelles: PUSL, 115-147.
- [41] Moriarty, Jeffrey, 2021, « Business Ethics, » *Stanford Encyclopedia of Philosophy*, First published Thu Nov 17, 2016; Substantive revision Tue Jan 8, 2021.
- [42] Musso, Pierre, 2017, *La religion industrielle. Monastère, manufacture, usine, Une religion de l'entreprise*, Paris: Fayard.
- [43] Ntamwenge, Corneille, 2024, « Conception de la biodiversité dans les textes juridiques congolais relatifs à la gestion des ressources naturelles: Des défis pour les Congolais, » *International Journal of Innovation and Applied Studies, Vol. 41, No 4*, 1003-1015.
- [44] Ntamwenge, Corneille, 2020, *Ethique des organisations en Afrique: pour des cultures de confiance et d'intégrité*, Bruxelles: Peter Lang.
- [45] Ntamwenge, Corneille, 2013, *L'éthique des affaires au Congo: Tisser une culture d'intégrité en Afrique centrale*, Globethics.net Focus, no 11, Genève: Globethics.net.
- [46] Ntamwenge, Corneille, 2012, « La conception de la corruption: mesurages, définitions et approches méthodologiques, » *Ethique et société, vol. 8, no 1*, 59-91.

- [47] Presqueux, Yvon, 2018, « Musso P. (2017) La religion industrielle, Monastère, manufacture, usine, Une religion de l'entreprise, Paris, Fayard, Coll. Poids et mesures du monde, » *Revue interdisciplinaire Management, Homme & Entreprise* no 32, 99-103.
- [48] RDC, 2013, Pacte National Anti-Corruption (PNAC): Secteur public – secteur privé – société civile, Kinshasa, le 9 décembre.
- [49] Sholihin, Mahfud, 2022, « History of Business Ethics, » *Arabian Journal of Business and Management Review*, Vol. 12, No. 7, 451.
- [50] Solomon, Robert C., 1999, *A Better Way to Think About Business: How Personal Integrity Leads to Corporate Success*, New York, NY: Oxford University Press, Rep., 2003.
- [51] Solomon, Robert C., 1997, *It's Good Business: Ethics and Free Enterprise for the New Millennium*, Lanham, MD; Oxford: Rowman & Littlefield Publishers.
- [52] Solomon, Robert C., 1993, *Ethics and Excellence: Cooperation and Integrity in Business*, The Ruffin Series in Business Ethics, New York, NY: Oxford University Press.
- [53] Acquier, Aurélien, et al., 2011, « Rediscovering Howard R. Bowen's Legacy: The Unachieved Agenda and Continuity Relevance of Social Responsibility of Businessman, » *Business & Society*, Vol. 5, No 4, 607-646.
- [54] Acquier, Aurélien & Aggeri, Franck, 2008, « Une généalogie de la pensée managériale de la RSE, » *Revue française de gestion*, no 180, 131-157.
- [55] Allix-Desfautaux, Eric & Makany, Luyindula G. Davy, 2015, « Développement durable et gestion d'une entreprise: croisements fertiles, » *Revue Management & Avenir*, no 81, 15-36.
- [56] Aslaksen, Hildegunn M., et al., 2021, « The long-term transformation of the concept CSR: towards a more comprehensive emphasis on sustainability, » *International Journal of Corporate Social Responsibility*, Vol. 6, No 11, 1-14.
- [57] Banjenaru-Declerck, Violeta, 2009, « La diffusion du concept de développement durable, » *Géoéconomie*, no 49, 77-99.
- [58] Berock, Isaac Bernard Ndoumbe, et al., 2016, « Les pratiques de la RSE par les entreprises d'exploitations forestières dans le bassin du Congo: conformisme ou volontarisme ? » *Revue de l'organisation responsable*, no 2, 55-63.
- [59] Bouglet, Johan, et al., 2011, « Innovation et développement sociétal: des interactions durables ? » *Gestion 2000/Management & Prospective*, vol. 28, no 2, 19-32.
- [60] Cadet, Isabelle, 2016, « Aspects juridiques de la responsabilité sociale, » *I2D Information, Données & Documents*, vol. 53, no 1, 37-38.
- [61] Callens, Stéphane, 2022, « Gouvernance, » *Développement durable et territoires*, vol. 13, no. 3, 1-3.
- [62] Camilleri, Mark Anthony, 2017, *Corporate Social Responsibility Policy in the United States of America*, In Adriana B. Schiopolu, et al., Editors, *Corporate Social Responsibility in Times of Crisis: CSR, Sustainability, Ethics & Governance*, Switzerland: Springer Nature, 129-143.
- [63] Chiadmi, Meryem, 2022, « Responsabilité sociale de l'entreprise: un concept complexe, protéiforme et aux multiples approches, » *Revue internationale des sciences de gestion*, vol. 5, no 4, 776-802.
- [64] Commission Européenne, 2011, Responsabilité sociale des entreprises: Une nouvelle stratégie de l'UE pour la période de 2011-2014, COM (2011) Final.
- [65] Crifo, Patricia & Rebérioux, Antoine, 2015, « Gouvernance et responsabilité sociétale des entreprises: nouvelle frontière de la finance durable ? » *Revue d'économie financière*, no 117, 205-223.
- [66] D'Ambrosio, Luca & de Lagerie, Pauline Barraud, 2020, « La responsabilité des entreprises reformulée par la loi: un regard pluridisciplinaire, » *Droit et Société*, vol. 3, no 106, 623-631.
- [67] De Cordt, Yves, 2009, « La responsabilité sociétale des entreprises: les enjeux et les outils du droit des sociétés, » *Reflets et perspectives de la vie économique*, vol. XLVIII, no 4, 11-21.
- [68] Diawara, Karounga, & Lavallée, Sophie, 2014, « La responsabilité sociale de l'entreprise (RSE) dans l'espace Ohada: pour une ouverture aux considérations économiques, » *Revue internationale de droit économique*, t. XXVIII, no 4, 431-451.
- [69] Eraly, Alain & Göransson, Marie, 2020, « Gouvernance, » *La Revue nouvelle*, vol. 5, no. 5, 43-48.
- [70] Fotso, Robert Sangue & Ndjanyou, Laurent, 2017, « Institution, territoire et responsabilité sociétale des entreprises: le cas des entreprises de téléphonie mobile au Cameroun, » *Vie & Sciences de l'entreprise*, no 203, 44-62.
- [71] Fouda, Jean Biwolé, 2023, « La responsabilité sociétale des entreprises (RSE) dans les très petites entreprises et les petites entreprises en contexte africain: état des lieux et modélisation, » *Management*, vol. 26, no 2, 34-53.
- [72] Gond, Jean-Pascal, & Igalens, Jacques, 2023, *La responsabilité sociale de l'entreprise*. 8^e édition mise à jour, Collection *Que sais-je ?* no 3837, Paris: PUF.
- [73] Gond, Jean-Pascal, & Mullenbach-Servayre, Astrid, 2004, « Les fondements théoriques de la responsabilité sociétale de l'entreprise, » *La revue des sciences de gestion*, no 205, 93-116.
- [74] Herciu, Mihai-Florentin, 2021, « The Evolution of Corporate Social Responsibility and the Impact on the Organizations, » « *Ovidius » University Annals, Economic Sciences Series*, Vol. XXI, No 2, 295-303.

- [75] Jbara, Nejla, 2017, « Perspective historique de la responsabilité sociale de l'entreprise (RSE), » *Revue multidisciplinaire sur l'emploi, le syndicalisme et le travail*, vol. 11, no 1, 86-102.
- [76] Kanyurhi, Eddy Balembe, et al., 2019, « Corporate social responsibility and trust: Evidence from the banking sector in Bukavu, » *Revue Congo Challenge*, vol. 1, no 2, 236-264.
- [77] Kessedjian, Catherine, 2021, *Comment l'Union européenne contribue-t-elle au respect de la responsabilité sociétale des entreprises (RSE) ?* In G. Barrett et al., Editors, *The Future of Legal Europe: Will We Trust in It ?* Switzerland: Springer Nature, 413-430, https://doi.org/10.1007/978-3-030-68253-8_21.
- [78] Knudsen, Jette Steen & Moon, Jeremy, 2022, « Corporate Social Responsibility and Government: The Role of Discretion for Engagement with Public Policy, » *Business Ethics Quarterly*, Vol. 32, No 2, 243-271.
- [79] Latapi Agudelo, M. Andrés, et al., 2019, « A literature review of the history and evolution of corporate social responsibility, » *International Journal of Corporate Social Responsibility*, Vol. 4, No 1, 1-23.
- [80] Lohmeyer, Nora & Jackson, Gregory, 2024, « Vocabularies of Motive for Corporate Social Responsibility: The Emergence of the Business Case in Germany, 1970-2014, » *Business Ethics Quarterly*, Vol. 34, No2, 231-270.
- [81] Longa, Emile, 2019, Responsabilité sociétale des entreprises minières: enjeux et perspective de développement durable des entités territoriales décentralisées, Plateforme des organisations de la société civile intervenant dans le secteur minier, Etude de 60 pages.
- [82] Mangambu, Jean de Dieu Mokoso, et al., 2021, « Regards sur les impacts environnementaux de projet d'exploitation minière semi-industrielle dans le bassin du Congo: cas de la rivière Aruwimi (Territoire de Basoko, RD Congo), » *European Scientific Journal*, vol. 17, no 29, 328-363.
- [83] Maon, François, 2009, « De la rhétorique à la pratique: les défis de l'intégration organisationnelle des principes de responsabilité sociétale de l'entreprise, » *Reflets et perspectives de la vie économique*, vol. XLVIII, no 4, 23-35.
- [84] Mbonda, Ernest-Marie, 2013, « Aide au développement et responsabilité sociale de multinationales, » *Ethique publique*, vol.15, no 2, 55-75.
- [85] Mercier, Samuel, 2010, « Une analyse historique du concept de parties prenantes: Quelles leçons pour l'avenir ? » *Revue management & avenir*, no 33, 142-156.
- [86] Moskolai, Doumagay Donatienne, et al., 2016, « Etat des lieux de la Responsabilité sociétale des Entreprises au Cameroun, » *Revue Management & Avenir*, no 86, 139-162.
- [87] Mullenbach-Servayre, Astrid, 2007, « L'apport de la théorie des parties prenantes à la modélisation de la responsabilité, » *La Revue des sciences de gestion*, no 223, 109-120.
- [88] Nsimanda, C.I. 2021, « Social Responsibility of the International Mining Companies in the Democratic Republic of Congo, » *International Journal of Science Academic Research*, Vol. 2, No. 2, 1044-1050.
- [89] Nations Unies, 2022, Convention sur la diversité biologique: décision adoptée par la Conférence des Parties sur la diversité biologique, Kunming-Montréal, CBD/COP/DEC/15/4, 19 décembre 2022.
- [90] Nations Unies, 2021 (2020), Les Dix principes du Pacte mondial des Nations Unies en détail, <https://pactemondial.org/>.
- [91] Nations Unies, (2020 ?), Le Pacte mondial des Nations Unies: Proposer des solutions aux défis mondiaux, Texte de Lise Kingo, <https://www.un.org/>.
- [92] Nations Unies, 2011, Principes directeurs relatifs aux entreprises et aux droits de l'homme: mise en œuvre du cadre de référence « protéger, respecter et réparer » des Nations Unies, <https://doi.org/10.18356/0a3891d9-fr>.
- [93] Nations Unies/De Chazournes, Laurence Boisson, 2009, *La Convention sur la diversité biologique et son protocole sur la biosécurité*, https://legal.un.org/avl/pdf/ha/cpbcbd/cpbcbd_f.pdf.
- [94] Nations Unies, 1992, *Convention sur la diversité biologique*, <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-fr.pdf>.
- [95] OCDE, 2023, Principes directeurs de l'OCDE à l'intention des entreprises multinationales sur la conduite responsable des entreprises, Paris: OCDE.
- [96] RDC-Green Climate Fund-BAD, 2016 (?), Cadre de gestion environnemental et social. République démocratique du Congo: Programme mini-réseaux verts, Kinshasa.
- [97] RDC-PNUD, 2007, Identification et évaluation des besoins en renforcement de capacités pour la gestion de l'environnement en République démocratique du Congo. Rapport de consultation, Kinshasa, juillet.
- [98] Robert, Isabelle, 2022, « Responsabilité sociale de l'entreprise, » *Développement durable et territoires*, vol. 13, no 3, 1-5.
- [99] Seghyar, Nabil, et al., 2020, « Cadre juridique et institutionnel de la responsabilité sociétale des entreprises au Maroc, » *Revue internationale des sciences de gestion*, vol. 3, no 2, 272-286.
- [100] Sulzer, Emmanuel, 2022, « La responsabilité sociétale de l'entreprise face à la transition écologique, » *Céreq Bref*, no 430, 1-4.
- [101] Swaton, Sophie, 2015, « La responsabilité sociale des entreprises: un sursaut éthique pour combler un vide juridique ? » *Revue de philosophie économique*, vol. 16, no 2, 3-40.

- [102] Ta, Lynda Hubert, 2018, « La responsabilité sociale des entreprises dans le secteur minier. Réponse ou obstacle aux enjeux de légitimité et de développement en Afrique ? (Recension du livre de Bonnie Campbell et Myriam Laforce de 2016), » *Etudes internationales*, vol. 49, no 1, 203-206.
- [103] Tencati, Antonio, et al., 2020, « A Qualified Account of Supererogation: Towards a Better Conceptualization of Corporate Social Responsibility, » *Business Ethics Quarterly*, Vol. 30, No 2, 250-272.
- [104] Tshibangu, Guelord Musafiri, 2024, « Contentieux de la responsabilité sociétale des entreprises minières en République démocratique du Congo, » *Revue internationale du chercheur*, vol. 5, no 3, 960-981.
- [105] Union Africaine, 2011, *Charte africaine sur les valeurs et les principes du service public et de l'administration*, Adoptée par la seizième session ordinaire de la Conférence, Addis Abéba, 31 janvier 2011, Entrée en vigueur le 23 juillet 2016.
- [106] Unceta, Rafael Aguirre, 2020, « République démocratique du Congo: revenus miniers et dépenses publiques pour le développement, » *Monde en développement*, vol. 48, no 189, 55-80.
- [107] Whelan, Glen, 2012, « The Political Perspective of Corporate Social Responsibility: A Critical Research Agenda, » *Business Ethics Quarterly*, Vol. 22, No 4, 709-737.
- [108] Zaid, Mourad, & Mialled, Karima, 2023, « La relation gouvernance, éthique et RSE: une investigation théorique, » *International Journal of Accounting, Finance, Auditing, Management & Economics*, Vol. 4, No 1, 253-265.
- [109] France, 2023, Rapport d'information fait au nom de la délégation aux entreprises par la mission de suivi relative à la responsabilité sociétale des entreprises (RSE), Sénat Session ordinaire de 2022-2023, no 89.
- [110] France, 2021, « Loi no 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets. NOR: TREX2100379L, » *Journal officiel de la République française du 24 août 2021*, 1-126.
- [111] France, 2019, *Le Plan d'Action pour la Croissance et la Transformation des Entreprises*. Septembre 2019, www.economie.gouv.fr/plan-entreprises-pacteloipacte.gouv.fr/
- [112] France, 2019, « Loi no 2019-1104 du 22 mai 2019 relative à la croissance et à la transformation des entreprises, NOR: ECOT 1810669L, » *Journal officiel de la République française du 23 mai 2019*, 1-155.
- [113] France, 2017, « Ordonnance no 2017-1180 du 19 juillet 2017 relative à la publication d'informations non financières pour certaines grandes entreprises et certains groupes d'entreprises, NOR: ECOT1711290R, » *Journal officiel de la République française du 21 juillet 2017*, 1-5.
- [114] France, 2017, « Loi no 2017-399 du 27 mars 2017 relative au devoir de vigilance des sociétés mères et des entreprises donneuses d'ordre. NOR: ECFX1509096L, » *Journal officiel de la République française du 28 mars 2017*, 1-3.
- [115] Bisimwa, Benjamin Cibaye, 2022, Rapport de l'atelier de cadrage de la première édition du Baromètre national de la responsabilité sociétale des entreprises (RSE) en République démocratique du Congo, Bukavu, du 28 au 29 janvier.
- [116] GIZ, 2017, Etude sur le cadre légal de la responsabilité sociale des entreprises en RD Congo, Kinshasa.
- [117] GIZ & FEC, 2016, Guide sur la responsabilité sociale des entreprises: secteur minier au Katanga, Kinshasa.
- [118] Jeune Afrique, 2024, *Glencore puni pour ses dérapages avec Dan Gertler en RDC*. <https://www.jeuneafrique.com/1596767/economie-entreprises/>.
- [119] Téné, Thierry, 2019, « Déployer une culture RSE en Afrique, » *Annales des mines-Réalités industrielles*, no 3, 76-79.

Du Sort Successoral du Conjoint Survivant dans un mariage non enregistré en Droit Congolais

[The Inheritance Rights of the Surviving Spouse in an Unregistered Marriage under Congolese Law]

Robert LUSUNGU MUTOMBO

Assistant à l'Institut Supérieur Pédagogique de MPENGYE MUKANKALA, ISP-MPENGYE MUKANKALA, Lomami, en RD Congo

Copyright © 2025 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: Death is a universal and inescapable phenomenon. It comes knocking at everyone's door, unasked for and sometimes when we least expect it. In the aftermath of death, many people have questions about the legal and tax aspects of inheritance. Indeed, the death of a person has a number of legal effects, including the transfer of his or her estate to heirs and legatees. Where the deceased was married, a surviving spouse is entitled to inherit the estate.

The aim of this article is to develop the study of the protection of the surviving spouse in Congolese family law. To achieve our objectives, we have used legal, historical, comparative and sociological methods. In this study, we have found that, in matters of succession, the Congolese legislator of the Family Code has demonstrated the need to depart somewhat from tradition, the better to depart from custom. It should be noted that the Family Code represents a complete break with all our customs in this area.

Thus, the same Family Code grants the surviving spouse usufruct of the house inhabited by the spouses, the furniture, half of the usufruct of the adjoining land that the occupant of the house personally farmed, as well as the related business.

KEYWORDS: death, legal, spouse, survivor, succession, patrimony.

RESUME: La mort est un phénomène universel et incontournable. Elle frappe à la porte de quiconque, sans lui en avoir demandé l'aval et parfois lorsque l'on s'y attend le moins. Suite à ce décès, nombreuses sont les personnes qui s'interrogent sur les mesures juridiques et fiscales en matière de succession. En effet, le décès d'une personne a des effets juridiques au nombre desquels la transmission de son patrimoine entre les héritiers et les éventuels légataires. Lorsqu'il était marié, le défunt laisse une conjointe survivante qui a des droits patrimoniaux sur la succession.

Cet article poursuit l'objectif de développer l'étude de la protection de la conjointe survivante en droit congolais *de la famille*. Pour atteindre nos objectifs, nous avons recouru à la méthode juridique, historique, comparative et sociologique. Dans cette étude nous avons trouvé qu'en matière de succession, le législateur congolais du code de la famille prouve la nécessité de s'écarter quelque peu de la tradition mieux de la coutume. Signalons que le code de la famille a mis une rupture totale avec toutes nos coutumes en cette matière.

Ainsi donc, le même code de la famille accorde au *conjointe survivante* l'usufruit de la maison habitée par les époux, des meubles meublants, la moitié de l'usufruit des terres attenantes que l'occupant de la maison exploitait personnellement ainsi que du fonds de commerce y afférent.

MOTS-CLEFS: mort, juridique, conjointe, survivante, succession, patrimoine.

1 INTRODUCTION

1.1 PROBLEMATIQUE DU SUJET

La mort est un phénomène universel et incontournable. Elle frappe à la porte de quiconque, sans lui en avoir demandé l'aval et parfois lorsque l'on s'y attend le moins. Elle afflige ainsi les proches du défunt, non sans raison, parce qu'ils perdent un membre de la famille à qui, ils voulaient donner ou de qui, ils attendaient recevoir [1].

Suite à ce décès, nombreuses sont les personnes qui s'interrogent sur les mesures juridiques et fiscales en matière de succession [2]. En d'autres termes, le décès d'une personne a des effets juridiques au nombre desquels la transmission de son patrimoine entre les héritiers et les éventuels légataires [2]. Lorsqu'il était marié, le défunt laisse un conjoint survivant qui a des droits patrimoniaux sur la succession [3].

Dans la pratique on assiste dans nos villes et dans la plupart des centres urbains du pays où, à la mort d'une personne, les enfants et le conjoint survivant (dans la plupart de cas, c'est la femme) sont jetés dans la rue, pendant que les membres de famille du défunt se partagent tranquillement la succession. Autrement dit, alors les frères et soeurs, les oncles et tantes, voire les père et mère du de cujus se partagent sans froid aux yeux la succession quelle que soit sa consistance, agissant ainsi comme des véritables monstres malfaisants aux consciences tranquilles.

Combien de fois n'a-t-on pas vu, au décès du mari, une pauvre veuve chargée d'enfants, dépouillée par les parents de son défunt mari ? Devant ces innombrables scènes, il devenait impérieux de mettre fin à pareille pratique.

C'est ainsi qu'à titre de problématique de notre étude les questions suivantes peuvent être posées:

- Quels sont les mécanismes prévus par le législateur congolais pour protéger le conjoint survivant ?
- Est-ce que ces dispositions sont-elles appliquées de manière efficace et efficiente dans la pratique congolaise ?
- Quelles peuvent être les perspectives pour une meilleure protection du conjoint survivant en droit positif congolais ?

Voilà, à notre avis, les différentes interrogations qui trouveront les réponses provisoires dans les lignes qui suivent [2], [3].

1.2 HYPOTHESES DUTRAVAIL

L'hypothèse, c'est une série des réponses qui permettent de prédire une vérité scientifique vraisemblable et cela en fonction des questions soulevées par la problématique et dont la recherche se charge de vérifier soit le bien-fondé soit le mal fondé.

Selon [4], l'hypothèse se présente généralement sous forme d'une proposition à tester, proposition mettant en relation deux types variables: indépendantes ou explicatives d'une part et dépendantes, faits sociaux que l'on tente à mieux correspondre d'autre part [5].

En effet, le législateur congolais, à l'instar des autres législateurs du monde, a mis sur pied un système successoral, à l'en croire dans son exposé des motifs, qui s'écarte quelque peu des coutumes, pour faire droit aux impératifs du développement et de l'évolution, en privilégiant notamment les enfants et le conjoint du défunt [6].

Le conjoint survivant bénéficie de droits considérables à la suite du décès de son conjoint en raison de la dissolution de son mariage. Le conjoint survivant a droit à la protection de la résidence familiale, au partage du patrimoine familial, au partage de son régime matrimonial et, à certaines conditions, à une prestation compensatoire et à l'attribution de biens, qu'il soit ou non héritier ou légataire [6].

Les droits du conjoint survivant à la suite du décès ne se limitent pas à ces droits résultant de la dissolution du mariage. Outre ceux-ci, le conjoint survivant a généralement d'autres droits qui dépendent précisément du décès. Autrement dit, de l'ouverture de la succession.

S'agissant de deux dernières préoccupations, il faut noter que les dispositions du Code de la famille ne sont pas correctement appliquées sur terrain par manque de connaissance de la loi et de sa vulgarisation d'une part et l'emprise de la coutume dans l'ethos de famille congolaise d'autre part.

La loi n'est véritablement utile que lorsqu'elle est connue. Et pour être connue, elle doit être vulgarisée pour armer les ayants-cause contre les agressions de tout genre portant atteinte à leurs droits successoraux.

L'ignorance non seulement de nos droits et obligations en matière successorale et régime matrimonial, mais aussi de la loi d'une façon générale, n'est-elle pas à l'origine de certains fléaux dont souffre notre société ?

Au demeurant, toutes ces difficultés, considérées face à l'intérêt du conjoint survivant, font que la vulgarisation de la loi sur les successions apparaît aujourd'hui comme une voie obligée, pour peu que l'on veuille aux droits de cet héritier, pour que le patrimoine successoral ne l'échappe pas en priorité.

Le présent travail ne revêt-il pas un intérêt considérable dans le monde scientifique mieux juridique de notre pays ?

1.3 INTERET DU SUJET

L'épineuse question de la succession ou encore de la protection du conjoint survivant est une affaire de tous d'autant plus que tous à un certain moment de la vie nous sommes confrontés directement ou indirectement au problème de l'héritage, car personne n'ira toujours à l'enterrement des autres.

Le choix de ce sujet nous est venu du constant macabre de la réalité sociale qui ronge notre pays en matière successorale. Nous assistons à des scènes pitoyables après la mort de l'un des conjoints. Une famille équilibrée qui sombre suite au non-respect des règles successorales, un conjoint survivant qui se retrouve cabossé, traumatisé, triste parce qu'il n'a plus rien, sa belle-famille a tout pris par égoïsme ou encore par mauvaise foi.

La présente étude présente un intérêt à la fois d'ordre théorique que pratique.

Sur le plan théorique, ce travail nous permet de ressortir avec beaucoup d'acuité l'ensemble des droits que le législateur du code de la famille met à la disposition du conjoint survivant en vue de le protéger contre tout le danger des autres héritiers.

Sur le plan pratique, la présente étude constitue une véritable idoine réponse aux multiples difficultés que le conjoint survivant rencontre dans la pratique congolaise.

1.4 METHODES ET TECHNIQUES DE RECHERCHE

La méthode peut être définie comme un ensemble de principes qui guide les scientifiques pour élaborer de nouvelles théories et pour procéder à l'analyse critique des théories existantes [7]. La doctrine juridique quant-elle appréhende la méthode comme la manière dont les juristes organisent leur raisonnement pour parvenir à une solution juridique [8]. La méthode constitue un instrument juridique ou un moyen et pas une fin en soi. Elle est l'équipement élémentaire nécessaire aux diverses modalités du travail juridique [8].

En outre de la méthode, il sera fait mention de l'approche dans cette étude. Elle est élucidée comme une démarche intellectuelle, surtout une attitude comportant souplesse, prudence, et caractérisée par un état à la fois de grande vigilance et de grand respect pour l'objet étudié selon [8]. La référence [9] ajoute que l'approche n'est que la méthode et la technique en pointillé. Enfin, l'approche juridique est essentiellement exégétique et contentieuse [10].

Dans ce travail, nous allons recourir à la méthode juridique ou exégétique, qui consistera en une analyse des dispositions légales sur les dispositions protectrices du conjoint survivant en République Démocratique du Congo. La méthode historique aussi aura une part belle dans cette étude.

Ne dit-on pas que l'histoire est un point de passage obligé de tout effort de théorisation des questions juridiques [10]. La méthode sociologique sera aussi utilisée dans ce travail pour confronter la théorie et la pratique telle que vécue au pays.

En vue d'améliorer l'originalité du droit national et de mettre en lumière les points faibles de celui-ci, la méthode comparative fera partie intégrante des outils méthodologies de la présente recherche.

Enfin, nous allons recourir à la technique documentaire, qui nous permettra de consulter les ouvrages, documents, arrêts, jugements, notes de cours, ayant trait à l'objet de la présente étude.

1.5 DELIMITATION DU SUJET

Le travail scientifique exige la précision, c'est ainsi que nous délimitons notre sujet du point de vue de l'espace et du temps.

Dans l'espace: cette étude se limite qu'en droit congolais. Autrement dit, l'espace géographique de l'étude est la République Démocratique du Congo, cependant, chaque fois qu'il y aura nécessité et pour des raisons des perspectives, nous ne pourrions pas nous empêcher de faire allusions aux dispositions des autres tels que la France ou la Belgique.

Dans le temps: notre travail se décrypte de la période allant de 1987 à nos jours soit la date de la promulgation du Code de la famille jusqu'aujourd'hui en 2024.

2 APERCU DE LA SUCCESSION EN DROIT POSITIF CONGOLAIS

L'évolution du droit successoral en République Démocratique du Congo depuis des années à nos jours est d'une extrême complexité. La retracer dans sa diversité et ses multiples détours excéderait les limites d'un simple Précis, aussi se contentera-t-on d'en esquisser les grandes lignes. Ce raccourci aura pour objet de montrer quelle place la dévolution légale et le pouvoir de la volonté ont tour à tour occupé dans l'organisation du droit successoral.

La codification de 1804 joue, en matière successorale comme dans les autres domaines du droit civil, le rôle de premier plan [11]. C'est pourquoi, depuis 1987 la famille, en droit congolais, était soumise à une diversité des règles juridiques du fait de l'existence d'un droit écrit colonial d'une part et de la multiplicité des coutumes d'autre part. Chemin faisant, ces deux ordres juridiques préjudiciaient simultanément à coup sûr la cohésion, la paix et la justice familiales.

Le régime des successions n'en a pas moins souffert. Une harmonisation et une codification s'imposaient. Ainsi, la loi n°87/010 du 1^{er} août 1987 portant code de la famille fut mise sur pied. Elle entra en vigueur une année après sa promulgation. Cette loi véritable monument juridique complet, traite toutes les questions relatives aux droits de la personne et ses rapports de famille. Elle réserve une attention particulière à la question des successions. En fait, en ce domaine, elle s'est écartée quelque peu des coutumes pour faire droit à l'impératif du développement et de l'évolution.

Plus de 30 ans après et en dépit d'une large diffusion avec la modification intervenue en 2016, les pratiques locales et même les juges continuent à résister au changement opéré par le législateur [12].

Pour BOMPAKA NKEYI, succéder signifie remplacer une personne à la tête de ses biens [13]. Ce remplacement devrait être priorité réservée aux enfants du de cujus. Concernant le sort des héritiers dans nos coutumes KENGO WA DONDO affirme que celles-ci donnent des solutions diverses car en règle générale elles excluent de la succession le conjoint survivant et même parfois les enfants pour retenir divers parents dont notamment les oncles et les frères.

AMSATOU avec sa logique négro-africaine, les successions concernent surtout les fonctions. Selon lui, parler de succession aux biens lignagers, c'est penser plutôt à la succession aux fonctions exercées sur les biens. Par exemple, ce n'est pas la terre en tant que telle qui entre dans la succession, mais la fonction du gérant de la terre. La mort en Afrique n'entraîne pas cessation de la personnalité et porte rupture avec le de cujus, bien au contraire le successeur est présenté comme étant désormais le « *de cujus vivant* », mieux le remplaçant-incarnation du de cujus dont il portera le nom et certains signes symboliques. La force vitale se transmet ainsi entre les vivants et les morts [12].

Ce présent point consacré aux notions théoriques se propose de répondre avec détails nécessaires, à quelques questions notamment sur les notions de la succession, la dévolution successorale, la liquidation de la succession et le partage de la succession entre les héritiers, qui doit partager et comment doit-il procéder enfin à quel tribunal doit-on s'adresser en cas de contestation.

2.1 NOTIONS SUR LA SUCCESSION

Cette première section est articulée autour de deux paragraphes essentiels. De la notion de la succession (§.1) et les différentes sortes de succession et son cas d'ouverture en droit positif congolais (§.2).

2.1.1 NOTION DE LA SUCCESSION

Succéder signifie remplacer une personne à la tête de ses biens comme expliciter ci-haut. On peut la remplacer à la tête de tous ses biens (succession à titre universel) ou seulement de certains d'entre eux (succession à titre particulier). Ainsi, la succession c'est, entendons-nous, le remplacement à titre universel ou particulier pour cause de mort. Les biens se transmettent pour cause de mort soit en vertu de la loi (c'est la succession *ab intestat*), soit par testament (c'est la succession testamentaire).

Le code de la famille ne dit pas ce que l'on entend précisément par succession mais ce terme revêt deux acceptions qu'il tire du langage juridique. Dans un premier sens, par succession, on entend le mode de transmission pour cause de mort, du patrimoine du de cujus à un ou plusieurs patrimoines des survivants. Il s'agit d'une définition liée à la conception traditionnelle qui désigne la transmission des biens d'une personne du fait de sa mort.

Le terme succession possède un deuxième sens. Il désigne aussi l'objet de la transmission, l'héritage ou le patrimoine transmis qui comprend tous les droits que le défunt exerçait de son vivant, à l'exception de ceux qui, par leur nature ou en vertu d'une disposition de la loi, sont tellement inhérents à la personne et échappent à toute transmission¹⁹. De manière simple on entend [1]. Selon la référence [1] par succession tout court, le remplacement à titre universel pour cause de mort²⁰

Le patrimoine du défunt comprend non seulement tous ses biens mais aussi ses dettes. En d'autres termes, la succession comprend les biens et les dettes du défunt au moment du décès. Ce sont tout d'abord les biens immobiliers et tous les biens immobiliers que le défunt possédait au moment du décès. La succession comprend encore toutes les donations que le défunt a faites de son vivant.

2.1.1.1 SORTES ET OUVERTURE DE LA SUCCESSION

Comme l'intitulé l'indique, nous traitons des différentes sortes de succession d'une part et les cas d'ouverture de la succession d'autre part.

2.1.1.1.1 SORTES DE LA SUCCESSION

Succéder en droit civil, signifie remplacer quelqu'un à la tête de ses biens. Ce remplacement peut concerner l'ensemble de biens du de cujus, une partie de ses biens ou encore un bien déterminé.

L'article 777 du code de la famille dispose que « *le legs universel ou à titre universel est la disposition par laquelle le testateur appelle une ou plusieurs personnes à recueillir en propriété, l'intégralité ou une quote-part des biens de la succession, soit mathématique, soit mobilière, soit immobilière. Toute autre disposition constitue des legs particuliers. Tout legs universel ou particulier doit être individualisé au profit de qui ou de quelle institution il est institué, sauf lorsqu'il s'agit de legs aux pauvres. En ce cas, il est censé devoir profiter aux pauvres de la collectivité où le de cujus avait, au moment de son décès, son domicile ou sa résidence principale. L'administration de la collectivité représentera dans la liquidation et le partage de l'héritage les bénéficiaires du legs* » [13].

Il ressort de cet article que quand il s'agit de tous les biens du de cujus, la succession est dite universel et quand il s'agit d'une partie de ses biens, la succession est dite à titre particulier. Quand on parle des successions tout court, on entend par là le remplacement à titre universel pour cause de mort.

Aux termes de l'article 757 du même code que la succession peut être ab intestat ou testamentaire, en tout ou en partie et que les biens dont le de cujus n'a pas disposé par le testament sont dévolus à ses héritiers ab intestat [14].

2.1.1.1.2 CAS D'OUVERTURE DE LA SUCCESSION

La succession s'ouvre au lieu où le défunt avait, lors de son décès, son domicile ou sa principale résidence²². Le concept « ouverture d'une succession » évoque l'idée du début des opérations de liquidation de cette succession. Aux pieds des articles 755 et 756 du code de la famille, l'ouverture de la succession est le fait qui réalise la transmission du patrimoine du défunt à ses héritiers, et la mort qui peut être naturelle, accidentelle ou par exécution d'une décision judiciaire, reste la seule cause de cette ouverture. C'est ainsi que l'absence et la disparation sont considérées comme causes pathologiques de l'ouverture de la succession.

Force est de signaler qu'en RDC, la succession est ouverte au domicile du de cujus ou à sa principale résidence et ce, lors de son décès. Il nous revient aussi de préciser que le lieu de l'ouverture de la succession revêt une importance toute particulière dès lors que ce lieu permet de déterminer la compétence du tribunal qui tranchera tous les litiges soulevés par la succession.

La précision du moment de l'ouverture de la succession est aussi importante car, aussi longtemps que la succession ne sera pas ouverte, il n'y aura pas de droit successoral. C'est au moment de l'ouverture de la succession qu'il faut se placer pour déterminer quelles personnes sont habilitées à recueillir la succession [11].

2.2 DEVOLUTION DE LA SUCCESSION

La dévolution successorale est l'ensemble des règles qui déterminent les personnes appelées à la succession, elle fait allusion aux modes de transmission de la succession. Ici il faudra déterminer le recueillant de la succession. Autrement dit, la dévolution successorale est le passage tout simplement d'un droit héréditaire conformément à la loi, succession ab intestat, ou selon la volonté du de cujus, succession testamentaire. Lorsqu'une personne décède, son patrimoine n'est pas détruit mais se transmet, le législateur désigne les personnes, proches parents, conjoint qui est en principe appelés à recueillir la succession [15].

2.2.1 SUCCESSION LEGALE OU AB INTESTAT

La succession légale est celle dans laquelle la loi désigne elle-même les personnes appelées à recueillir les biens du défunt [13].

Lorsqu'on meurt ab intestat c'est-à-dire, on décède sans laisser le testament, les héritiers sont ceux prévus limitativement par la loi, même contre le gré du défunt. On les appelle les héritiers ab intestat. En pareille situation, ses biens seront attribués selon l'ordre établi par la loi au profit des ayants droits qui sont les héritiers.

Quant aux enfants non conçus au jour de l'acte de donation ou au décès du testateur, ils ne peuvent recevoir aucune libéralité, sous réserve de la succession ab intestat est la transmission du patrimoine du défunt à ses successibles désignés par la loi, à défaut de règlement de la dévolution de son patrimoine par le défunt lui-même au moyen du testament ou de l'institution contractuelle dans le cas où elle est permise. Même lorsque le défunt a laissé un testament, les règles de la succession ab intestat s'applique à une fraction de son patrimoine, la « réserve » lorsque existent des parents proches (descendants ou ascendants). Cette succession toujours universelle et les personnes y appelées sont des héritiers.

2.2.1.1 CONDITIONS REQUISES POUR LA VOCATION SUCCESSORALE

En analysant certaines dispositions du code de la famille nous distinguons trois conditions:

- L'existence;
- La non-indignité, et
- L'appartenance à la famille du de cujus.

2.2.1.1.1 DE L'EXISTENCE

Elle est la première condition pour prétendre à une vocation successorale. Pour succéder, il faut nécessairement exister à l'instant de l'ouverture de la succession, c'est-à-dire au moment du décès du de cujus. L'existence dont il est question ici, est celle juridique, qui débute sa course dès la conception de l'enfant toutes les fois qu'il s'agira de protéger ses intérêts à condition qu'il naisse vivant et viable, c'est ce que l'adage latin exprime. Par conséquent, d'après la loi, sont incapables de succéder ceux qui n'ont pas été conçus à l'ouverture de la succession et les personnes déjà décédées. A cette catégorie on ajoute les absents et les disparus dispositions relatives à l'institution contractuelle²⁵ et à la substitution fidéicommissaire²⁶.

La vocation successorale remonte donc à la conception, grâce à quoi l'enfant posthume hérite de son père mais encore faut-il établir l'antériorité de la conception de l'enfant sur le décès du de cujus. En ce qui concerne les personnes déjà mortes avant le de cujus, elles ne figurent pas parmi les successeurs.

La mort est définie comme la manifestation de l'arrêt définitif du cœur ou de la respiration, la fin du fonctionnement simultanée des différents organes nécessaires à la vie, ou l'abolition totale et irréversible des fonctions cérébrales [16]. Et puisse qu'il en est ainsi, la mort peut être naturelle ou accidentelle, et de fois par exécution d'une décision judiciaire.

C'est aussi les cas de l'absence et la disparition prévues respectivement aux articles 173 et 174 du code de la famille. Une personne en état d'absence déclarée ou même présumée par un jugement au moment où la succession s'ouvre à son profit n'est pas appelée à la recueillir [17]. Toutefois, si les héritiers sont mort avant le de cujus et qu'ils ont laissé les descendants ou ascendants selon le cas, ils sont représentés par ces derniers à la succession. De même en cas d'absence, l'article 202 susmentionné renchérit qu'en cas d'absence, la succession est dévolue exclusivement à ceux qui l'auraient recueillie au défaut de l'absent sous réserve de dresser inventaire et de donner caution ou cautionnement préalable. L'article 208 quant à lui exclut la représentation en cas de disparition.

L'institution contractuelle ou donation de biens à venir, est un contrat par lequel une personne dispose à titre gratuit, de tout ou partie des biens qui composeront sa succession.

Est une double libéralité, le disposant gratifie une première personne à charge pour celle-ci, de transmettre les biens après sa mort à une seconde.

2.2.1.1.2 DE LA NON-INDIGNITÉ

Aux termes de l'article 765 du code de la famille, est indigne de succéder et comme tel exclu de l'héritage, l'héritier légal ou le légataire, jugé comme tel au regard de la loi, par rapport à son comportement vis-à-vis du de cujus, de son vivant.

L'exclusion pour cause d'indignité successorale ne doit pas être confondue avec l'exhérédation qui est une clause par laquelle le testateur, dans son testament, prive de façon expresse certains de ses héritiers, ou l'un d'eux de leurs droits dans l'héritage. Dans ces conditions, la succession est réglée comme si l'héritier ou les héritiers exclus étaient décédés avant le testateur sans laisser des descendants. L'indignité successorale, quant à elle, peut être entendue comme une déchéance qui frappe un héritier coupable d'une faute prévue par la loi. Elle entraîne donc, sur demande du ministère public ou de toute personne intéressée, l'exclusion, de la succession ab intestat, de celui qui s'est montré indigne. L'exclusion pour cause d'indignité n'opère donc que dans la succession ab intestat puisqu'elle n'est pas l'oeuvre du testateur comme cela est cas pour l'exhérédation. La loi définit limitativement les différentes causes qui rendent l'héritier indigne de succéder. Il s'agit:

- de la condamnation pour avoir causé intentionnellement la mort ou voulu attenter à la vie du de cujus;
- de la condamnation pour dénonciation calomnieuse ou faux témoignage, lorsque cette dénonciation ou ce faux témoignage aurait pu entraîner à l'encontre du de cujus, une condamnation à une peine de cinq ans de servitude pénale au moins;
- de la rupture volontaire, par l'héritier du vivant de cujus, des relations parentales avec ses derniers; cette situation devant être prouvée devant le tribunal de paix, le conseil de famille entendu;
- de la négligence délibérée d'apporter des soins au de cujus lors de sa dernière maladie, alors qu'il y était tenu conformément à la loi ou à la coutume;
- du fait d'abuser de l'incapacité physique ou mentale du de cujus et de s'emparer dans le trois mois qui ont précédé son décès, de tout ou partie de l'héritage;
- du fait de détruire intentionnellement et de faire disparaître ou enterrer le dernier testament du de cujus sans l'assentiment de celui-ci ou qui s'est prévalu, en connaissance de cause, d'un faux testament ou d'un testament devenu sans valeur [18].

Ces causes se justifient d'une part, par des raisons de moralité, puisqu'il ne convient qu'un héritier auteur des faits graves ou préjudiciables au de cujus, de son vivant, jouisse de son héritage; et, d'autre part, par le souci de sécurité des personnes, en décourageant, par un effet dissuasif les successibles immoraux, cupides et peu scrupuleux, de hâter ou de provoquer la mort d'un parent pour hériter plus vite.

Comme nous l'avons relevé, toute personne intéressée voire le ministère public, peut saisir le tribunal de paix, seule juridiction compétente en la matière, à l'effet de faire constater et faire déclarer l'indignité de l'héritier concerné. Lorsque le tribunal déclare établie l'indignité dans le chef de l'héritier, elle produit pour effet l'exclusion de l'héritier de l'hérédité. De ce fait, l'indignité apparaît comme une sanction. Cette indignité devra être invoquée au moment de l'ouverture de la succession et lorsque le tribunal compétent en est saisi, aucun acte de partage ne peut être envisagé avant qu'il ne se prononce.

Faut-il savoir si l'indignité joue de plein droit. En effet, elle précise d'une part la situation juridique définit par la loi à la lumière de l'article susvisé et d'autre part la déchéance appréciée différemment demeure la sanction de cet état.

Nous pensons que les deux premières causes de l'indignité joue de plein droit tout simplement parce que la culpabilité du présumé indigne aura déjà été établie par un jugement et l'indignité sera vite constatée vu qu'elle est d'ordre public. Pour les autres causes, l'indignité devra être constatée par un jugement. Elle produit pour effets, l'exclusion de l'indigne de l'hérédité dès lors que le tribunal déclare l'indignité établie dans le chef d'un héritier.

2.2.1.1.3 DE L'APPARTENANCE À LA FAMILLE DU DECUJUS

L'article 695 du code de la famille nous renseigne que la paternité résulte de la filiation d'origine, de la paternité juridique mais aussi de la filiation adoptive.

Cette obligation revient à affirmer qu'il faut avoir un lien de sang avec le de cujus. Cependant, la loi a mis deux tempéraments: l'enfant adopté et le conjoint survivant viennent à la succession. Nonobstant le degré d'amitié avec le de cujus, un ami ne deviendra jamais héritier.

2.2.1.2 LE CARREFOUR DES HÉRITIERS

Le sacro-saint [6] du code de la famille prévoit les différentes catégories des héritiers dans une succession ab intestat tout en établissant un classement entre elles suivant un ordre important.

2.2.1.2.1 LA PREMIÈRE CATÉGORIE

Au coeur de l'article 758 du code de la famille, les enfants du défunt nés dans ou hors mariage mais; affiliés ainsi que les enfants adoptés forment la première catégorie des héritiers de la succession. Aux enfants nés dans le mariage il faut ajouter

ceux nés dans les 300 jours après la dissolution du mariage. L'exception est que les enfants non affiliés peuvent bénéficier de l'affiliation post mortem en s'affiliant même après la mort du de cujus et prendre part à la succession.

Les enfants qui bénéficient de la filiation issue de la paternité juridique sont exclus des héritiers de la première catégorie par [6].

Le législateur du code de la famille nous enseigne ex macina, à son article 678 que l'adoption consacre un double héritage au profit de l'adopté dès lors qu'elle ne sépare pas l'adopté et ses descendants de leur famille d'origine à laquelle ils restent attachés.

Certains auteurs ont donné quelques propositions pour tenter d'apporter une solution à cette situation qui permet à l'adopté de venir à la succession de son adoptant au même titre que les autres héritiers de la première catégorie.

La référence [16] pense qu'il est nécessaire de protéger l'enfant adoptif en se limitant d'une manière normale à lui offrir le cadre familial dont il a besoin pour favoriser son épanouissement intégral, grâce à l'encadrement et à l'assistance de l'adoptant qui est tenu de veiller à l'entretien, l'éducation et à l'instruction de l'adopté. Il poursuit en affirmant que l'adoption crée une inégalité entre les enfants adoptés et les autres de la première catégorie, mais aussi que cette dernière est organisée dans l'intérêt de l'enfant. Il estime enfin que l'enfant adoptif pourrait à la limite, et compte tenu du lieu juridique établi par l'effet de l'adoption, venir à la succession en tant qu'allié dans la quatrième catégorie des héritiers en ce sens qu'il ne puisse jouir du double droit successoral [16].

L'auteur [16] estime que la modification de la loi devrait intervenir dans le sens de la réduction de la part successorale de l'enfant adoptif.

Tout en critiquant la position de [16], certains auteurs estiment que sa position est partielle. Pour lui, attaquer le mal à la source serait thérapeutique. Sur ce, ils prônent entre autre la rupture des liens de l'adopté avec sa famille adoptive qui s'accomplira par l'assimilation absolue en sa compréhension à considérer les effets de la filiation dans les rapports patrimoniaux ou extrapatrimoniaux: obligation parentale, vocation successorale et alimentaire réciproque. Pour rendre efficace cette solution, ils proposent le changement des effets de l'adoption en RDC.

Nous proposons que le législateur opte pour les effets de l'adoption plénière comme en France ou en Belgique, qui prônent la rupture des liens avec sa famille d'origine, avec comme conséquence en matière successorale la rupture du lien de parenté entre l'adopté et sa famille d'origine.

2.2.1.2.2 LA DEUXIÈME CATÉGORIE

La deuxième catégorie qui nous concerne directement dans le cadre de ce travail, il faut noter que l'article 758 du code de la famille consacre trois groupes distincts qui constituent la deuxième catégorie de la succession ab intestat. Il s'agit du conjoint survivant, des père et mère du de cujus et de ses frères et sœurs.

▪ Le conjoint survivant

Le conjoint survivant constitue le premier groupe des héritiers de la deuxième catégorie, c'est l'époux ou l'épouse régulièrement uni (e) dans le mariage, non divorcé ni même séparé unilatéralement qui survit après le décès de son conjoint. L'article 379 nous enseigne que le mariage célébré en famille sort tous ses effets à la date de sa célébration, même en l'absence d'enregistrement.

Toutefois, le fait que le mariage soit célébré en famille et soit précédent à d'autres, s'il n'est pas enregistré ne fonde pas de droit, le conjoint survivant bénéficiaire de ce dernier a à se prévaloir comme héritier de deuxième catégorie.

Selon le cas, le nombre des conjoints survivants peut passer d'un à plusieurs selon qu'il s'agit du mariage polygénique conclu selon la coutume avant la premier Janvier 1951. A ce sujet, [16] nous enseigne une fois de plus que la polygynie est une forme de polygamie qui admet l'union d'un homme avec plusieurs femmes.

▪ Les père et mère du de cujus

Pour établir la filiation paternelle il faut soit la présomption légale en cas de mariage, soit par une déclaration ou par une action en recherche de paternité [19]. La filiation maternelle résulte du seul fait de la naissance. Elle s'établit soit par l'acte de naissance, soit par une déclaration lointaine de maternité soit par une action en recherche de maternité [20].

▪ Les frères et soeurs du de cujus

S'agissant des frères ou soeurs germains, consanguins ou utérins du défunts, la loi leur confère une vocation successorale en précisant qu'ils forment la deuxième catégorie des héritiers de la succession et constituent trois groupes distincts.

2.2.1.2.3 LA TROISIÈME CATÉGORIE

Les oncles et tantes paternels ou maternels constituent la troisième catégorie des héritiers de la succession. Ils ne se présentent à la succession que lorsque le de cujus ne laisse pas d'héritiers de la première et de la deuxième catégorie.

2.2.1.2.4 LA QUATRIÈME CATÉGORIE

A défaut d'héritiers de la troisième catégorie, tout autre parent ou allié viendra à la succession, pour autant que son lien de parenté ou d'alliance soit régulièrement constaté par le tribunal de paix qui pourra prendre telles mesures d'instructions qu'il estimera opportunes. Le partage s'opère entre ces héritiers par égales portions [21].

2.2.1.2.5 LA CINQUIÈME CATÉGORIE

En cas de défaut d'héritiers de ces quatre catégories, c'est-à-dire qu'en cas de déshérence, la succession est dévolue à l'Etat et ce, provisoirement. La déshérence est un aspect particulier d'un droit général, celui qu'a l'Etat sur les biens vacants et sans maître [22].

Le testateur dans son testament peut exhériter de façon expresse ses héritiers ab intestat ou l'un d'eux sans désigner de légataire universel. Dans pareil cas, la succession est réglée comme si l'héritier ou les héritiers étaient décédés avant le testateur.

L'Etat acquiert la succession, soit comme propriétaire des biens vacants c'est-à-dire sans propriétaire ou abandonnés, soit comme successeur substitué aux exhérités.

2.2.1.3 LA REPRÉSENTATION ET SES CONDITIONS

Selon le code de la famille, on peut venir à la succession soit de son propre chef soit par une représentation.

Selon PANIOL et RIPERT la représentation est une institution légale en vertu de laquelle certains successibles d'une même couche et un concours avec les successibles d'autres couches, exercent les droits qu'aurait eus dans la succession ouverte leur ascendant prédécédé, s'il avait survécu au de cujus.

Comme conditions:

- La représentation exige le prédécès du représenté ou sa déclaration d'absence;
- Il faut que le représenté ait été lui-même capable de succéder s'il avait vécu lui-même et qu'il n'ait pas renoncé à la succession;
- Il faut qu'il y ait absence d'indignité dans le chef du représenté. Cependant, l'enfant de l'indigne ne peut être exclu de la succession s'il y va à titre personnel;
- Pour représenter, le représentant lui-même doit avoir la capacité successorale et ne pas être indigne à succéder au défunt. Il devra tout au moins être conçu et naître vivant.

Sur toutes ses conditions réunies, le représentant succède lui-même, en son nom et pour son compte mais au degré du représenté avec les droits et obligations que le représenté aurait eu s'il avait survécu. En cas de représentation, le partage s'opère par souche et non par tête. En effet, s'il y a plusieurs représentés d'une personne, ils ne prennent à eux tous que la part qu'aurait eu le représenté s'il avait survécu. Entre eux, le partage se fait par tête. La représentation écarte la règle de l'égalité des droits successoraux résultant de l'équité de degré de parenté. Les représentants, même s'ils sont nombreux ne prennent qu'une seule part, celle du représenté alors que les héritiers préférables se partagent l'hérédité par tête.

2.3 LA SUCCESSION TESTAMENTAIRE

La succession testamentaire est celle par laquelle le défunt transmet ses biens. Autrement dit, le défunt décide, par testament, du sort de tout ou partie de ses biens au profit d'une ou plusieurs personnes qu'on appelle légataires.

La succession testamentaire est une des formes de transmission des biens pour cause de mort par la volonté de l'homme. Dans la transmission des biens pour cause de mort, la volonté de l'homme intervient dans quatre cas prévu à l'article 820 du code de la famille à savoir la transmission des biens pour cause de mort ou legs, le partage d'ascendants, la donation des biens à venir en faveur d'un époux ou d'un futur époux ou l'institution contractuelle, et la double donation ou substitution fidéicommissaire.

2.3.1 LE TESTAMENT

Aux termes de [23], alinéa premier du code de la famille, « *le testament est un acte personnel du de cujus par lequel il dispose, pour le temps où il ne sera plus, de son patrimoine, le repartit, détermine ses héritiers et fixe les dispositions tutélaires, funéraires ou de dernière volonté que la présente loi n'interdit pas et auxquelles des effets juridiques sont attachés* ».

Il résulte de cette définition que le testament est un acte juridique unilatéral et que le testateur est tenu, lorsqu'il exprime ses dernières volontés, de respecter les dispositions impératives de la loi.

2.3.2 CARACTÈRES FONDAMENTAUX DU TESTAMENT

Le testament comme acte unilatéral, futur, personnel et solennel est l'œuvre exclusive de la volonté du testateur. Il est un acte futur car il produit ses effets à la mort du disposant qui peut le révoquer en entier ou quelques-unes de ses dispositions antérieures sans causer préjudice à autrui.

Le testament ne crée aucune obligation ni aucun droit du vivant du testateur. Le testament est l'œuvre d'une volonté rigoureusement personnelle qui ne peut s'accomplir par mandataire. Son caractère solennel se manifeste en ce sens que la manifestation de volonté qui constitue le testament doit l'être dans les formes prescrites et déterminées par la loi. Guidé par [23] al.3, ces formes ont pour but de donner à la volonté du testateur toute la certitude possible. Le testament dans lequel le de cujus ne les aurait pas observées, serait nul.

Le testament ne règle pas exclusivement la transmission des biens, il a un contenu plus large que la transmission des biens. C'est ainsi qu'on peut y trouver à la fois les volontés patrimoniales et celles extrapatrimoniales. Le testament peut contenir des legs, des libéralités pour cause de mort, le choix d'un tuteur, la nomination d'un exécuteur testamentaire, le partage de la succession entre les enfants, la révocation des dispositions testamentaires antérieures, les dispositions relatives aux funérailles, voire même la reconnaissance des enfants nés hors mariage.

2.3.3 LES CONDITIONS QUE DOIT REMPLIR UN TESTAMENT

Tout testament doit remplir deux sortes de conditions à savoir les conditions de forme et les conditions de fond.

2.3.3.1 LES CONDITIONS DE FORME

Il ressort des prescrits de [23], alinéa deuxième du code la famille que le testament peut être fait sous forme authentique, olographe ou orale à l'article de la mort.

- **Le testament authentique**

Le testament authentique est celui établi par le testateur soit devant le notaire, soit devant l'officier de l'état civil, celui-ci garde dans ses archives un des deux originaux et inscrit en outre dans un registre spécial des testaments, la date à laquelle celui-ci a été établi ainsi que les noms et le domicile ou la résidence du de cujus. Ce registre peut être consulté après le décès du testateur par toute personne qui le demande et qui pourra prendre connaissance sur place de l'original. Le Droit français est plus pratique, en ce sens.

Le testament olographe qui ne respecte pas les conditions susvisées sera considéré comme un commencement de la preuve. Si le testament est authentifié par l'officier de l'état civil, une copie ou l'un de deux originaux doit être gardé dans les archives et inscrit dans le registre spécial des testaments. La date à laquelle ce testament a été établi, les noms ainsi que le domicile ou la résidence du de cujus doivent y figurer.

Le testament établi par le notaire devra respecter toutes les conditions de validité reconnues à tout acte authentique à savoir:

- La comparution personnelle devant l'officier qui instrumentalise;
- La présence de deux témoins qui doivent accompagner l'officier instrumentant. L'acte authentique devra les citer;
- L'acte authentique doit être nécessairement un écrit rédigé en Français ou en une des langues nationales et ce, en deux exemplaires au moins dont l'un doit rester chez l'officier instrumentant. Ce dernier fera foi en cas de doute, et;
- L'acte doit être signé par le comparant, l'officier instrumentant et les deux témoins. Il sera aussi daté.

▪ Le testament olographe

Les [24] et [25] du code la famille réglementent le testament olographe. Le testament olographe est un acte écrit en entier, daté et signé de la main du testateur.

Il s'agit d'un acte sous seing privé auquel la loi attache trois exigences particulières:

- être entièrement écrit de la main du testateur;
- être daté et signé par lui.

Toutefois, si le testateur ne sait ni lire ni écrire ou s'il est à l'impossibilité matérielle d'écrire, de signer à la main, la loi prévoit qu'il peut faire rédiger le testament par un tiers en procédant par une dictée. Un tel testament dicté ne sera valable que si l'officier de l'état civil du lieu de la rédaction de ce dernier le légalise en présence du testateur.

▪ Le testament oral

Une mort imminente est une mort non seulement certaine mais aussi proche; le temps restant étant laissé à l'appréciation du juge. Au cœur de la loi congolaise dans [26], alinéa 2, le testament oral est révoqué d'office si le testateur n'est pas décédé dans les trois mois du jour où il a été testé oralement. Au regard de [27], le testament oral est celui qui se fait verbalement par une personne sentant sa mort imminente et en présence d'au moins deux témoins majeurs.

Toutefois, en pareil cas, les pouvoirs du testateur sont très limités. Il ne peut que:

- formuler les prescriptions relatives aux funérailles;
- faire les legs particuliers dont la valeur ne dépasse pas 10.000 Zaïres pour chaque legs;
- prendre les dispositions tutélaires des enfants mineurs;
- assurer l'exercice du droit de reprise en cas de petits héritages;
- fixer les règles de partage différentes de celles du partage égal prescrites par la loi en cas de succession ab intestat entre héritiers de la première et de la deuxième catégorie.

Toute autre disposition prise dans un testament oral est nulle et les legs supérieurs à la valeur prescrite sont réduits à cette dernière précise l'alinéa troisième de [27] du code la famille.

Faisons remarquer que les sommes dont question dans la disposition ci-avant, comme dans beaucoup d'autres du code de la famille, sont dérisoires et inadaptées à ce jour. Nous préconisons toutefois, en pratique, que ceux qui sont confrontés à pareille difficulté se référant à la valeur intrinsèque de la somme lors de l'entrée en vigueur du code susvisé, c'est-à-dire en 1988.

2.3.3.2 LES CONDITIONS DE FOND

Le but classique du testament est d'assurer la dévolution des biens héréditaires en dehors des règles ordinaires de la succession légale.

Nous allons parler du contenu du testament et du rôle de l'exécuteur testamentaire dans ce point.

2.3.3.2.1 LE CONTENU DU TESTAMENT

Le testament peut contenir diverses dispositions qui sont laissées à l'imaginaire du testateur. Tout testament peut contenir:

▪ Le legs à titre universel et le legs particulier

Le legs à titre universel est la disposition testamentaire par laquelle le testateur désigne la ou les personnes qui, à recueillir en propriété, l'intégralité ou une quote-part des biens de la succession, soit mathématique, soit mobilière, soit immobilière.

Toute autre disposition constitue le legs particulier selon [28] du code de la famille. Tout legs universel ou particulier doit être individualisé au profit de qui ou de quelle institution il est institué, le bénéficiaire du legs doit nécessairement être identifié par son nom sauf lorsqu'il s'agit de legs aux pauvres.

Toute personne peut léguer tout bien lui appartenant. Autrement, serait nulle, toute disposition testamentaire par laquelle on transmet un bien n'appartenant pas au de cujus.

▪ **Les exhérédations**

Les exhérédations sont des dispositions négatives par lesquelles le de cujus exclut certaines personnes de sa succession. Il s'agit d'une clause par laquelle le testateur, dans son testament, prive de façon expresse certains de ses héritiers ou l'un d'entre eux, de leurs droits dans l'héritage [29].

La forme expresse est exigée pour parler de l'exhérédation dès lors que l'omission d'un héritier réservataire peut s'analyser en termes de révocation du testament encore que la survenance d'enfant devra faire disparaître l'unique motif qui avait déterminé le testateur à faire ses dispositions pour qu'elle entraîne la révocation.

▪ **Les dispositions extrapatrimoniales**

On peut avoir dans le testament des nombreuses dispositions qui n'ont rien à avoir avec les biens. C'est à ce titre que le testateur peut affilier un enfant par le testament. Il n'y a pas des limites légales dans le testament pour autant que les dispositions qui y trouvent ne soient pas interdites par la loi.

2.3.3.2.2 EXÉCUTEUR TESTAMENTAIRE

Par le truchement de [30] du Code de la famille, le testament peut contenir la désignation d'un exécuteur testamentaire qui est une personne chargée de veiller à la bonne exécution des dernières volontés du de cujus. Au point de vue juridique, l'exécuteur testamentaire est un mandataire lié par un contrat de représentation sui generis car ne répondant pas à toutes les conditions au contrat de mandat.

C'est à ce titre que l'exécuteur testamentaire entre en fonction seulement après la mort de son mandant, qu'il peut accepter ou refuser la.

Cette révocation se manifeste notamment dans le cas de la vente par le testateur de la chose léguée ou lorsqu'il y a destruction matérielle de la mission qui lui est confiée par le mandant et qu'il est toujours désigné intuitu personae. En droit de succession, l'exécuteur testamentaire est considéré comme le liquidateur de la succession. Toutes les règles relatives au liquidateur de la succession s'appliquent également à l'exécuteur testamentaire.

RÉVOCATION DU TESTAMENT

La révocation est l'anéantissement de toutes les dispositions du testament ou de quelques-unes d'entre elles par la volonté du testateur ou par le fait de la loi. Celui qui a fait un testament est libre de le révoquer. C'est le principe de la libre révocabilité du testament.

En effet, les dispositions testamentaires sont essentiellement révocables jusqu'au jour de la mort de leur auteur. Toute clause, toute promesse tendant à interdire au testateur la faculté de révoquer ses dispositions, ou même qui ne ferait que gêner cette liberté, serait nulle et considérée comme non écrite.

La révocation du testament peut se faire par le fait du testateur ou encore par le fait de la loi.

2.3.3.2.3 REVOCATION PAR LE FAIT DU TESTATEUR

Elle peut être expresse ou tacite. Elle est expresse quand le testateur déclare dans un acte postérieur ne pas persister dans sa volonté.

Au regard de [31] al 1 du Code de la famille la révocation est tacite lorsque le testateur fait des nouvelles dispositions incompatibles avec les premières, ou lorsqu'il intervient de sa part certains faits qui démontrent son intention de révoquer les dispositions antérieures. Il s'agit d'une révocation implicite.

Testament par le testateur lui-même. Certaines dispositions du testament ne peuvent s'interpréter comme une révocation que si les ratures sont paraphées. Cette destruction, ce biffage et cette surcharge avec paraphe du testament sont présumés, sauf preuve contraire, être l'œuvre du testateur.

Expresse ou tacite, la révocation exige chez le testateur la même capacité que pour disposer. Conformément à référence [32] du code de la famille, le testament destiné à révoquer un autre testament antérieur doit être fait selon les mêmes formes requises pour la validité des testaments dans les limites légales de son contenu.

La révocation expresse doit être écrite dans la même forme que le testament. La preuve verbale n'est pas permise. Toutefois, les héritiers peuvent être admis à prouver par témoins les faits du dol ou de la violence qui auraient été employés pour empêcher un testateur de révoquer son testament. Suivant une opinion, cette preuve faite entraînerait la révocation du testament.

2.3.3.2.4 REVOCATION PAR LE FAIT DE LA LOI

Tout testament peut être révoqué en tout ou en partie par le testateur selon les mêmes formes requises pour la validité des testaments dans les limites légales de son contenu [32]. Le testament oral est révoqué d'office si le testateur n'est pas décédé dans les trois mois du jour où il a testé oralement.

A la lumière de [33], alinéa 1 du code de la famille, un testament peut être révoquée par décision de justice et après seulement la mort du testateur, pour le seul fait du légataire qui n'exécute pas ses charges ou se rend coupable d'ingratitude. A cela s'ajoute la survenance d'enfant.

3 DU SORT SUCCESSORAL DU CONJOINT SURVIVANT DANS UN MARIAGE NON ENREGISTRE EN DROIT CONGOLAIS.

Les auteurs du Code de la famille ont tout mis en œuvre pour assurer la protection du conjoint survivant. Le conjoint survivant est retenu comme héritier de la deuxième catégorie. Il est héritier réservataire.

Le siège de la matière s'avère être [6] du Code de la famille qui dispose en ces termes: *le conjoint survivant a l'usufruit de la maison habitée par les époux et des meubles meublants.*

Il a en outre droit à la moitié de l'usufruit des terres attenantes que l'occupant de la maison exploitait personnellement pour son propre compte ainsi que du fonds de commerce y afférent, l'autre moitié revenant aux héritiers de la première catégorie.

En cas de mise en location de la maison habitée par les époux, le fruit de celle-ci est partagé en deux parties égales entre le conjoint survivant et les héritiers de la première catégorie.

L'usufruit du conjoint survivant cesse par le convole de ce dernier ou sa méconduite dans la maison conjugale, s'il existe des héritiers de la première ou de la deuxième catégorie.

Ce qui nous permet dans le cadre du présent chapitre, de décrire tour à tour: la protection résultant de la volonté du défunt (**section 1**) d'une part et la dévolution légale (**section 2**) d'autre part.

3.1 PROTECTION RESULTANT DE LA VOLONTE DU DEFUNT

Le défunt peut, que ce soit à l'intérieur de son contrat de mariage ou de son testament, avoir avantagé son conjoint en cas de décès. Mentionnons que même si les protections en cas de décès stipulées dans le contrat de mariage dépendent de l'état d'époux des conjoints, elles ne sont exécutoires qu'en cas de décès et sont considérées comme des dispositions testamentaires dans le cadre de la liquidation de la succession. Les volontés exprimées par le défunt ont priorité sur les règles de dévolution prévues par le législateur qui ne s'appliquent que de façon supplétive. Lors de la liquidation de la succession d'une personne mariée, il est donc impératif de se référer d'abord au testament et au contrat de mariage.

De la donation pour cause de mort (§.1) et des legs (§.2) constituent les mécanismes de protection du conjoint survivant résultant de la volonté du défunt.

3.1.1 DONATION POUR CAUSE DE MORT: INSTITUTION CONTRACTUELLE

Le conjoint survivant, homme ou femme, peut également être avantagé aux termes d'une ou de plusieurs donations à cause de mort, lesquelles ne peuvent être stipulées qu'à l'intérieur d'un contrat de mariage. L'article 884 du Code de la famille

en parle de la manière suivante: *pendant le mariage, il est permis aux époux de se faire toute espèce de donation. Les donations entre époux sont régies par les dispositions du chapitre IV qui se rapporte aux institutions contractuelles.*

Toute personne ne peut disposer, à titre gratuit, de tout ou partie des biens qui auront composé sa succession, qu'au profit d'un futur époux ou d'un époux et au profit des enfants à naître de leur mariage dans le cas où le donateur survit à l'époux donataire. Le donateur s'appelle l'instituant et le donataire l'institué³⁸.

La donation à cause de mort est subordonnée au décès du donateur. Si c'est le donataire qui décède, la donation à cause de mort est caduque³⁹, puisque le donataire n'a pas survécu au donateur et que seules peuvent succéder les personnes qui existent lors de l'ouverture de la succession. Par contre, si c'est le donateur qui décède, le conjoint survivant peut demander l'exécution de la donation à la succession.

L'institution contractuelle est un acte hybride. L'institué trouve son titre dans une donation entre vifs, mais il n'acquiert sur les biens qu'on lui donne qu'un droit de succession⁴⁰.

Comme le legs, la donation à cause de mort peut porter sur des biens meubles ou immeubles et peut être à titre particulier, à titre universel ou universelle. D'ailleurs, bien que la donation à cause de mort soit de nature contractuelle, elle est assimilée à une disposition testamentaire dans le cadre de la liquidation de la succession.

Le conjoint survivant jouit, quant à la donation, des mêmes prérogatives et restrictions qu'un légataire. L'objet de la donation lui est versé de la même façon et dans les mêmes délais qu'un legs, et le conjoint survivant a le choix de l'accepter ou d'y renoncer. S'il l'accepte, l'objet de la donation est soustrait de la masse successorale alors que s'il y renonce, l'objet de la donation demeure dans le patrimoine du défunt et accroît aux héritiers et aux légataires.

Pour pouvoir être exécutée, la donation ne doit toutefois pas avoir été révoquée. En effet, [34] du Code de la famille dispose *l'institution contractuelle est révocable pour cause d'inexécution des charges imposées à l'institué ou pour cause d'ingratitude. En d'autres termes, la donation à cause de mort est révocable à moins d'indication contraire.*

Par ailleurs, même si des donations ont été stipulées irrévocables, il demeure possible qu'elles soient révoquées ou modifiées avec le consentement de tous les intéressés. Il importe donc de vérifier à l'intérieur du testament du défunt ou d'un contrat de mariage postérieur, si les donations à cause de mort stipulées dans le contrat de mariage initial sont toujours valables.

Toute institution contractuelle doit, à peine de nullité, être stipulée par acte authentique établi soit par un notaire soit par un officier de l'état civil. L'institution contractuelle est portée à la connaissance de l'officier de l'état civil, soit au moment de l'enregistrement du mariage, soit au moment de sa célébration, soit dans l'acte de mariage. Elle n'est opposable aux tiers que lorsque l'officier de l'état civil en porte mention dans l'acte de mariage. Dans les cas visés aux alinéas précédents, l'officier de l'état civil en portera la mention de la donation dans l'acte constatant le régime matrimonial des époux⁴¹.

3.1.2 PROTECTION DU CONJOINT SURVIVANT PAR LE LEGS

Le conjoint survivant peut aussi bénéficier de droits successoraux à titre de légataire en vertu du testament du défunt.

En effet, le Code de la famille reconnaît à toute personne capable le droit de disposer de ses biens à son décès comme elle l'entend. Cette liberté de tester permet au testateur de choisir s'il souhaite avantager son conjoint ou si, au contraire, il ne veut rien lui léguer. Rien dans les dispositions législatives actuelles ne l'oblige à réserver une portion de la succession à son conjoint. En effet, nous verrons qu'en matière successorale, seules les règles de la survie de l'obligation alimentaire permettent au conjoint survivant de réclamer une contribution financière à la succession, et ce, à la condition de prouver ses besoins. Si le testateur choisit d'avantager son conjoint, il peut le faire au moyen de legs à titre particulier, à titre universel ou universel [28].

Le code de la famille ne s'occupe pas longuement des legs. Néanmoins conformément à [35] du même code nul n'est tenu d'accepter la succession ou le legs auquel il est appelé, le légataire a un droit d'option. Il peut soit répudier soit accepter le legs.

Le décès du testateur ne suffit pas à donner au légataire les droits que le testament lui destine. Le décès n'ouvre qu'un droit successoral, un droit à la succession. Ce droit consiste à pouvoir opter entre l'acceptation et la renonciation. Ce n'est qu'en acceptant qu'on devient légataire; l'option doit être ferme, totale et irrévocable.

Comme l'héritier légal, le légataire peut accepter expressément ou tacitement.

3.2 DÉVOLUTION LÉGALE

Lorsque le défunt n'a pas réglé la dévolution de ses biens à l'intérieur d'un testament ou d'un contrat de mariage, la succession est dévolue selon les prescriptions de la loi, mieux du Code de la famille. Une succession peut également être en partie testamentaire et en partie légale.

Rappelons que le Code de la famille prévoit cinq ordres de dévolution de la succession et que, peu importe qui sont les proches du défunt, le conjoint survivant à moins qu'il ne soit indigne de succéder ou qu'il ne renonce recueille toujours une portion de la masse successorale en vertu des règles de dévolution légale.

Ainsi, dans cette section nous analysons les droits spéciaux du conjoint survivant (§.1) d'une part et les perspectives d'avenir en vue de renforcer la protection du conjoint survivant en droit positif congolais (§.2) d'autre part.

3.2.1 DROITS SPÉCIAUX DU CONJOINT SURVIVANT

Retenu comme héritier de la deuxième catégorie, le conjoint survivant est aussi un héritier réservataire⁴³. La réserve est un instrument de protection familiale. Elle est organisée pour empêcher une partie du patrimoine de sortir de la famille du défunt en limitant la liberté pour celui-ci de gratifier des étrangers à la famille; elle est un instrument d'égalité entre les héritiers; enfin elle limite aussi le droit de disposer à titre gratuit à l'intérieur de la famille. Elle évite que certains héritiers soient favorisés au détriment des autres [36] cite par [13]

Le conjoint survivant bénéficie en vertu de [6] du Code de la famille:

- De l'usufruit de la maison habitée par les époux et des meubles meublants;
- De l'usufruit des terres attenantes que l'occupant de la maison exploitait personnellement pour son propre compte ainsi que du fonds de commerce y afférent; et,
- Le fruit de la location de la maison habitée par les époux.

Analysons dès à présent les différents droits spéciaux accordés au conjoint survivant. Le rédacteur du Code de la famille qui organise la matière n'en donne pas une définition. Il s'est limité à l'énoncer dans la loi. Techniquement, la réserve s'analyse comme une fraction de la succession dont une personne ne peut disposer à titre gratuit au détriment de certains héritiers, appelés réservataires.

3.2.1.1 PROTECTION DE LA RÉSIDENCE FAMILIALE

Depuis le 1^{er} Août 1987 le législateur congolais protège la résidence familiale ainsi que les meubles qui servent à l'usage du ménage, indépendamment de tout droit de propriété des conjoints, que celui-ci résulte ou non du régime matrimonial. Cette protection dont bénéficie tout conjoint survivant est directement liée à l'environnement physique de la famille.

Soulignons que les dispositions du Code de la famille qui protègent la résidence familiale et les meubles qui servent à l'usage du ménage, de même que celles qui traitent des règles d'attribution y afférant, font partie des effets du mariage et sont d'ordre public. Elles sont susceptibles de s'appliquer quel que soit le régime matrimonial des conjoints⁴⁶ et sans égard à ce que ceux-ci ont pu prévoir à l'intérieur de leur contrat de mariage. Le conjoint survivant n'a pas à être héritier pour jouir de la protection offerte par ces dispositions législatives.

Dans ce même ordre d'idées, Brière soutient, d'ailleurs, que même le testament du défunt propriétaire de ces biens ne peut faire échec à ces dispositions législatives en raison du caractère d'ordre public [37].

LES MEUBLES

Peu importe qui en est le propriétaire, le législateur accorde une protection aux meubles qui servent à l'usage du ménage et qui font partie de la résidence familiale.

Date du 1^{er} Août 1987 marquant la promulgation du Code de la famille par le Président de la République du Zaïre, le Maréchal MOBUTU SESE SEKO KUKU NGBENDU WA ZA BANGA.

En vertu de [38] du Code de la famille, il est organisé trois régimes entre lesquels les futurs époux ou les époux optent. Il s'agit: du régime de la séparation des biens, de la communauté réduite aux acquêts et de la communauté universelle.

Il s'agit des meubles qui sont destinés à garnir ou à orner la résidence familiale. Ne sont donc protégés que les meubles de la résidence familiale, et non ceux d'une résidence secondaire. Les œuvres d'art et les tableaux sont inclus dans les ornements, mais pas les collections.

Toutefois, même si le conjoint propriétaire peut léguer les meubles protégés, la protection accordée aux meubles qui servent à l'usage du ménage ne devrait cesser, logiquement, que lorsque l'ensemble de la succession est liquidé. En effet, malgré le décès d'un conjoint, les meubles demeurent « à l'usage de la famille », c'est-à-dire à l'usage du conjoint survivant et des enfants du défunt, comme les biens demeurent « à l'usage de la famille » lors de procédures de divorce ou de séparation.

En conséquence, jusqu'à ce que la liquidation de la succession soit achevée, les meubles devraient demeurer protégés. Le consentement du conjoint survivant devrait donc être obtenu pour aliéner, hypothéquer ou transporter hors de la résidence familiale les meubles protégés. À défaut d'obtenir le consentement du conjoint survivant, ce dernier devrait pouvoir demander la nullité de l'acte accompli sans son consentement par le liquidateur de la succession, de la même façon qu'il aurait pu le faire si son conjoint avait agi de la sorte de son vivant.

LE LOGEMENT

Le législateur protège également la résidence familiale, indépendamment de sa qualification de bien propre, de bien commun ou d'acquêt, en vertu du régime matrimonial.

La résidence familiale est, normalement, celle que les conjoints choisissent de concert. Toutefois, en l'absence de choix exprès, la résidence familiale est présumée être celle où les membres de la famille habitent lorsqu'ils exercent leurs principales activités. Rappelons que la résidence peut être qualifiée de « *familiale* » et être protégée même en l'absence d'enfant. La qualification de la résidence familiale n'est pas sans conséquence puisqu'en vertu des règles prévues par le *Code de la famille*, seule la maison habitée par les époux ou résidence familiale et les meubles qui servent à l'usage du ménage, qui garnissent ou qui ornent cette résidence familiale, sont protégés.

3.2.1.2 L'USUFRUIT ET DU FRUIT SUR LA LOCATION DE LA RESIDENCE FAMILIALE DU CONJOINT SURVIVANT

Le Code Napoléon en [39] l'usufruit comme le droit de jouir des choses dont un autre à la propriété, comme le propriétaire lui-même, mais à la charge d'en conserver la substance [40].

Cette définition met en exergue l'idée selon laquelle l'usufruit est un démembrement de la propriété. Et comme tel il n'apporte aucune atteinte à la nature réelle de la propriété. L'usufruit en dépouillant le propriétaire de ses deux attributs (usus et fructus) lui laisse un nouveau droit réel désigné sous le nom de nue-propriété [40].

En réalité l'usufruit est un droit réel, au maximum viager, conférant à son titulaire l'usage et la jouissance d'une chose qui appartient à autrui, ou d'un droit dont une autre personne est titulaire, il est susceptible de possession [40].

L'usufruit peut être établie par la loi, la volonté de l'homme ou encore par une prescription acquisitive.

Dans le cas d'espèce s'agissant du conjoint survivant, il s'agit d'un usufruit établi par le législateur dans le code de la famille.

Le titulaire d'un droit réel sur la chose du propriétaire pourra avoir le droit de jouir et d'user de la chose, mais n'aura pas la facilité d'en altérer la substance, c'est-à-dire, de le détruire.

Le conjoint survivant doit jouir de la maison habitée par les époux, doit recueillir les fruits c'est-à-dire les fruits que la maison produit comme loyer de la location sans en altérer sa substance et qui reviennent périodiquement.

3.2.2 PROBLEMES ET PERSPECTIVES D'AVENIR DANS LA PROTECTION DU CONJOINT SURVIVANT DANS LA PRATIQUE

Relevons de manière laconique quelques résurgences de violations des droits du conjoint survivant dans notre société enfin de proposer des pistes de solution.

3.2.2.1 PROBLEMES LIES AU RESPECT DES DROITS DU CONJOINT SURVIVANT DANS LA PRATIQUE CONGOLAISE

L'auteur [13] explique cette difficulté dans la pratique par deux phrases célèbres: « *le code de la famille ne nous protège pas la nuit* »; « *le droit coutumier n'a pas encore dit son dernier mot* ».

Certes, le vœu du législateur était de protéger le conjoint survivant. Mais, sur terrain, les droits du conjoint survivant sont contestés par les membres de la famille du défunt.

Ceux-ci continuent à considérer le conjoint survivant comme étranger à la famille. Ils confisquent tout, au mépris de la loi et marchent même sur les testaments.

Ils justifient pareilles attitudes par le fait que dans la plupart des coutumes congolaises, les oncles et les tantes jouent un grand rôle dans l'éducation, le mariage, l'épanouissement, bref dans la vie de leurs neveux et nièces. Fort de cela, ils se considèrent comme ayant droit à la succession de leurs neveux et nièces prédécédés.

Un autre frein et non le moindre est que dans la pratique, en dépit de leur existence, il se dégage que les règles en matière des successions voire même tout le code de la famille, sont essentiellement mal connues ou même inconnues du conjoint survivant, membres de la famille, le commun de mortel et même les hommes de l'art (praticiens du droit); ce qui fait que leur compréhension et même leur application et revendication sont incertaines

Par exemple, du fait de l'ignorance généralisée de la loi, on pense que l'épouse jouit de plus d'avantages que l'époux en matière des successions; alors que les avantages qui sont reconnus à l'épouse sont ceux du conjoint survivant, qui peut être l'épouse ou l'époux qui survit au décès de son conjoint.

L'emprisonnement du conjoint survivant dans le carcan de la tradition ancestrale ou coutumière qui les maintient dans la croyance erronée que les membres de la famille du défunt sont privilégiés pour recueillir les biens de leur frère ou sœur.

Aussi, la crainte de la sorcellerie dont le conjoint survivant peut être victime de la part des membres de la famille, qui disent souvent: « *comme vous voulez avoir l'héritage, prenez et nous rentrons au village* ». Entendant, cela, c'est la panique et par crainte d'être ensorcelé, le conjoint survivant laisse faire les autres membres, qui s'accaparent de tous les biens.

3.2.2.2 PERSPECTIVES D'AVENIR: RENFORCEMENT EN VUE D'UNE PROTECTION EFFICACE ET EFFICIENTE DU CONJOINT SURVIVANT

La succession implique des intérêts liés à l'ordre public, souvent troublé par la belligérance des héritiers ou des légataires autour de l'héritage convoité. Il sied donc que le Ministère public (Magistrat du Parquet) puisse chaque fois intervenir pour défendre les intérêts des uns et des autres comme le lui reconnaît la loi et non rester passif.

Que le juge qui devra connaître des actions en matière des successions puisse bien appliquer la loi et surtout qu'il n'oublie pas à la dissolution du mariage (par le divorce ou par décès d'un conjoint) de liquider le régime matrimonial choisi ou imposé aux époux afin de déterminer en cas du décès, la masse successorale.

Car, dans la pratique cela ne se fait pas et les membres de la famille du défunt pensent que tous les biens qui tombent sous leurs yeux envieux ont appartenu au de cujus et devront donc faire l'objet du partage, cela au mépris des règles des régimes matrimoniaux.

De quelle manière, il faut le faire ?

Si le régime matrimonial était un régime de séparation des biens: il n'y a pas de biens communs et donc il n'y aurait pas de communauté à partager, chaque époux a ses biens propres. La succession se composera donc uniquement du patrimoine propre du défunt (de cujus).

Si le régime matrimonial était un régime de communauté réduite aux acquêts: dans ce régime, il y a trois patrimoines répartis comme suit: les époux ont chacun un patrimoine propre, aussi ils ont ensemble ont un patrimoine commun. La succession se compose donc de la moitié du patrimoine commun et de la totalité du patrimoine propre du défunt (de cujus). Ainsi donc, au décès d'une personne le conjoint survivant reprendra ses biens propres et aussi l'autre moitié de la communauté (biens communs) en vertu de son régime matrimonial.

Que le Bureau administratif des successions puisse être installé et jouer effectivement son rôle afin d'aider les liquidateurs dans leurs fonctions.

Si le régime matrimonial était un régime de communauté universelle: ici, il y a prépondérance des biens communs et donc, au décès d'une personne, les biens communs (patrimoine commun) seront partagés par moitié et le conjoint survivant reprendra sa part.

Que le choix du liquidateur soit fait au respect de la loi et que ce dernier puisse être responsable dans sa tâche consistant à administrer la succession. A ce titre:

- il fixe d'une manière définitive ceux qui doivent venir à la succession;
- assure les propositions de partage en tenant compte des aptitudes de chaque héritier et veille à leur exécution conformément à l'accord ou une décision judiciaire intervenue;

- paie les dettes de la succession qui sont exigibles et les legs particuliers faits par le défunt;
- assure l'exécution du testament et rend le compte final de sa gestion aux héritiers ou au tribunal compétent, s'il s'agit d'un liquidateur judiciaire.

A ce stade, il s'avère qu'il y a trop de problèmes lors de la liquidation d'une importante succession. Ainsi, dans le doute ou les difficultés, il ne faut pas craindre de consulter un plus outillé que soi (avocat...) bien que son concours ne soit pas légalement obligatoire, il est qualifié pour (aider à) liquider une succession dès que les héritiers sont nombreux ou comprennent un mineur, ou un absent, ou que l'actif comprend un ou plusieurs immeubles, ou de nombreuses valeurs, ou que le défunt avait fait un ou plusieurs testaments, ou si les membres de la famille du défunt s'accaparent anarchiquement les biens.

Pour la petite histoire, autrefois, sous la colonisation, il a existé « *un bureau des successions* ».

Ce bureau avait joué, en son temps, un rôle très important par son action dans le règlement des problèmes relatifs aux successions.

Mais, après l'indépendance du Congo, ce bureau n'a pu survivre longtemps. Il a fallu attendre le code de la famille pour régler définitivement la question de la loi applicable aux problèmes relevant du domaine des successions et définir les attributions confiées, cette fois-ci, au « *Bureau administratif des successions* ».

En vertu de [41] du même code, il ressort qu'il est institué en milieu rural à l'échelon du territoire et en milieu urbain à l'échelon de la ville, un Bureau administratif des successions chargé d'aider les liquidateurs dans leurs fonctions.

Il sied donc que ce bureau soit opérationnel partout et que les héritiers, les liquidateurs ainsi que le magistrat du parquet puissent le saisir en cas de litige pour élaborer des projets de liquidation.

Au-delà de tout, il est constant qu'au décès d'une personne, plusieurs problèmes surgissent. Les enfants, les conjoints dans la plupart de cas, les autres membres de la famille ignorent leurs droits.

Le code de la famille promulgué en 1987 modifié en 2016 régit les régimes matrimoniaux, les successions et les libéralités. Mais ces dispositions ne sont pas appliquées sur terrain par manque de connaissance de la loi et de sa vulgarisation. Or, la loi n'est véritablement utile que lorsqu'elle est connue.

Et pour être connue, elle doit être vulgarisée pour armer les ayants-cause contre les agressions de tout genre portant atteinte à leurs droits successoraux. C'est le lieu de convenir avec une certaine opinion qui pense que l'adage: « *Nul n'est censé ignorer la loi* » n'a pas de sens, si l'on ne met pas celle-ci à la portée du grand public.

L'ignorance non seulement de nos droits et obligations en matière successorale et régime matrimonial, mais aussi de la loi d'une façon générale, n'est-elle pas à l'origine de certains fléaux dont souffre notre société ?

Au demeurant, toutes ces difficultés, considérées face à l'intérêt du conjoint survivant, font que la vulgarisation de la loi sur les successions apparaît aujourd'hui comme une voie obligée, pour peu que l'on veuille aux droits de cet héritier, pour que le patrimoine successoral ne l'échappe pas en priorité.

C'est donc une affaire de tous d'autant plus que tous à un certain moment de la vie nous sommes confrontés directement ou indirectement au problème de l'héritage, car personne n'ira toujours à l'enterrement des autres.

4 CONCLUSION

Au terme de ce travail, nous sommes arrivés à développer l'étude de la *Protection du conjoint survivant en droit congolais de la famille* dont nous présentons la synthèse dans les lignes qui suivent.

Notre travail a été analysé en deux points: le premier a expliqué l'aperçu de la succession en droit positif congolais et le second quant à lui a relevé sans ambages l'ensemble des droits successoraux du conjoint survivant et ses mécanismes de protection.

Trois questions essentielles ont guidé notre étude. Il s'agissait de savoir les mécanismes prévus par le législateur congolais pour protéger le conjoint survivant, si les dispositions relatives à cette protection sont-elles appliquées de manière efficace et efficiente dans la pratique congolaise et enfin quelles étaient les perspectives pour une meilleure protection du conjoint survivant en droit positif congolais.

Nous avons émis des hypothèses qui se sont avérées réelles dans le développement de notre travail. Pour atteindre nos objectifs et vérifier nos hypothèses, nous avons recouru à la méthode juridique, historique, comparative et sociologique. Les techniques documentaires ont été aussi utilisées.

En matière de succession, le législateur congolais du code de la famille a trouvé nécessaire de s'écarter quelque peu de la tradition mieux de la coutume.

On a assisté à des scènes scandaleuses et affligeantes dans les milieux ruraux comme urbains du pays où à la mort du chef du ménage ou d'un époux, le conjoint survivant et les enfants étaient jetés dans la rue, pendant que les membres de famille du défunt se partagent tranquillement la succession. Il devenait impérieux de mettre fin à pareille pratique par l'intervention d'une législation appropriée. En d'autres termes, le code de la famille a mis une rupture totale avec toutes nos coutumes en cette matière si importante dans l'épanouissement harmonieux de la société.

Ainsi, pour protéger le conjoint survivant de tous ces éventuels maux, le législateur du code de la famille l'a retenu comme héritier de la deuxième catégorie et réservataire.

Le même code de la famille lui accorde l'usufruit de la maison habitée par les époux, des meubles meublants, la moitié de l'usufruit des terres attenantes que l'occupant de la maison exploitait personnellement pour son propre compte ainsi que du fonds de commerce y afférent, l'autre moitié revenant aux héritiers de la première catégorie.

En cas de mise en location de la maison habitée par les époux, le fruit de celle-ci est partagé en deux parties égales entre le conjoint survivant et les héritiers de la première catégorie.

Le conjoint survivant est aussi protégé par les règles liées aux libéralités dont l'institution contractuelle d'une part et le legs d'autre part.

Malgré tous ces mécanismes de protection mis en œuvre au profit du conjoint survivant, la pratique nous démontre encore à ce stade que la protection du conjoint survivant est mitigée suite aux différents obstacles soulevés dans notre dernier paragraphe de la dernière section de notre dernier chapitre.

Pour pallier à cette situation dans la pratique, nous avons proposé plusieurs solutions en vue de rendre la protection du conjoint survivant plus efficace et efficiente en République Démocratique du Congo.

Un auteur de droit public a écrit « *le droit n'est pas seulement ce que disent les textes, mais surtout ce que font les acteurs* ». Et aujourd'hui dans le cadre de notre travail nous pouvons le paraphraser de la manière suivante: « *que la protection du conjoint survivant n'est pas seulement ce que prévoit le code de la famille dans ses dispositions, mais surtout ce que font les acteurs dans la pratique lorsqu'une situation de violation des droits spéciaux du conjoint survivant se présente* ».

REFERENCES

- [1] YAV KATSHUNG (J), « Les successions en Droit congolais. Cas des enfants héritiers », in *New voices publishing*, Cap town, 2008.
- [2] J. HUGOT et J-F PILLEBOUT, *Les nouveaux droits du conjoint*, Paris, Litec, 2002, p. 5-6.
- [3] GRIMALDI (M)., *Droit civil. Successions*, Paris, Litec, 5^{éd}, n°168, 1998; - HUGOT (J) et PILLEBOUT (J-F)., *Les nouveaux droits du conjoint*, Paris, Litec, 2002.
- [4] ALBARELLO, *Apprendre à chercher: l'acteur social et la recherche scientifique*, Bruxelles, De Boeck, 2003, p. 58.
- [5] Loi n°87-010 du 1^{er} août 1987 portant Code de la famille telle que modifiée et complétée par la Loi n°16/008 du 15 juillet 2016, in JORDC, 57^{ème} année, Numéro spécial du 12 août 2016.
- [6] Articles 758, 780, 785, 786 et 790 du Code de la famille.
- [7] BOURDON (R) et FILLIEUR (R)., *Méthodes en sociologie*, Paris, 2^e éd, PUF, 2002.
- [8] MBOKO Dj'ANDIMA (J-M)., *Droit congolais des services publics*, Louvain-la-Neuve, Academia-L'Harmattan, 2015.
- [9] GRAWITZ (M)., *Méthodes des sciences sociales*, Paris, Dalloz, 10^e éd, 1996.
- [10] MBOKO DJ'ANDIMA (J-M)., *Principes et usages en matière de rédaction d'un travail universitaire*, Kinshasa, CADICEC, 2004.
- [11] TERRE (F) et LEQUETTE (Y)., *Droit civil les successions, les libéralités*, Paris Dalloz, 3^{éd}, 2002.
- [12] APRODEPED, *Les droits successoraux de la veuve et des orphelins en droit congolais*, Kinshasa, 2007.
- [13] BOMPAKA NKEYI MAKANYI., *Notes du cours des régimes matrimoniaux, successions et libéralités*, Kinshasa, Faculté de droit, UPC, Année académique 2019-2020, inédit.
- [14] Article 757 du Code de la famille.
- [15] Article 755 du Code de la famille.
- [16] MUPILA NDJIKE KAWENDE., *Les successions en Droit Congolais*, Kinshasa, Editions Pax-Congo, 2010.
- [17] Article 202 du code de la famille.
- [18] Article 765 du code de la famille.
- [19] Article 601 du code de la famille.

- [20] Article 595 du code de la famille.
- [21] Article 762 du code de la famille.
- [22] Article 763 du code de la famille.
- [23] Article 766 du code de la famille.
- [24] Article 768 du code de la famille.
- [25] Article 770 du code de la famille.
- [26] Article 774 du code de la famille.
- [27] Article 771 du code de la famille.
- [28] Article 777 du code de la famille.
- [29] G. GRIOLET et C. VERGE., *Répertoire pratique de législation, de doctrine et de jurisprudence*, Dalloz, Tome deuxième, Paris, n°105, 1924, p. 481.
- [30] Article 778 du code de la famille.
- [31] Article 775 du code de la famille.
- [32] Article 774 al.1 du Code de la famille.
- [33] Article 893 du code de la famille.
- [34] Article 910 du code de la famille.
- [35] Article 800 du code de la famille.
- [36] R. DEKKERS cité par BOMPAKA NKEYI., *Op.cit*, p. 68.
- [37] G. BRIÈRE, « Les Successions », in Paul. A. CRÉPEAU (dir.), *Traité de droit civil*, Cowansville, Éditions Yvon Blais, 1994, paragr. 855, p. 985; G. BRIÈRE, *Le nouveau droit des successions*, 2e éd., Montréal, Wilson & Lafleur, 1997, paragr. 733, p. 467.
- [38] Article 487 du code de la famille.
- [39] Article 578 du code de la famille.
- [40] KALAMBAY LUMPUNGU (G)., *Droit civil, Régime général des biens*, Kinshasa, PUC, 1989.
- [41] Article 812 du code de la famille.

Activité antifongique de la poudre de feuille de Neem (*Azadirachta indica*) sur les contaminants fongiques isolés des graines de Niebe (*Vigna unguiculata*) pendant le stockage après la récolte

[Antifungal activity of Neem (*Azadirachta indica*) leaf powder on fungal contaminants isolated from Cowpea (*Vigna unguiculata*) seeds during postharvest storage]

Touré Naka¹, Kokora Aya Philomène¹, Kouamé Liliane Maimouna², Djédjé Blètro Patrick Gérard³, and Atobla Koua⁴

¹Laboratory of Biotechnology and Valuation of Agri-Resources and Natural Substances, Department of Biological Sciences of Pelefero Gon Coulibaly University, Korhogo, Côte d'Ivoire

²Laboratory of Biochemistry, Microbiology and Valorization of Agricultural Resources, Institute of Agropastoral Management, Pelefero Gon Coulibaly University, Korhogo, Côte d'Ivoire

³Laboratory of Biocatalysis and Bioprocesses, Department of Food Science and Technology, Nangui Abrogoua University, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

⁴Laboratory of Biotechnology, Agriculture and Valuation of Biological Resources, Department of Biosciences, Felix Houphouët-Boigny University, Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2025 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 sub-Saharan Africa in general and in Côte d'Ivoire in particular, post-harvest losses of agricultural products are still a major problem. It is with this in mind that this study was conducted to identify the fungal flora of cowpea seeds intended for human consumption and to evaluate the activity of neem leaf powder on this flora. Thus, four batches of cowpea were purchased in the three main markets of Korhogo. At T = 0 week, nine Petri dishes with Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol were inoculated with the batch of untreated cowpea seeds. Each Petri dish was then incubated at 30 ° C for five days. We also proceeded in the same way, with the seeds treated at a rate of one culture per week for 21 days. At T = 5 days, three fungi were isolated and identified at varying percentages of occurrence: *Aspergillus flavus* (34.79%), *Aspergillus niger* (32.95%) and *Rhizopus solinifer* (6.79%). The evaluation of neem leaf powder showed its ability to inhibit the fungal growth of pathogens isolated from cowpea seeds. The leaf powder therefore has properties that can be used for the conservation of cowpea seeds.

KEYWORDS: Cowpea, fungal, neem, biopesticides, post-harvest losses.

RESUME:: En Afrique subsaharienne en général et en Côte d'Ivoire en particulier, les pertes post-récolte des produits agricoles constituent toujours un problème majeur. C'est dans cette optique que cette étude a été menée pour identifier la flore fongique des graines de niébé destinées à la consommation humaine et évaluer l'activité de la poudre de feuilles de neem sur cette flore. Ainsi, quatre lots de niébé ont été achetés dans les trois principaux marchés de Korhogo. A T=0 semaine, neuf boîtes de Petri au Dichloran Rose Bengal Chloramphénicol ont été inoculées avec le lot de graines de niébé non traitées. Chaque boîte de Petri a ensuite été incubée à 30°C pendant cinq jours. Nous avons également procédé de la même manière, avec les graines traitées à raison d'une culture par semaine pendant 21 jours. A T=5 jours, trois champignons ont été isolés et identifiés à des pourcentages d'occurrence variables: *Aspergillus flavus* (34,79%), *Aspergillus niger* (32,95%) et *Rhizopus solinifer* (6,79%). L'évaluation de la poudre de feuilles de neem a montré sa capacité à inhiber la croissance fongique des agents pathogènes

isolés des graines de niébé. La poudre de feuilles possède donc des propriétés qui peuvent être utilisées pour la conservation des graines de niébé.

MOTS-CLEFS: Niébé, champignon, neem, biopesticides, pertes après récolte.

1 INTRODUCTION

Diet helps to preserve health and fight against nutritional diseases. Although abundant food is produced for all humans, the coexistence of extreme and opposite forms of malnutrition still globally exists. If in one part of the world there is a high incidence of malnutrition due to excess, obesity, and non-communicable diseases, in the other there is an increasing number of people afflicted by chronic food deprivation [1]. Many people suffer from what is called “hidden hunger”; malnutrition due to a lack of micronutrients which prevents them from leading a healthy life [2]. In this context, the availability of a food supply rich in nutrients and stable at low cost and offering a level of safety and quality acceptable to all is necessary. In this regard, pulses represent a cheaper source of nutrients for low-income countries and a healthier and more sustainable option than animal-based proteins in developing countries [3]. Thus, the global area and total legume production increased steadily during the 2000s, especially during the 2001s [4]. Nowadays, legumes share an area of around 81 million ha with production of more than 92 million tons globally [5]. Among these legumes, cowpea is a legume with nutritional and soil fertilizing properties. It is one of the most important grain legumes, with an annual global production of about 5.59 million tonnes from a cultivated area of over 12.61 million hectares Africa produces 64% of this production. It is a plant with very high economic value for developing countries. Its protein content is 2 to 3 times higher than that of cereals [6]. This high protein content has earned it the nickname “poor meat” [7]. Cowpea is important for food security and the livelihoods of millions of smallholder farmers who rely on it for economic and nutritional well-being [8].

Increasing agricultural production is urgent. Therefore, reducing post-harvest losses and deteriorating quality are the most crucial objectives for boosting food availability from established production, which might also improve food security and spur local economic growth. In the case of sub-Saharan African countries, there is more than 30% loss of production between harvest and storage for consumption. This is believed to be due to a high infestation of stored food, which is caused by insufficient storage techniques for agricultural products over a long period of time [9]. These high rates of post-harvest losses contribute to insufficient food supply for the population and reduce agricultural incomes [10]. Fungi acidify, discolor, ferment and make food products unpleasant or even dangerous [11]. In fact, their development in seeds can generate low-dose toxic compounds such as mycotoxins, responsible of poisoning (chronic or acute) in vertebrates (humans and animals). Several fungi genera including *Aspergillus*, *Penicillium* and *Fusarium* are known to be contaminants of agricultural products and/or for their ability to produce secondary toxic metabolites [12]. Thus, Storage of harvest products according to techniques respecting the environment and protecting the user remains one of the key factors, given that synthetic plant protection products expose manipulators more to multiple intoxications and also to environmental pollution. The use of these chemicals for post-harvest control of food increases the risk of toxic residues in food products [13]. The increasing sensitivity of consumers to environmental pollution and the toxic effects of synthetic fungicides leads to the use of natural alternatives [14]. For this purpose, the use of biopesticide plants such as *Azadirachta indica* for food storage will be a practice that could protect both users and consumers in order to reduce pressure on human health and the environment. The neem, also called neem or «lilac of Persia» [15], is a tree measuring about 15 m in height of the family of the meliaceae. Extracts from its various parts have high antimycotic activity [16].

Although studies have been conducted on the evaluation of post-harvest practices of this legume to reduce losses [7], little scientific data exists on the use of *Azadirachta indica* as a source of biocontrol. It is in this context that this study was initiated to determine the antifungal activity of neem leaves during cowpea seed conservation. The overall objective of this study is therefore to contribute to the reduction of post-harvest losses of cowpea seeds in order to ensure consumer food security. Specifically, this will include: identifying invasive mycofungi in legume seeds and assessing the antifungal effect of neem leaf powder on the *in vitro* growth of these mycofungi.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 BIOLOGICAL MATERIAL

The material used in this study consists of cowpea seeds (Figure 1) purchased from three markets in Korhogo, namely the Korhogo Grand Market (GMK), the Haoussabougou Market (MHB), and the Sinistré Market (MSI). The neem leaves (Figure 2) were collected from the Peleforo Gon Coulibaly University in Korhogo



Fig. 1. A sample of cowpea seeds obtained at Korhogo Grand Market



Fig. 2. *Neem (Azadirachta indica)* leaves

2.2 COWPEA SEED SAMPLING

The city of Korhogo includes six markets, including the Grand Maket of Korhogo (GMK), the market of Sinistré (MSI), the market of Belle Ville (MBV), the market of Cocody (MCC), the market of Petit Paris (MPP), and the market of Haoussabougou (MHB). The choice of collection of cowpea seeds was based on geographical location and the fact that the selected markets are the points of unloading and supply of food from the peripheral villages of Korhogo. Precisely, the seeds were collected from the market of Hausabougou, the market of Sinistré, and the Grand Market of Korhogo (Figure 3). Cowpea seeds were collected randomly from the shops of three traders in the main markets of the study. A sample of 500 g of seeds was taken from each trader, with three samples per shop. Total of nine samples were collected in all three markets. Once collected, the samples were individually packaged in stomacher plastic bags, labelled, sealed, and then kept in a bag. Subsequently, the samples were transported to the laboratory for analysis.

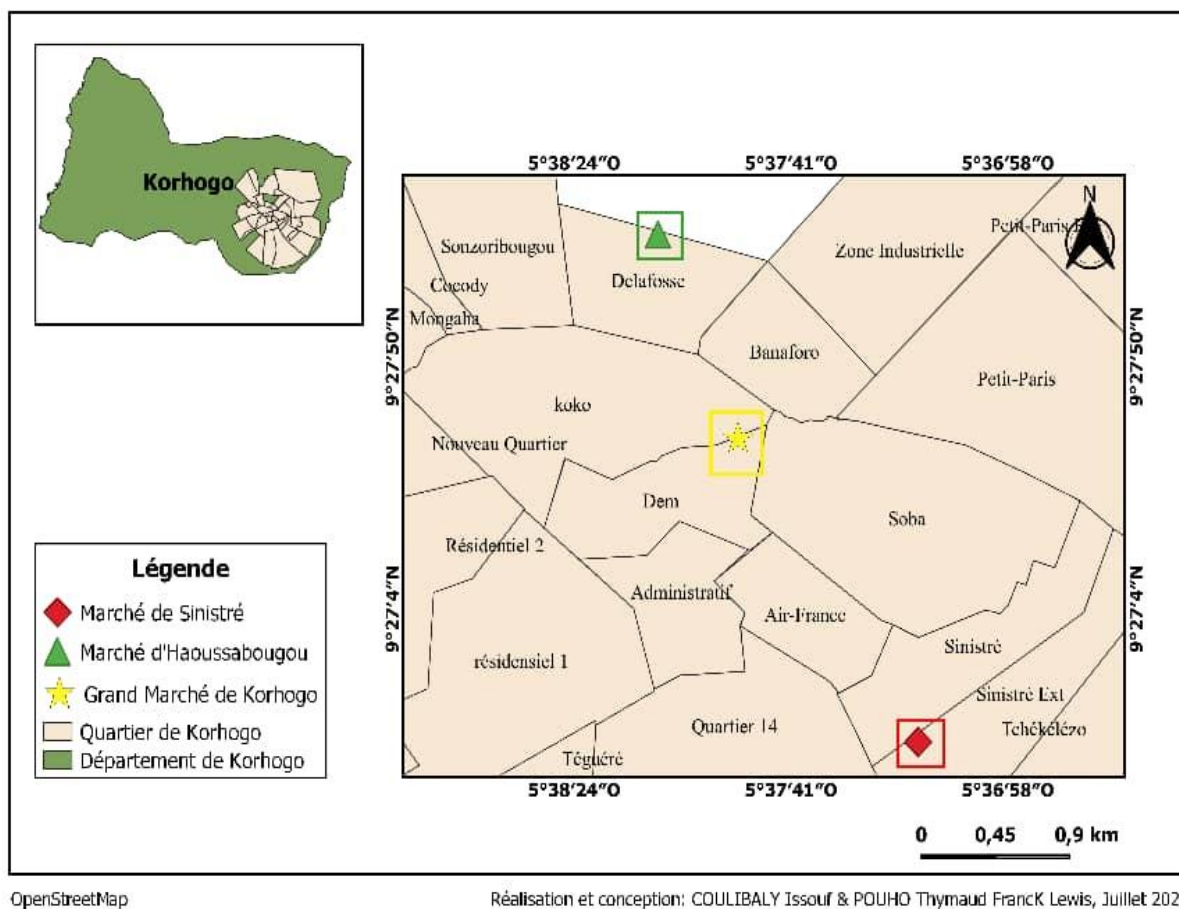


Fig. 3. Map of the city of Korhogo with the different study markets

2.3 PREPARATION OF COWPEA SEED ALIQUOTS FOR TESTING

A total of 36 cowpea seed aliquots was used for testing. In each market of Korhogo (Grand market, Market of Sinistré, Market of Haoussabougou), three sellers were randomly chosen. From each seller, four cowpea seed aliquots were taken. One lot is composed of nine aliquots. We obtained 36 aliquots, which labelled as follows (Table 1). Once in the laboratory, 20 seeds from each sample were put into five closed jars at the rate of five seeds per jar

Tableau 1. Cowpea seed aliquots for testing

Lots	Grand market of Korhogo			Market of Sinistré			Market of Haoussabougou			Total
	Seller 1	Seller 2	Seller 3	Seller 1	Seller 2	Seller 3	Seller 1	Seller 2	Seller 3	
1	GMK C1-1	GMK C2-1	GMK C3-1	MSI C1-1	MSI C2-1	MSI C3-1	MHB C1-1	MHB C2-1	MHB C3-1	9
2	GMK C1-2	GMK C2-2	GMK C3-2	MSI C1-2	MSI C2-2	MSI C3-2	MHB C1-2	MHB C2-2	MHB C3-2	9
3	GMK C1-3	GMK C2-3	GMK C3-3	MSI C1-3	MSI C2-3	MSI C3-3	MHB C1-3	MHB C2-3	MHB C3-3	9
4	GMK C1-4	GMK C2-4	GMK C3-4	MSI C1-4	MSI C2-4	MSI C3-4	MHB C1-4	MHB C2-4	MHB C3-4	9
Total	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36

GMK: Grand Market of Korhogo, MHB: Haoussabougou Market, MSI: Sinistré Market

2.4 MICROBIOLOGICAL ANALYSES OF COWPEA SEEDS

2.4.1 PREPARATION OF CULTURE MEDIUM

Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol (DRBC) agar was prepared according to the manufacturer's instructions and poured into Petri dishes.

2.4.2 SEEDS TREATMENTS

The methods used to treat seeds [17]. The aliquots 2, 3, and 4 of the lots of all the trials of each of the cowpea traders contained in the jars, respectively, received a quantity of neem powder according to the following ratio: 0.5 mg of powder per gram of seeds, while aliquots from lot 1 have not received a biopesticide.

2.4.3 ISOLATION OF FUNGAL STRAINS BY DIRECT METHOD

At T = 0 weeks, each aliquot from each trader's lot was placed in one Petri dish containing DRBC agar. The Petri dishes were then incubated at 30°C for five days. To obtain a pure strain, each colony obtained was transplanted onto fresh DRBC agar and then identified on the basis of macroscopic and microscopic characteristics using identification keys [18].

2.4.4 TEST WITH NEEM LEAF POWDER

At T = 1 week, each aliquot of lot 2 of each trader was placed in one Petri dish containing DRBC agar. The Petri dishes were then incubated at 30°C for five days. To obtain a pure strain, each colony obtained was transplanted on DRBC agar and then identified on the basis of macroscopic and microscopic characteristics from identification keys [18]. The tests at T = 2 weeks and T = 3 weeks were done using the same process

2.4.5 MACROSCOPIC REVIEW

The macroscopic examination took into account the dorsal and ventral sides of the Petri dishes

The macroscopic criteria were:

- On the surface (dorsal side), the characteristics observed include the appearance of the colonies (powdery, cottony, downy, etc.), the shape (domed, starry), the color (white, green, black), and the size (small, extensive, invasive).
- On the reverse side (ventral side), the ability of the mycelium to penetrate the agar, the colour of the reverse, the presence or absence of pigment was observed.

2.5 MICROSCOPIC REVIEW

For microscopic analysis, a portion of the colony to be identified was removed with forceps and placed in a drop of methylene blue on a slide. The needles were sterilized with a Bunsen beak, and used to pick small portions of fungal cultures (with bits of media gelled with the fungus) from the edges of colonies. The fungal portions were then spread on a blade with the aid of a second needle that was used to disentangle fungal structures [19]. The resulting preparation was covered with a lamella and then observed under an optical microscope with the lens at x 40 magnification [20]. The characteristics observed were the appearance of the mycelium (cloisonne or not), the shape of conidia or spores, conidian heads and conidiophores, the presence of metules, and the arrangement and shape of phialides.

2.6 PURIFICATION OF FUNGAL ISOLATES

The different fungal isolates obtained were transplanted by successive cultures on PDA medium until obtention of a pure culture. These cultures were incubated for 7 days at 30°C and then stored at 4°C on sloping agar for further study. The isolates obtained were described macroscopically and then observed under an optical microscope with the lens at x 40 magnification [19] (Zeiss, Germany) to identify microscopic aspects. Subsequently, they were identified by macroscopic and microscopic characters using [20] identification keys.

2.6.1 FUNGAL DNA EXTRACTION

The extraction of DNA was performed using the method described by Aamir et al [21]. Genomic DNA was extracted from five to seven days old fungal cultures grown either in PDA culture plates. The fungal mass from the culture plate was scraped out with the help of a fine spatula and placed in a 2 ml tube. one volume of 0.2 ml of extraction buffer consisting of 3% SDS (w/v), 50 mM EDTA, 1.0 M NaCl, 100 mM hydroxymethyl hydrochloride (Tris-HCl) at pH 8.0 was placed in a 2 ml microtube, then 300 mg of microbeads were added and the mixture was shaken vigorously. for 5 minutes. Then, the suspension was centrifuged at 13000 for 10 minutes and the supernatant was transferred in a new microtube. An equal volume of phenol/chloroform (25: 25, v/v) mixture was slowly added and centrifuged at for 10 min (the aqueous phase was recovered in a new microtube and this step was repeated again). Afterwards, the aqueous phase was transferred to a new microtube, and an equal volume of 100% isopropanol was added. The contents were carefully mixed by turning and stored at -20°C for 30 minutes to precipitate the total DNA. The mixture was then centrifuged at 12000 rpm for 10 minutes. The pellet was washed twice 13 000 rpm at 4°C with 70% ethanol and centrifuged at 12000 rpm at 4°C for 5 minutes. The supernatant was discarded, and the pellet was dried and dissolved in 75 µL of TAE 1X buffer.

2.6.2 DNA AMPLIFICATION BY PCR

Amplification of the ITS1-rDNA-ITS2 gene 5.8 S-ITS region was performed using the method described by White et al. [22], using primers ITS1 (forward) (5' TCCGTAGGTGAACCTGCGG 3') and ITS2 (reverse) (5' TCCTCCGCTTATTGATATGC 3'). PCR amplification was performed using a thermocycler (Sordalab, France). A 50 µL reaction volume contained 2 µL of DNA extract, 25 µL PCR Master Mix 2X (Promega, USA); 0.2 µM of each primer (Sigma, Belgium), and the volume was adjusted to 50 µL with Nuclease-Free Water. PCR amplification was performed according to the program below:

- initial denaturation at 95 °C for 5 min;
- 35 cycles of: denaturation at 94 °C for 1 min, primer priming at 55.5 °C for 1 min and 72 °C for 2 min for DNA chain elongation;
- final extension at 72 °C for 10 min.

2.6.3 AGAROSE GEL ELECTROPHORESIS

The PCR amplification products were analyzed by 1% (w/v) agarose gel electrophoresis. Electrophoretic migration is performed in a 0.5 X TAE buffer (consisting of 0.25% (w/v) Tris-base, 0.057% (v/v) acetic acid, and 0.1% (w/v) 0.5 M EDTA pH 8) at 80 V for 1 h. A 100 pb DNA size marker was used. DNA amplification fragments were fixed with GelRed (Biotium, Germany) solution, and visualized by trans-UV illumination.

2.7 STATISTICAL ANALYSIS

For the analysis, a test of the homogeneity of the variances was carried out using the tests of Hartley Cochran and Bartlett. The degree of homogeneity of the fungi studied were assessed with the Statistica 7.5 software through an analysis of variance and mean values compared according to the Newman-Keuls test at the 5% threshold.

3 RESULTS

3.1 PREVALENCE OF FUNGAL CONTAMINANTS OF COWPEA SEEDS

Key fungal contaminants were identified by the market during storage (Figure 4). Three species were isolated in the Korhogo Grand Market, Haoussabougou Market and the Sinistré Market. The three species were *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger* and *Rhizopus solonifer*.

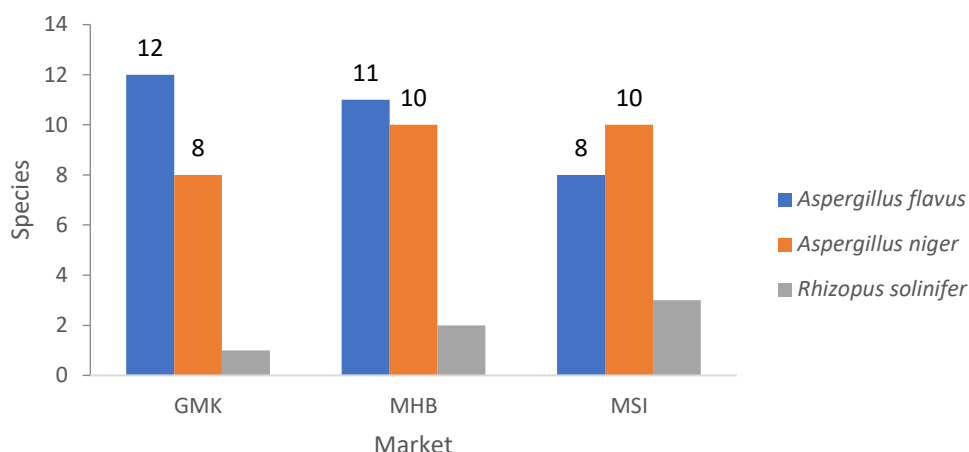


Fig. 4. Key fungal contaminants identified by market during storage. GMK: Grand Market of Korhogo, MHB: Haoussabougou Market, MSI: Sinistré Market

3.2 FREQUENCY OF FUNGAL SPECIES ISOLATED FROM COWPEA SEEDS

The isolation frequencies of fungal species from cowpea seeds sold in the three markets are presented in Table1. The genus *Aspergillus* recorded the highest frequency with 77.27% followed by the genus *Rhizopus* which recorded a frequency of 22.72%. The species *Aspergillus flavus* recorded the frequency of 50% in the Korhogo Grand Market, 37.5% in the Haoussabougou Market and 37.5% in the Sinistré Market. *Aspergillus niger* recorded 33.33% in the grand Market of Korhogo, 37.5% in the Haoussabougou Market and 37.5% in the Sinistré Market. *Rhizopus solinifer* was identified at 16.66% at the Korhogo Grand Market, at a frequency of 25% in the Haoussabougou and Sinistré Markets

Tableau 2. Isolation frequency of the main contaminating genera and fungal species of untreated cowpea seeds sold in the different markets

Markets	Isolated germs	Number of isolates per species	Gender frequency of isolation (%)	Species	Number of isolates per species	Frequency of isolation (%)
GMK	<i>Aspergillus</i>	17	77.3	<i>Aspergillus flavus</i>	3	50.0
MHB				<i>Aspergillus flavus</i>	3	37.5
MSI				<i>Aspergillus flavus</i>	3	37.5
GMK				<i>Aspergillus niger</i>	2	33.3
MHB				<i>Aspergillus niger</i>	3	37.5
MSI				<i>Aspergillus niger</i>	3	37.5
GMK	<i>Rhizopus</i>	5	22.7	<i>Rhizopus solinifer</i>	1	16.2
MHB				<i>Rhizopus solinifer</i>	2	25.0
MSI				<i>Rhizopus solinifer</i>	2	25.0

GMK: Grand Market of Korhogo, MHB: Haoussabougou Market, MSI: Sinistré Market

3.3 MACROSCOPIC AND MICROSCOPIC CHARACTERISTICS OF FUNGAL GENERA ISOLATED FROM COWPEA SEEDS SOLD IN THE THREE STUDY MARKETS

Figure 5 presents the macroscopic and microscopic characteristics of fungal contaminants isolated from untreated cowpea seeds during storage. Based on the identification keys, taking into account macroscopic and microscopic characters, three fungal species were isolated.

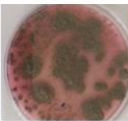
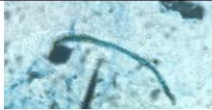
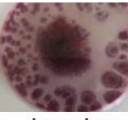
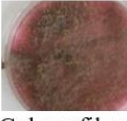
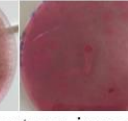
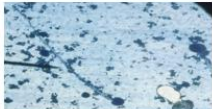
Markets	Fungal species	Macroscopic aspect		microscopic appearance
		Surface	Reverse	
GMK MHB MSI	<i>Aspergillus flavus</i>			 Hyphae, not partitioned, with spherical conical head or rounded conical club, Conidiospore, long and rough
GMK MHB MSI	<i>Aspergillus niger</i>			 Hyphae, not partitioned, with spherical conical head or rounded conical club, Conidiospore long and smooth
GMK MHB MSI	<i>Rhizopus solinifer</i>			 Hyphae not partitioned. Columella rounded

Fig. 5. Macroscopic and microscopic characteristics of fungal contaminants isolated from untreated cowpea seeds sold during storage

3.4 GROWTH OF FUNGAL CONTAMINANTS IN COWPEA SEEDS STORED THREE WEEKS AFTER TREATMENT

During storage, the main fungal contaminants were identified by market as a function of time (Figure 6). Two weeks after treatment, *Rhizopus solinifer* disappeared; however, *Aspergillus flavus* species and *Aspergillus niger*, decreased slightly. The microbial population decreases by half from the first (T0) to the third week (T3).

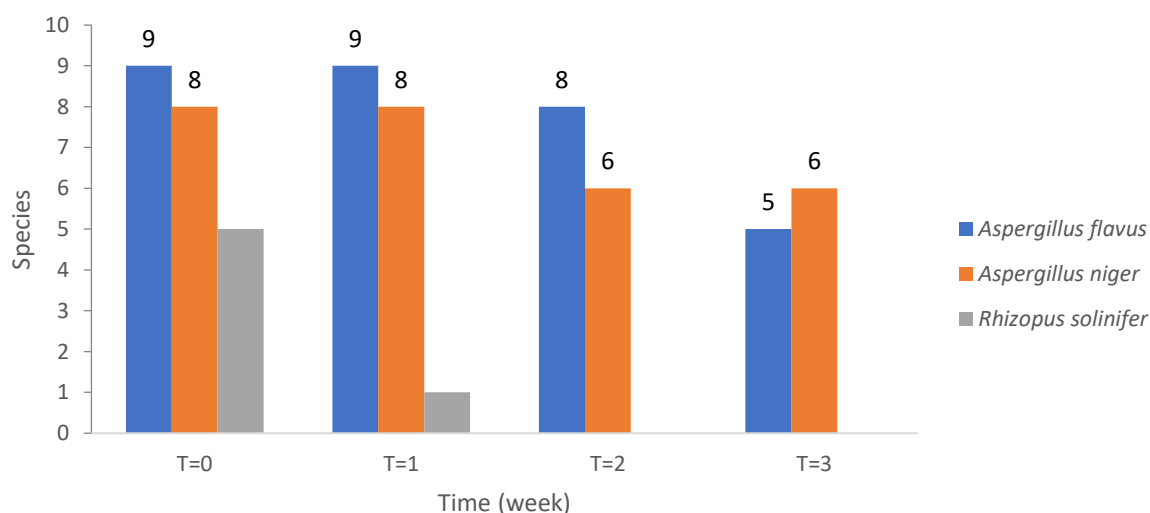


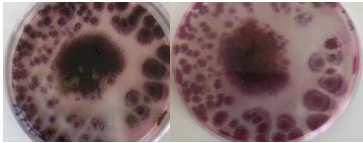
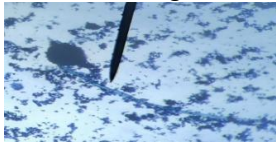
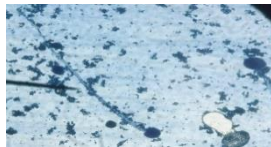
Fig. 6. Key fungal contaminants identified after treatment

3.5 GROWTH OF FUNGAL CONTAMINANTS IN COWPEA SEEDS STORED THREE WEEKS AFTER TREATMENT

The isolation frequencies of the main genera and fungal species contaminating cowpea seeds from the three markets treated after three weeks are presented in Table 3. Only the genus *Aspergillus* was observed, representing 100% of the isolated

fungus germs. The species *Aspergillus flavus* were recorded with a frequency of 75% in the grand market of Korhogo, 50% in the market of Haoussabougou, and 0% in the market of Sinistré. *Aspergillus niger* recorded 25% in the large market of Korhogo, 50% in the market of Haoussabougou, and 100% in the market of Sinistré.

Tableau 3. Isolation frequency of major genera and fungal species contaminating cowpea seeds from the three markets treated for three weeks after treatment

Markets	Fungal species	Macroscopic aspect		microscopic appearance
		Surface	Reverse	
GMK MHB MSI	<i>Aspergillus flavus</i>			 Hyphae, not partitioned, with spherical conical head or rounded conical club, Conidiospore, long and rough
GMK MHB MSI	<i>Aspergillus niger</i>			 Hyphae, not partitioned, with spherical conical head or rounded conical club, Conidiospore long and smooth
GMK MHB MSI	<i>Rhizopus solinifer</i>			 Hyphae not partitioned. Columella rounded

GMK: Grand Market of Korhogo, MHB: Haoussabougou Market, MSI: Sinistré Market

3.6 PERCENTAGE OF OCCURRENCE OF KEY FUNGAL CONTAMINANTS ISOLATED DURING TREATMENT

For the majority of fungi, the rate of occurrence was lower when leaf powder was in contact with fungal contaminants for three weeks (21 days). These rates are between 40.09 % and 0 % (Table 4).

Tableau 4. Percentage of major fungal contaminants isolated during storage

Markets	Isolated germs	Number of isolates per species	Gender frequency of isolation (%)	Species	Number of isolates per species	frequency of isolation (%)
GMK	<i>Aspergillus</i>	11	100	<i>Aspergillus flavus</i>	3	75
MHB				<i>Aspergillus flavus</i>	2	50
GMK				<i>Aspergillus niger</i>	1	25
MHB				<i>Aspergillus niger</i>	2	50
MSI				<i>Aspergillus niger</i>	3	100

3.7 MACROSCOPIC AND MICROSCOPIC CHARACTERISTICS OF FUNGAL GENERA ISOLATED FROM COWPEA SEEDS TREATED THREE WEEKS AFTER STORAGE

The results of the macroscopic and microscopic characteristics of fungal genera isolated from cowpea seeds treated three weeks after storage are recorded in Figure 7. Based on the identification keys, taking into account the macroscopic and microscopic traits, a fungal genus has been isolated. It is called *Aspergillus*.

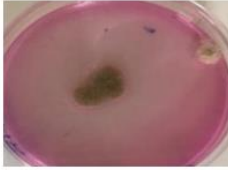
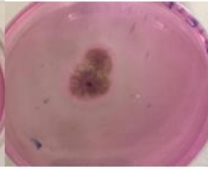
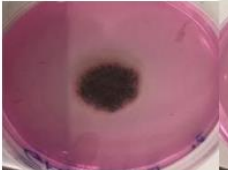
Fungal species	Macroscopic aspects		Microscopic appearance
	Surface	Reverse	
<i>Aspergillus flavus</i>			 Hyphae, not partitioned, with spherical conical head or rounded conical club, Conidiospore, long and rough
<i>Aspergillus niger</i>			 Hyphae, not partitioned, with spherical conical head or rounded conical club, Conidiospore long and smooth

Fig. 7. Macroscopic and microscopic characteristics of fungal genera isolated from cowpea seeds after 3 weeks of treatment

3.8 CONFIRMATION OF FUNGAL SPECIES BY PCR

Fungal isolates were confirmed by PCR using amplification of the ITS region (Figure 8). It revealed three species namely *Aspergillus niger*, *Rhizopus solonifer* and *Aspergillus flavus*.

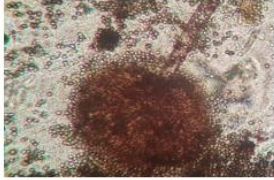
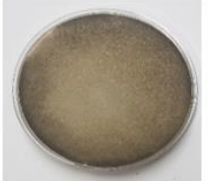
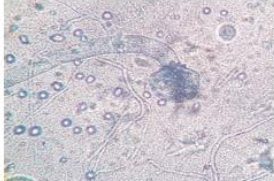
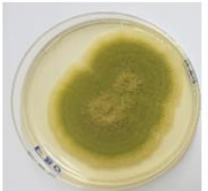
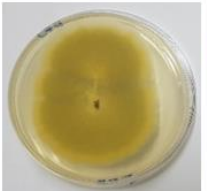
Number	Surface	Reverse	Microscopic aspect	Identification
1				<i>Aspergillus niger</i>
2				<i>Rhizopus solonifer</i>
3				<i>Aspergillus flavus</i>

Fig. 8. Macroscopic and microscopic characteristics of fungal isolate

3.9 ELECTROPHORETIC ANALYSIS OF AMPLICON ON AGAROSE GEL

Electrophoretic analysis showed that the size of 500 pb and 550 pb of fungal amplicons were present (Figure 9).

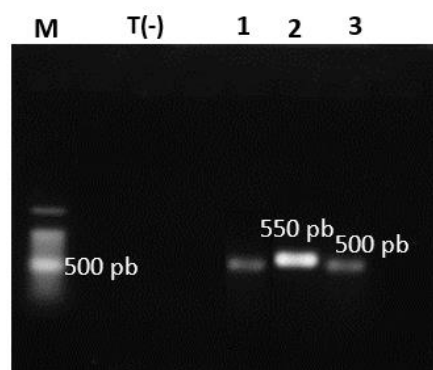


Fig. 9. Gel electrophoresis of the ITS1-rDNA-ITS2 gene of fungal amplicons. Column M: molecular weight marker; T (-) negative control; Column 1 and 3: strains of fungal; Column 2: strains of fungal

4 DISCUSSION

The study of the fungal microflora of cowpea seeds revealed the existence of two fungal genera, including *Aspergillus*, a potential producer of mycotoxins. The species *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, and *Rhizopus solinifer* were isolated and identified at different percentages in the samples from nine traders from three Korhogo markets. In addition to being present in all samples, fungi strains like *A. flavus* and *A. niger* also have very high infection rates compared to the others. Our results are similar to those of Gyasi [23], who reported infection rates of *A. flavus* ranging from 3.0% to 57.0% and a percentage of infected samples of 54.5% on cowpea seeds produced in Ghana. In the same line, Ouili [24] have reported 56.55% infection rates of *Aspergillus* strains from cowpea seed samples collected in the three agro-ecological zones of Burkina Faso. Moreover, These two species (*A. niger* and *A. flavus*) were found to be associated with cowpea seed infection (with rates of 23.57% and 16.42%, respectively) in India by Zanjare [25]. The presence of these fungal strains could be due to the hot and humid environmental conditions of Côte d'Ivoire. Indeed, the hot and humid environmental conditions of tropical regions of Africa are ideal for the growth of moulds contaminating foodstuffs such as cowpea and its derivatives. Contamination from field, during post-harvest operations, or storage could also explain the presence of *A. flavus* and *A. niger* strains in the tested seeds. According to Degraeve [26] and Badd [27], inappropriate harvesting, drying, and storage practices contribute to the development of fungi, mainly the genus *Aspergillus*. Numerous plant and agricultural product illnesses, ranging from harvest to processing transformation, are caused by *Aspergillus*. Ours *Aspergillus* strains presented similar morphological characteristic to those isolated by Abdallah [28], Okayo [29], and Ono [30] with ability to produce aflatoxins and ochratoxin A (OTA), two toxins that could be the cause of liver cancer [26]. The ability of these fungi to adapt to a wide temperature range may be the reason for their prevalence in all three agro-ecological zones. *Aspergillus* is widely spread geographically but is more frequently found in areas with warm temperature [31]. The majority of *Aspergillus* species prefer temperatures between 25°C and 40°C for optimum growth. For this reason, they grow very well in the so-called "dry" food products like cowpea. This point was also raised by Hocking [32], who pointed out that fungi of the genus *Aspergillus*, belonging to the sub-branch Ascomycotina and having a sexual mode of reproduction, easily colonize food products when storage conditions are not adapted. In addition to cowpea, other authors have isolated strains of *Aspergillus* from other food samples, including peanuts [33], wheat silage, sorghum, and cassava [34]. Thus, precautions must be taken during post-harvest activities and storage to avoid contamination of cowpea crops by these ubiquitous moulds.

Rhizopus was isolated at a low prevalence rate. Species of the genus *Rhizopus* are highly present in the soil, and contact of the pods with their spores during harvesting could explain their presence in the analyzed samples. In addition, there is a lack of good dehulling, drying, and seed storage practices by the farmers. Shahnaz [35] also isolated species of the genus *Rhizopus* from cowpea seeds produced in Pakistan with infection rates of 30.8%. Fungi of the genus *Rhizopus* are classified in the order Mucorales. They rapidly colonize decaying plants and fruits where they develop as filaments. *Rhizopus* can rapidly colonize decaying plants and fruits and cause soft rot in some high-moisture crops, such as sweet potatoes [36]. Apart from *Aspergillus flavus* and *A. niger* that were isolated from cowpea samples, *Rhizopus solonifer* was also isolated. It was reported by [37] that *Rhizopus* colonizes cereals, fruits, and legumes

The evaluation of the antifungal activity of neem leaf powder on fungal contaminants of cowpea showed that neem leaf powder has an inhibitory effect on fungal growth. The lowest rate of appearance is reached after seven days of treatment. Botanical control using neem leaf powder in vitro showed the ability of this plant to inhibit the growth of fungi such as *Rhizopus* and *Aspergillus*. The results obtained in this study are consistent with those of Fotso et al. [38] who reported that powdered plant parts could adequately protect stored grains against insects and storage pests. The presence of the active ingredient azadirachtin in the leaves may explain the reduction in fungal activity in seeds treated with neem leaf powder. Azadirachtin could be used as an insect repellent, growth retardant, and sterilant. Azadirachtin has both direct and systemic action on the mycelial filaments of fungi thereby reducing their survival. Moreover, their visual examination under a magnifying glass did not show any mycelial filaments unlike the negative control seed lots. The advantages associated with the use of these products include, among others, their availability near farmers, their preparation and simple use techniques, they are less expensive natural substances with very little or no harmful effects on the user and the environment [39].

5 CONCLUSION

Our present work is part of the enhancement of the storage of legume seeds through the use of botanical pesticides such as neem leaf powder. The identification of fungal contaminants in cowpea seeds during storage revealed the presence of several fungal genera, including *Mucor*, *Rhizopus*, and *Aspergillus*. Thus, in view of the altered action of cowpea seeds by the genera *Mucor* and *Rhizopus* and the ability of the genus *Aspergillus* to produce toxins such as aflatoxin, these moulds were considered to be potentially pathogenic to cowpea seeds. The evaluation of neem leaf powder has shown its ability to inhibit the growth of fungal pathogens isolated from cowpea seeds. This powder, therefore, has properties that can be used for the conservation of cowpea seeds.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank the sellers of cowpea seeds in the markets of Korhogo. This study was self-funded.

REFERENCES

- [1] High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition (HLPE). Food Security and Nutrition: Building a Global Narrative Towards 2030. Rome, Italy: FAO (2020).
- [2] M. C. Temba, P. B. Njobeh, O. A. Adebo, A. O. Olugbile, E. Kayitesi, The role of compositing cereals with legumes to alleviate protein energy malnutrition in Africa, *International Journal of Food Science*, vol. 51 no. 3, pp. 543–54, 2016.
- [3] S. Lisciani, S. Marconi, C. Le Donne, et al. Légumineuses et haricots communs dans les régimes alimentaires durables: qualité nutritionnelle, avantages environnementaux, diffusion et utilisation dans les préparations alimentaires, *Frontiers in Nutrition*, vol. 11, pp. 1385232, 2024.
- [4] S. Kumar, K. A. Gopinath, S. Sheoran, et al. Pulse-based cropping systems for soil health restoration, resources conservation, and nutritional and environmental security in rainfed agroecosystems, *Frontiers in Microbiology*, vol. 13, pp. 1041124, 2023.
- [5] FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Statistics Database, 2018.
- [6] D. Aly, R. Ahouansou, V. Mama, D. Olou, C. J. A. Agli, Participatory Evaluation and Selection of Improved Niebe Varieties in Rural Areas in Couffo County, Benin, *African Crop Science Journal*, vol. 25, no. 4, pp. 509-520, 2017.
- [7] T.P. Chibarabada, A.T. Modi, T. Mabhaudhi, Exposer la valeur des légumineuses à grains dans les régions tropicales semi-arides et arides *Sustainability*, vol. 9 no.1, p.60, 2017.
- [8] K. A. Bolarinwa, L. A. Ogunkanmi, O. T. Ogundipe, O.O. Agboola, O. D. Amusa, An Investigation of Cowpea Production Constraints and Preferences among Smallholder Farmers in Nigeria. *GeoJournal*, vol. 87 pp. 1-13, 2021.
- [9] G. S. Ioannis, C. S. Anastasios., P. Konstantinos, J. S George, The Effects of Insect Infestation on Stored Agricultural Products and the Quality of Food, *Foods*, vol. 12, no.10 p.2046,2023.
- [10] M Sheahan, C.B. Barrett, Review: Food loss and waste in Sub-Saharan Africa, *Food Policy*, vol.70, no.2017, pp.1-12. 2017.
- [11] B.G.J. Kabir, A. Audu, F.M.G.B.B. Bukar, evaluation of *cassia sieberiana* (dc) and *vernonia amygdalina* (del.) against *callosobruchus maculatus* (f.) infesting stored bambara *groundnut vigna subterranea* (l.) verdc. *Tropicla Subtropical Agroécosystèmes*, vol.20, no.2, pp.223-230, 2017.
- [12] Holban, A.M. and Grumezescu, A.M., *Foods Therapeutic*, vol.8, no.2, p538, 2017.

- [13] Emeka, G.A., Nene, O. U., Rita, O., Arinze, L. E., Emmanuel, S. O., Timothy, Prince, C. E., Widespread use of toxic agrochemicals and pesticides for agricultural products storage in Africa and developing countries: Possible panacea for ecotoxicology and health implications, *Heliyon*, vol.9, no.4 p.15173, 2023.
- [14] B. Kpatinvoh, E.S. Adjou, E. Dahouenon-Ahoussi, T.C. Konfo, B. Atrevi, M.M. Soumanou, D.C Sohounhloué, Efficacité des huiles essentielles de trois plantes aromatiques contre la mycoflore d'altération du niébé (*Vigna unguiculata* L., Walp) collecté dans les magasins de vente du Sud-Bénin. *Journal of Applied Bioscienc*, vol.109 no.2017, pp. 10680-10687, 2017.
- [15] P. Durasnel, L. Vanhuffel, R. Blondé, Serious poisoning during traditional plant treatments in Mayotte. *Société de pathologie exotique et Lavoisier*; vol.107, no.2014 pp.306-11.
- [16] Ahmed, M., Marrez, D.A., Mohamed A. N., Abdelmoneem, M. E., Ali, MA-S., Decsi, K., Tóth, Z, Studying the Antioxidant and the Antimicrobial Activities of Leaf Successive Extracts Compared to the Green-Chemically Synthesized Silver Nanoparticles and the Crude Aqueous Extract from *Azadirachta indica*. *Procédés*; vol.11, no. (6), p. 1644, 2023.
- [17] J.I. Pitt, Hocking A.D., K., B.F Miscamble, The normal mycoflora of commodities from Thailand. 2. Beans, rice, small grains and other commodities. *International Journal of Food Microbiology*, vol.23 no.1, pp.35-53, 1994.
- [18] Botton B, Bretton A, Fever M, et al., (ed) Masson, Paris. pp. 41-22, 1990.
- [19] A. M. Maitig, M. A. Alhoot, K. Tiwari, «Isolation and Screening of Extracellular Protease Enzyme from Fungal Isolates of Soil, *Journal of Pure and Applied Microbiology*, vol. 12, no. 4, pp. 2059-2067, 2018.
- [20] A. Lahouar, Toxigenic molds in Tunisian and Egyptian sorghum for human consumption, *Journal of Stored Products Research*, Vol. 63, Pages 57-62.
- [21] S. Aamir, S. Sutar, S. K. Singh, A. Baghela, «A rapid and efficient method of fungal genomic DNA extraction, suitable for PCR based molecular methods,» *Plant Pathol. Quar.*, vol. 5, no. 2, pp. 74–81, 2015.
- [22] White, T.J., Bruns, T.D., Lee, S.B., Taylor, J.W., TJ, PCR Protocols: Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics,. In: PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications, eds. Innis M.A., Gelfand D.H., Sninsky J.J. et White T.J. Academic Press, Inc., New York, pp. 315-322, 1990.
- [23] E. Gyasi, D.A. Kotey, B.A. Adongo, F.K. Adams, E.O. Owusu, A Mohammed, Management of Major Seed-Borne Fungi of Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) with Four Selected Botanical Extracts. *Advances in Agriculture*, Article ID: 3125240. 2022.
- [24] Ouili, A., Maiga, Y., Nikiema, M., Bissiri, S., Dabiré, Y., Mogmenga, I. Post-Harvest Fungi Associated with Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) Seeds Produced in Burkina Faso, *Journal Advances in Microbiology*, vol.13, pp.148-163, 2023.
- [25] S. Zanjare, Y. Balgude, S.S. Zanjare, A Suryawanshi, V Shelar, Detection of seed borne myco-flora associated with cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp), *International Journal of Chemical Studies*, vol. 8, no. 2, pp.1585-1587, 2020.
- [26] S. Degraeve, R.R. Madege, K. Audenaert, A. Kamala, J. Ortiz, M. Kimanya, B. Tiisekwa, B De Meulenaer, G. Haesaert, Impact of Local Pre-Harvest, *Food Control*, vol.59, pp.225-233, 2016.
- [27] M. Baddi, S. Nassik, S Alali, A. El Hraiki, L'impact économique et sanitaire des mycotoxines entre aujourd'hui et demain, *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, vol.9, no. 3, pp.339-347, 2021.
- [28] M.F. Abdallah, G Girgin, T. Baydar, Mycotoxin Detection in Maize, Mycotoxin Detection in Maize, Commercial Feed, and Raw Dairy Milk Samples from Assiut City, Egypt, *Veterinary Sciences*, vol.6, no. 2, p.57, 2019.
- [29] R.O. Okayo, D.O. Andika, M.M. Dida, G.O. K'otuto, B.M. Gichimu, Morphological and Molecular Characterization of Toxigenic *Aspergillus flavus* from Groundnut Kernels in Kenya. *International Journal Microbiology*, vol.2020, p. 8854718, 2020.
- [30] L.T. Ono, J.J. Silva, S. Doná, L.M. Martins, B.T. Iamanaka, M.H.P. Fungaro, J.I. Pitt, M.H., *Aspergillus* section *Flavi* and aflatoxins in Brazilian cassava (*Manihot esculenta* Crantz) and products, *Mycotoxin Research*, vol.37, pp.221-228, 2021.
- [31] G. Perrone, A. Susca, G. Cozzi, K. Ehrlich, J. Varga, J.C. Frisvad, M. Meijer, P. Noonim, W. Mahakaranchanakul, R.A.Samson, Biodiversity of *Aspergillus* species in some important agricultural products Studies in Mycology, vol.59, no. 1, pp53-66, 2007.
- [32] A.D. Hocking, «*Aspergillus* and related teleomorphs,» *Food Science Australia*, 11 Julius Avenue, North Ryde, NSW 2113, Australia, pp. 451-487, 2006.
- [33] R.O. Okayo, D.O. Andika, M.M. Dida, Morphological and Molecular Characterization of Toxigenic *Aspergillus flavus* from Groundnut Kernels in Kenya, *International Journal of Microbiology*, Vol., Article ID 8854718, 10p, 2020.
- [34] L.T. Ono, J.J. Silva, S. Doná, *Aspergillus* section *Flavi* and aflatoxins in Brazilian cassava (*Manihot esculenta* Crantz) and products. *Mycotoxin Research*, vol.37, n° 3: pp.221-228, 2021.
- [35] D. Shahnaz, K. Maimona, R. Summiaya, seed borne fungi associated with cowpea (*vigna unguiculata* (l.) walp, *international journal of biology and biotechnology*, vol.12 n° 4, pp.565-569, 2016.
- [36] C.C. Onyeke, G.C. Ajuziogu, C.V. Okafor, Mycoflora of postharvest rots of bitter yam *Dioscorea dumentorum* Pax in Nsukka agro ecological zone, Nigeria, *Bio-Research*, vol.16, n° 1pp.1017-1024, 2019.

- [37] L.-J. Pang, M. Adeel, N. Shakoar, K.-R. Guo, D.-F. Ma, M.A. Ahmad, G.-Q. Lu, M.-H. Zhao, S.-E. Li, Y.-K. Rui, Engineered Nanomaterials Suppress the Soft Rot Disease (*Rhizopus stolonifer*) and Slow Down the Loss of Nutrient in Sweet Potato. *Nanomaterials*, vol. 11, n°10, pp. 2572, 2021.
- [38] T.G. Fotso, E.N. Nukenine, R. Tchameni, J.W. Goudoungou, D. Kosini, V. Tigamba, C., J. Adler, Control of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae) Using Fractionated Extracts from Cameroonian *Hemizygia welwitschii* (Lamiaceae) Leaf on Stored *Vigna unguiculata* (Fabales: Fabaceae). *Journal of Insect Science.*, 2019, vol.19, n°19, pp.1261-126933, 2019.
- [39] J.F. Djeugap, C. Nzuta1, G. Kenmogne, P. Tekam, M. Kyalo, Identification moléculaire des champignons des semences chez l'Assamela suivi de leur protection à partir des poudres et extraits issus de plantes médicinales, *African Crop Science Journal*, Vol. 26, No. 4, pp. 463 – 475, 2018.

Caractérisation Phénotypique de Quelques bactéries antibiorésistantes Isolées de divers échantillons des malades et sensibilité aux alicaments à Kisangani (Province de la Tshopo) RD Congo

[Phenotypic characterization of some antibiotic-resistant bacteria isolated from various samples of patients and sensitivity to functional foods in Kisangani (Tshopo Province, DR Congo)]

Jules Lokonga Okenge and Charlie Likula Bombali

Département des sciences Biotechnologiques, Faculté des sciences, BP 2012, Université de Kisangani, RD Congo

Copyright © 2025 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 focused on Phenotypic characterization of some antibiotic-resistant bacteria isolated from various samples of patients and sensitivity to functional foods, in Kisangani (Tshopo Province) DR Congo.

The main objective was to make the phenotypic characterization of antibiotic-resistant bacteria and to test their sensitivity to functional foods (*Zingiber officinale*; *Solanum lycopersicum*; *Myristica fragrans*; *Apium graveolens*; *Carica papaya*; *Syzygium aromaticum* and *Curcuma longa*).

In order to achieve our objectives, the morphological tests (gram shape and coloration), biochemical tests (Indole-Urease Mobility test; Kligler; Simmons citrate; catalase and coagulase, H₂S tests) and the sensitivity test (Aromatogram) were realized. At the end of the experiments carried out, the results related to the phenotypic characterization (morphological and biochemical) show that:

- All Enterobacteriaceae were Gram-negative bacilli and the following species were identified (*Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi A*, *Shigella sonnei*, *Escherichia coli*, *Shigella spp*, *Serratia spp*, *Citrobacter diversus*).
- The lactobacilli were gram-positive streptobacilli, consisting of *Lactobacillus spp*.
- The staphylococci were Gram-positive consisting of the species *Staphylococcus aureus*.

It appears from the sensitivity test that, among the different extracts of functional foods, the ethanolic extracts are more effective than the ethereal and crude concentrated extracts.

The diameters of the highest zones of inhibition vary from 13 mm to 22 mm (13 mm in enterobacteriaceae respectively on the strains (S23; S26; S28; S68; S72 and S74), 14 mm in staphylococci, on the strain 1/16 and 22 mm in lactobacilli on strains S10 and S55), this was obtained with the ethanolic extract of *Syzygium aromaticum*. The concentrated, ethanolic, ether and crude extracts of *Apium graveolens* did not exert any antibacterial activity on all the bacteria tested.

KEYWORDS: characterization, phenotypic, antibiotic resistant, functional food.

RESUME: La présente étude a porté sur Caractérisation Phénotypique de Quelques bactéries antibiorésistantes isolées de divers échantillons des malades et sensibilité aux alicaments, à Kisangani, (Province de la Tshopo) RD Congo.

L'objectif principal était de faire la caractérisation phénotypique des bactéries antibiorésistantes et de tester leurs sensibilités aux alicaments (*Zingiber officinale*; *Solanum lycopersicum*; *Myristica fragrans*; *Apium graveolens*; *Carica papaya*; *Syzygium aromaticum* et *Curcuma longa*).

Dans le but d'atteindre nos objectifs, les tests morphologiques (coloration Gram), biochimiques (test de Mobilité Indole – Uréase; Kligler; Citrate de simmons; les tests de catalase et coagulase, H₂S) et le test de sensibilité (Aromatogramme) ont été réalisés.

A l'issue des expériences menées, les résultats en rapport avec la caractérisation phénotypique (morphologique et biochimique) montrent que:

- Toutes les entérobactéries ont été de bacilles Gram négatif et les espèces suivantes ont été identifiées (*Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi A*, *Shigella sonnei*, *Escherichia coli*, *Shigella spp*, *Serratia spp*, *Citrobacter diversus*).
- Les lactobacilles étaient de streptobacilles Gram positifs, constituées de *Lactobacillus spp*.
- Les staphylocoques étaient de Gram positifs constituées de l'espèce *Staphylococcus aureus*.

Il ressort de test de la sensibilité que, parmi les différents extraits d'aliments, les extraits éthanoliques sont plus efficaces que les extraits étherés et bruts concentrés.

Les diamètres des zones d'inhibition les plus élevés varient de 13 mm à 22 mm (13 mm chez les entérobactéries respectivement sur les souches (S23; S26; S28; S68; S72 et S74), 14 mm chez les staphylocoques, sur la souche 1/16 et 22 mm chez les lactobacilles sur les souches S10 et S55), ceux-ci ont été obtenus avec l'extrait éthanolique de *Syzygium aromaticum*. Les extraits, éthanoliques, étherés et brut concentrés d'*Apium graveolens* n'ont exercé aucune activité antibactérienne sur toutes les bactéries testées.

MOTS-CLEFS: caractérisation, phénotypique, antibiorésistante, aliment.

1 INTRODUCTION

La résistance des bactéries est un problème de santé mondiale, auquel l'humanité doit faire face à l'aube du troisième millénaire.

L'utilisation massive des antibiotiques durant les cinquante dernières années est la cause principale de l'apparition de souches résistantes, qui entraîne une prolongation des hospitalisations, une augmentation des dépenses médicales et une hausse de la mortalité [1; 10; 17; 19; 22; 35; 36].

Les antibiotiques ont permis de faire considérablement reculer la mortalité associée aux maladies infectieuses au cours du 20^e siècle. Hélas, leur utilisation massive et répétée, a conduit à l'apparition de bactéries résistantes à ces médicaments [2; 10; 17; 19; 22].

Ces résistances sont devenues massives et préoccupantes. Certaines souches sont multi résistantes, c'est-à-dire résistantes à plusieurs antibiotiques. D'autres sont même devenues toto-résistantes, c'est-à-dire résistantes à quasiment tous les antibiotiques disponibles. Ce phénomène, encore en augmentation constante, place les médecins dans une impasse thérapeutique: ils ne disposent plus d'aucune solution pour lutter contre l'infection [2; 3; 4].

Un nombre croissant d'infections, comme la pneumonie, la tuberculose ou la gonorrhée, la salmonellose, deviennent plus difficiles à traiter car les antibiotiques utilisés pour les soigner perdent leur efficacité [5; 6].

En février 2017, l'OMS a publié une liste de bactéries résistantes représentant une menace à l'échelle mondiale.

A. baumannii, *P. aeruginosa* et les entérobactéries productrices de bêta-lactamases à spectre élargi (BLSE) représentent ainsi une urgence critique car elles résistent à un grand nombre d'antibiotiques.

Six autres bactéries, dont *Staphylococcus aureus*, *Helicobacter pylori* (ulcères de l'estomac), les salmonelles et *Neisseria gonorrhoeae* (gonorrhée), représentent une urgence élevée.

Enfin, pour *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae* (otites) et les *Shigella spp.* (Dysenterie), l'urgence est modérée.

De plus l'agent de la tuberculose, *Mycobacterium tuberculosis*, multi résistant dans certaines parties du monde, fait l'objet d'un programme propre de l'OMS.

C'est pourquoi l'OMS, suivie par les grandes organisations internationales, préconise une vision globale de la lutte contre les bactéries antibiorésistantes.

Des recherches sont également menées pour tester des traitements alternatifs aux antibiotiques.

Aujourd'hui, le traitement à base de plantes revient au premier plan car l'efficacité des médicaments tels que les antibiotiques décroît [10; 17; 19; 22].

Un grand nombre de plantes aromatiques, médicinales, des plantes épicées et d'autres, possèdent des propriétés biologiques très intéressantes, qui trouvent une application dans divers domaines à savoir en médecine, pharmacie, cosmétologie et l'agriculture.

Cependant, l'évaluation des propriétés phytothérapeutiques comme antibactérienne demeure une tâche très intéressante et utile, en particulier pour les plantes d'une utilisation rare ou moins fréquente ou non connue dans la médecine et les traditions médicinales.

La présente étude a été entreprise pour combler cette insuffisance, dans l'optique d'évaluer l'impact de l'utilisation des alicaments sur la sensibilité des bactéries résistantes aux antibiotiques. C'est ainsi que nous avons pensé à la promotion de la recherche des quelques alicaments qui sont une de sources sûre pouvant contenir des substances antibactériennes.

Le présent travail a pour objectif de faire la caractérisation phénotypique des bactéries antibiorésistantes et de tester leurs sensibilités aux alicaments (*Zingiber officinale*; *Solanum lycopersicum*; *Myristica fragrans*; *Apium graveolens*; *Carica papaya*; *Syzygium aromaticum* et *Curcuma longa*).

Pour atteindre cet objectif général, nous avons dû spécifiquement:

- Faire quelques tests morphologiques et biochimiques des bactéries antibiorésistantes.
- Tester in vitro l'activité antibactérienne des différents extraits d'aliments sur les bactéries antibiorésistantes.
- Evaluer l'efficacité de ces aliments sur les bactéries antibiorésistantes.

La présente étude contribue à la valorisation des aliments en cherchant des substances naturelles bio-actives sur les agents bactériens de plus en plus résistants aux antibiotiques.

Ce travail revêt ainsi un intérêt particulier dans le domaine de la santé publique du fait qu'il traite un problème crucial auquel est confronté l'humanité toute entière dans son quotidien et peut rendre service aux autorités sanitaires qui doivent assurer le bien-être des populations.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MATÉRIEL

Au cours de notre étude portant sur la caractérisation phénotypique des bactéries antibiorésistantes et sensibilité aux aliments dans la région de Kisangani, nous avons utilisé le matériel bactériologique et végétal.

2.1.1 MATÉRIEL BACTÉRIOLOGIQUE

Le matériel bactériologique était constitué des 10 souches entérobactéries, 10 souches de lactobacilles et de 6 souches de staphylocoques. Ces bactéries ont été isolées par Lokonga (2019-2022) à partir des échantillons divers (sang, selles, sécrétions vaginales, urétrales, spermes, urine, etc.) des malades et conservées dans la gélose molle.

Ces bactéries ont été résistantes aux antibiotiques suivants: chloramphénicol, ampicilline, cefuro-clav, droxil, climed, pénicilline, ornidazol, rifampicine, négram, erythromycine, cefotaxime, bactrim, tazex, moxy-clav, ciproxin, tétracycline.

2.1.2 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel végétal faisant l'objet de notre travail est constitué de:



Fig. 1. Les espèces végétales utilisées : a) *Apium graveolens* (Apiaceae). b) *Solanum lycopersicum* (Solanaceae) c) *Zingiber officinale* (Zingiberaceae) d) *Syzygium aromaticum* (Myrtaceae) e) *Curcuma longa* (Zingiberaceae) f) *Carica papaya* (Caricaceae) g) *Myristica fragrans* (Myristicaceae) [23 ;24 ;25 ;26 ;27 ;28]

2.2 MÉTHODES

La caractérisation était basée sur l'étude des caractères phénotypiques des entérobactéries, des lactobacilles et des staphylocoques [7; 15; 16; 29; 30; 35; 36].

2.2.1 PRÉPARATION DES EXTRAITS

Pour obtenir les différents extraits des plantes, deux méthodes d'extraction au froid ont été utilisées, à savoir la méthode par reflux et la méthode d'extraction séquentielle par des solvants successifs [8; 30; 31; 32].

Il s'agit des extraits étherés, brut concentrés et éthanoliques [9; 33; 34]. Les alicaments utilisés ont été broyés dans un mortier avec pilon jusqu'à l'obtention des broyats.

2.2.1.1 EXTRAITS BRUT CONCENTRÉS

Cet extrait a été obtenu par la méthode de reflux dans laquelle le jus obtenu après pressage et filtrage. 10ml de jus était placé dans chaque tube stérile puis laisser évaporé dans l'étuve à 45°C jusqu'à l'obtention d'un volume de 2ml [8; 10; 17; 19; 22; 30; 31; 32].



Fig. 2. Extraits bruts concentrés

2.2.1.2 EXTRAITS ÉTHÉRÉS

L'éther de pétrole a servi de solvant d'extraction. 50 ml de solvant ont été versés en série dans les tubes à essai dans lesquels sont chaque fois épuisés 10 grammes des alicaments épluchés, pilé dans un mortier propre. Les mélanges ont été macérés pendant 48 heures et ensuite filtrés.

Les filtrats ont été enfin concentrés par évaporation jusqu'à 2 ml d'extrait dans chaque tube [11].

2.2.1.3 EXTRAITS ÉTHANOLIQUES

A 10 grammes du matériel végétal broyé, nous avons ajouté 50 ml de l'alcool 95%, et mis en macération pendant 48 heures. Après chaque extraction, le solvant était évaporé à l'air libre jusqu'à 2 ml d'extrait dans chaque tube [8; 10; 17; 19; 22; 30; 31; 32].

La figure 3 présente les extraits étherés et éthanolinolique des différents alicaments.



Fig. 3. Extraits étheré et éthanolinolique

2.2.2 TEST DE SENSIBILITÉ

2.2.2.1 PRÉPARATION DES DISQUES TESTS

Les disques ont été fabriqués à partir du papier filtre découpé grâce à un perforateur. On avait obtenu ainsi le disque de 7 mm de diamètre que nous avons stérilisé à l'autoclave à 121°C pendant 15 minutes, ensuite les disques stériles ont été imbibés aseptiquement des extraits à tester. Les boîtes contenant les disques ont été ainsi placés à l'étuve à 37°C pour le séchage complet des disques tests [12; 15; 16].

2.2.2.2 PRÉPARATION DE L'INOCULUM

Un aliquote d'une culture pure prélevée à l'aide d'une anse de platine stérile était émulsionnée dans 5 ml de bouillon nutritif. L'incubation était effectuée à l'étuve à 37°C jusqu'à l'obtention d'une opacité visible [10; 15; 16; 19].

2.2.2.3 ENSEMENCEMENT

On plonge un écouvillon stérile dans l'inoculum. L'excès de bouillon est rejeté par pression et rotation de l'écouvillon contre la paroi de tube. Ensuite, on étale l'inoculum sur la gélose de Mueller Hinton en faisant passer l'écouvillon deux ou trois fois sur toute la surface du milieu, en tournant chaque fois la boîte de 60°C, de façon à assurer un ensemencement uniforme, puis on laisse sécher les boîtes 15 minutes à 37°C [10; 15; 16; 19; 35; 36].

2.2.3 INDICE DE SIMILARITÉ

Pour déterminer la similitude des souches par rapport aux tests biochimiques utilisés, le coefficient de similitude de Jaccard a été utilisé. Ce coefficient varie entre 0-1. Lorsque ce coefficient tend vers 0, la similarité est faible et les deux souches sont différentes l'une de l'autre et lorsqu'il tend vers 1, il existe une forte similarité dans leurs caractères biochimiques. Ce coefficient a été déterminé à l'aide du logiciel Past.

2.2.4 ANALYSES STATISTIQUES

Le test ANOVA (analyse des variances) a été utilisé pour comparer les moyennes de diamètres d'inhibition de croissance de trois différents extraits d'aliments. Ce test a été appliqué par le logiciel R version 2.10.0.

3 RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1 CARACTERISATION PHÉNOTYPIQUE DES ENTEROBACTERIES, DES LACTOBACILLES ET DES STAPHYLOCOQUES

Pour confirmer l'identité des bactéries testées, la caractérisation a concerné quelques principaux tests morphologiques et biochimiques (Tableau 1, 3 et 4) des entérobactéries, lactobacilles et staphylocoques.

Tableau 1. Caractérisation morphologique et biochimique des entérobactéries

Souches	Caractères morphologique		Caractères biochimique								Identification
	Formes	Gram	M	I	U	C	G	L	H ₂ S	Gaz	
S04	Bâtonnet	-	+	-	-	-	+	-	+	-	<i>Salmonella typhi</i>
S11	Bâtonnet	-	-	-	-	+	+	-	-	-	<i>Shigella, spp</i>
S24	Bâtonnet	-	+	-	-	-	+	-	-	-	<i>Salmonella paratyphi A</i>
S26	Bâtonnet	-	-	-	-	-	+	-	-	-	<i>Shigella sonei</i>
S28	Bâtonnet	-	+	-	-	-	+	+	-	-	<i>Escherichia coli</i>
S48	Bâtonnet	-	+	-	-	+	+	-	-	+	<i>Serratia spp</i>
S56	Bâtonnet	-	-	-	-	-	+	-	-	-	<i>Shigella sonei</i>
S68	Bâtonnet	-	+	-	-	-	+	-	-	-	<i>Salmonella paratyphi A</i>
S72	Bâtonnet	-	+	+	-	+	+	-	-	+	<i>Citrobacter diversus</i>
S74	Bâtonnet	-	+	+	-	+	+	+	-	+	<i>Citrobacter diversus</i>

Légende: += positif; - = Négatif; IS = Indice de similarité, M= Mobilité; I = Indole; U = Uréase; C = Citrate, G = Glucose; L = Lactose; H₂S = Sulfure d'hydrogène.

Il ressort du tableau 1 que les entérobactéries observées sont des bacilles Gram négatif.

Les caractères biochimiques testés montrent que: 70% de bactéries sont mobiles, seules les bactéries S72 et S74 qui ont produit l'indole, toutes les bactéries n'ont pas produit l'uréase, 40% de bactéries ont utilisées le citrate, toutes les bactéries

ont fermentées le glucose, seules les bactéries S28 et S74 n'ont pas fermenté le lactose, seule la bactérie S4 qui a produit l'H₂S et 30% ont produits le gaz.

En les confrontant avec la clé d'identification de référence de Monica [16], nous avons abouti à l'identification des espèces ci-après: *Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi A* (2), *Shigella sonnei* (2), *Escherichia coli*, *Shigella spp*, *Serratia spp*, *Citrobacter diversus* (2).

Les données sur les caractères biochimiques des différentes entérobactéries, nous ont permis de calculer l'indice de similarité de Jaccard dont les valeurs sont reprises dans le tableau 2.

Tableau 2. Indice de similarité de Jaccard entre les souches de entérobactéries testées

Souches	S04	S11	S24	S26	S28	S48	S56	S68	S72	S74
S04	1,00									
S11	0,25	1,00								
S24	0,67	0,33	1,00							
S26	0,33	0,50	0,50	1,00						
S28	0,50	0,25	0,67	0,33	1,00					
S48	0,40	0,50	0,50	0,25	0,40	1,00				
S56	0,33	0,50	0,50	1,00	0,33	0,25	1,00			
S68	0,67	0,33	1,00	0,50	0,67	0,50	0,50	1,00		
S72	0,33	0,40	0,40	0,20	0,33	0,80	0,20	0,40	1,00	
S74	0,29	0,33	0,33	0,17	0,50	0,67	0,17	0,33	0,83	1

Il ressort du présent tableau que, les bactéries (S68, S24) et (S56, S26) présentent de forte similarité (IS=1). Par contre, on remarque de faible similarité entre les bactéries (S74, S26) et (S74, S56) du fait que leur IS= 0.17.

Le tableau 3 présente la caractérisation morphologique et biochimique des lactobacilles

Tableau 3. Caractérisation morphologique et biochimique des lactobacilles

Souches	Caractères morphologique		Caractères Biochimique			Identification
	Formes	Gram	Catalase	H ₂ S	Spores	
S10	Bâtonnet en chaîne	+	+	-	+	<i>Lactobacillus spp</i>
S19	Bâtonnet en chaîne	+	+	+	+	<i>Lactobacillus spp</i>
S21	Bâtonnet en chaîne	+	+	-	+	<i>Lactobacillus spp</i>
S29	Bâtonnet en chaîne	+	-	-	+	<i>Lactobacillus spp</i>
S32	Bâtonnet en chaîne	+	+	-	+	<i>Lactobacillus spp</i>
S36	Bâtonnet en chaîne	+	+	-	+	<i>Lactobacillus spp</i>
S46	Bâtonnet en chaîne	+	-	-	+	<i>Lactobacillus spp</i>
S55	Bâtonnet en chaîne	+	+	-	+	<i>Lactobacillus spp</i>
S70	Bâtonnet en chaîne	+	+	+	+	<i>Lactobacillus spp</i>
S71	Bâtonnet en chaîne	+	+	+	+	<i>Lactobacillus spp</i>

Le résultat présenté dans le tableau 3 montre que, les lactobacilles testés sont des grams positifs, 80 % sont catalase positive, 30% sont H₂S positif, 100 % produisent les spores. Ils appartiennent à l'espèce *Lactobacillus spp*.

Le résultat en rapport avec la caractérisation morphologique et biochimique des staphylocoques est présenté dans le tableau 4 ci-dessous.

Tableau 4. Caractérisation morphologique et biochimique des staphylocoques

Souches	Caractère morphologique		Caractère biochimique			Identification
	Formes	Gram	Coagulase	Catalase	DNase	
4K	Coques en amas	+	+	+	+	<i>S. aureus</i>
1/12	Coques en amas	+	+	+	+	<i>S. aureus</i>
1/16	Coques en amas	+	+	+	+	<i>S. aureus</i>
1/22	Coques en amas	+	+	+	+	<i>S. aureus</i>
S15	Coques en amas	+	+	+	+	<i>S. aureus</i>
S18	Coques en amas	+	+	+	+	<i>S. aureus</i>

Légende: + = positif et S = *Staphylocoques*

Le tableau 4 révèle que toutes les bactéries testées, sont des staphylocoques gram positif, coagulase positive, catalase positive et DNase positive. Elles appartiennent de ce fait à l'espèce *Staphylococcus aureus* [13].

3.2 TEST DE SENSIBILITÉ

3.2.1 SENSIBILITE DES BACTERIES AUX EXTRAITS ÉTHANOLIQUES

3.2.1.1 SENSIBILITE DES ENTEROBACTERIES AUX EXTRAITS ÉTHANOLIQUES.

Les activités antibactériennes des extraits éthanoliques de *Zingiber officinale* (ZO); *Solanum lycopersicum* (SL); *Myristica fragrans*; *Apium graveolens* (AG); *Carica papaya* (CP); *Syzygium aromaticum* (SA); et *Curcuma longa* (CL) sur les entérobactéries sont reprises dans les tableaux 5.

Tableau 5. L'activité antibactérienne des extraits éthanoliques des alicaments sur les entérobactéries

Souches	ZO (mm)	SL (mm)	MF (mm)	AG (mm)	CP (mm)	SA (mm)	CL (mm)
S04	0	8	0	0	0	12	0
S11	0	3	0	0	0	11	0
S24	0	0	3	0	0	13	0
S26	0	4	1	0	0	13	0
S28	0	4	1	0	0	13	0
S48	0	3	3	0	0	10	0
S56	0	0	0	0	0	11	0
S68	0	3	3	0	0	13	0
S72	0	3	0	0	0	13	0
S74	0	0	1	0	0	13	0

Le tableau 5 montre que les extraits éthanoliques pour *Solanum lycopersicum*, *Myristica fragrans*, et *Syzygium aromaticum* ont exercé des activités antibactériennes presque sur la majorité des entérobactéries testées. Il est observé dans ce tableau que le *Syzygium aromaticum* présente une zone d'inhibition maximale de 13mm de diamètre respectivement sur les souches S24; S68; 26; S28; S72 et S74. Par contre, les extraits éthanoliques de *Zygiiber officinal*, *Apium graveolens* et *Curcuma longa* n'ont exercé aucune activité antibactérienne sur les entérobactéries testées.

En comparant nos résultats avec ceux de Lokonga et al. [19] qui ont obtenu des zones d'inhibition de 2 mm autour des souches S2 et S3 de *Salmonella*. Cette valeur est inférieure à la plupart de nos valeurs (3mm; 4mm et 8mm) respectivement autour des souches (S11, S48, S68, S72, S26, S28 et S04). Par contre, leur valeur est supérieure à certaines de nos valeurs (0mm) autour S24, S56 et S74 pour les 2 alicaments (*Solanum lycopersicum* et *Myristica fragrans*).

Par ailleurs leur valeur (2mm) est de loin inférieure aux valeurs de *Syzygium aromaticum* (10 à 13mm) autour de toutes nos souches.

Ces divergences peuvent s'expliquer par la nature des alicaments utilisés et aussi par les espèces bactériennes utilisées.

Par rapport à Lokonga et al. [22], qui ont trouvé des zones d'inhibition de 9 mm de diamètre, supérieure à nos valeurs (0 à 8mm) pour les alicaments (*Solanum lycopersicum* et *Myristica fragrans*).

Cependant cette valeur est inférieure aux valeurs *Syzygium aromaticum* autour de toutes nos souches (10 à 13mm).

En référence à Etobo [14] qui avait observé le diamètre de 15 mm sur la souche E8 et qui est supérieur à toutes nos valeurs pour toutes les espèces. Cette divergence s'explique par la nature des plantes utilisées.

3.2.1.2 SENSIBILITE DES LACTOBACILLES AUX EXTRAITS ÉTHANOLIQUES.

Les activités antibactériennes des extraits éthanolique de *Zingiber officinale* (ZO); *Solanum lycopersicum* (SL); *Myristica fragrans* (MF); *Apium graveolens* (AG); *Carica papaya* (CP); *Syzygium aromaticum* (SA); *Curcuma longa* (CL) sur les lactobacilles sont reprises dans le tableau 6.

Tableau 6. L'activité antibactérienne des extraits éthanoliques des alicaments sur les lactobacilles

Souches	ZO (mm)	SL (mm)	MF (mm)	AG (mm)	CP (mm)	SA (mm)	CL (mm)
S10	0	8	3	0	0	22	0
S19	0	16	3	0	7	17	0
S21	0	3	4	0	5	13	0
S29	0	3	0	0	0	13	0
S32	0	8	3	0	0	14	0
S36	0	2	3	0	0	17	0
S46	0	7	3	0	0	15	0
S55	0	6	4	0	0	22	0
S70	0	5	5	0	0	12	0
S71	0	7	3	0	0	17	0

Il ressort du tableau 6 que seuls les extraits éthanolique de *Solanum lycopersicum*, *Myristica fragrans*, et *Syzygium aromaticum* ont exercé des activités antibactériennes presque sur la majorité des souches testées, avec des zones d'inhibition maximale de 16 mm, 5 mm et 22 mm de diamètre. Et celui de *Carica papaya* n'a exercé des activités antibactériennes que sur les souches S19 et S21. Il est observé dans ce tableau que le *Syzygium aromaticum* présente une zone d'inhibition maximale élevée de 22mm de diamètre sur les souches S10 et S55.

Kaddour [18] avait testé l'extrait phénolique d'ail sur la croissance des bactéries lactiques (*Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaris*) aux quels toutes les deux souches testées ont été insensibles. Cela peut s'expliquer par les solvants, les ressources morphogénétiques et les souches testées.

3.2.1.3 SENSIBILITE DES SOUCHES DES STAPHYLOCOQUES AUX EXTRAITS ÉTHANOLIQUES.

Les activités antibactériennes des extraits éthanolique de *Zingiber officinale* (ZO); *Solanum lycopersicum* (SL); *Myristica fragrans*; *Apium graveolens* (AG); *Carica papaya* (CP); *Syzygium aromaticum* (SA); *Curcuma longa* (CL) sur les staphylocoques sont reprises dans le tableau 7.

Tableau 7. L'activité antibactérienne des extraits éthanoliques des alicaments sur les staphylocoques

Souches	ZO (mm)	SL (mm)	MF (mm)	AG (mm)	CP (mm)	SA (mm)	CL (mm)
4K	0	0	0	0	0	5	2
1/12	0	0	3	0	0	5	2
1/16	0	8	3	0	5	14	0
1/22	0	3	0	0	0	6	0
S15	0	3	0	0	0	8	3
S18	0	5	3	0	0	12	0

Il ressort du tableau 7 en rapport avec les extraits éthanoliques sur staphylocoques que, le diamètre le plus élevé est réalisé par *Syzygium aromaticum*, soit 14 mm sur la souche S16. Seuls les extraits de *Zingiber officinale* et *Solanum lycopersicum* qui n'ont présenté aucune activité antibactérienne.

En comparant nos résultats avec ceux de Lokonga et al. [19], qui avaient obtenu à partir l'extrait éthéré de *Brassica oleracea* une zone d'inhibition de 17 mm autour de la souche S4 de Staphylocoques. Cette valeur est supérieure à toutes nos valeurs obtenues sur toutes nos souches. Cette divergence s'explique par la nature des alicaments utilisés.

3.2.2 SENSIBILITE DES ENTEROBACTERIES, DES LACTOBACILLES ET DES STAPHYLOCOQUES AUX EXTRAITS ÉTHÉRES

3.2.2.1 SENSIBILITE DES ENTEROBACTERIES AUX EXTRAITS ÉTHÉRES.

Le tableau 8 présente les activités antibactériennes des extraits éthéré de *Zingiber officinale* (ZO); *Solanum lycopersicum* (SL); *Myristica fragrans*; *Apium graveolens* (AG); *Carica papaya* (CP); *Syzygium aromaticum* (SA); et *Curcuma longa* (CL).

Tableau 8. L'activité antibactérienne des extraits éthérés des alicaments sur les entérobactéries

Souches	ZO (mm)	SL (mm)	MF (mm)	AG (mm)	CP (mm)	SA (mm)	CL (mm)
S04	0	0	3	0	0	2	0
S11	0	0	1	0	0	3	0
S24	0	0	3	0	0	0	0
S26	0	0	0	0	0	0	0
S28	0	0	0	0	0	3	0
S48	0	0	1	0	0	3	0
S56	0	0	1	0	0	4	0
S68	0	0	0	0	0	0	0
S72	0	0	0	0	0	3	0
S74	0	0	0	0	0	0	0

Le tableau 8 montre que parmi les alicaments utilisés, seuls les extraits éthérés de *Myristica fragrans* et *Syzygium aromaticum* qui ont exercé des activités antibactériennes respectivement sur 50% et 60% des souches testées. Et elles présentent des zones d'inhibition maximal de 3 mm de diamètre pour *Myristica fragrans* respectivement sur les souches S4 et S24 et de 4 mm de diamètre pour *Syzygium aromaticum* respectivement sur la souche S56.

En confrontant nos résultats avec ceux de Lokonga et al. [17], qui avaient observé une zone d'inhibition de 18mm de diamètre sur la souche S7 obtenu de l'extrait éthéré d'*allium cepa*. Cette valeur est supérieure à nos valeurs obtenues sur toutes nos souches.

Cette différence s'explique par la nature des alicaments utilisés et par les souches testées.

Contrairement à Lokonga et al. [17], qui n'ont observé aucune activité antibactérienne pour les extraits éthérés. Cette divergence s'explique par la nature des plantes utilisées et par les souches testées.

3.2.2.2 SENSIBILITE LACTOBACILLES AUX EXTRAITS ÉTHÉRES.

Les activités antibactériennes des extraits éthérés de *Zingiber officinale* (ZO); *Solanum lycopersicum* (SL); *Myristica fragrans*; *Apium graveolens* (AG); *Carica papaya* (CP); *Syzygium aromaticum* (SA); *Curcuma longa* (CL) sur les souches de lactobacilles sont reprises dans le tableau 9.

Tableau 9. Activité antibactérienne des extraits éthérés des alicaments sur les lactobacilles

Souches	ZO (mm)	SL (mm)	MF (mm)	AG (mm)	CP (mm)	SA (mm)	CL (mm)
S10	0	1	5	0	0	6	0
S19	3	5	6	0	0	4	0
S21	0	0	5	0	0	6	0
S29	0	0	3	0	0	6	0
S32	0	0	6	0	0	6	0
S36	0	0	3	0	0	8	0
S46	0	3	0	0	0	3	0
S55	0	4	0	0	0	4	2
S70	3	3	4	0	0	9	3
S71	0	3	5	0	0	8	3

Il ressort du tableau 9 que sur 7 plantes testées, seuls les extraits éthérés de *Apium graveolens* et *Carica papaya* qui n'ont exercé aucune activité antibactérienne sur les souches testées. Par contre, les extraits éthérés de *Zingiber officinale*, *Solanum lycopersicum*, *Myristica fragrans*, *Syzygium aromaticum* et *Curcuma longa* ont exercé des activités antibactériennes respectivement sur 20%, 70%, 80%, 100% et 30% des souches testées. Et la zone d'inhibition élevée est réalisée par *Syzygium aromaticum* sur la souche S36 (8mm de diamètre).

3.2.2.3 SENSIBILITE DES STAPHYLOCOQUES AUX EXTRAITS ÉTHÉRES

Les activités antibactériennes des extraits éthérés de *Zingiber officinale* (ZO); *Solanum lycopersicum* (SL); *Myristica fragrans*; *Apium graveolens* (AG); *Carica papaya* (CP); *Syzygium aromaticum* (SA); et *Curcuma longa* (CL) sur les souches de *S. aureus* sont reprises dans le tableau 10.

Tableau 10. Activité antibactérienne des extraits éthérés des alicaments sur les staphylocoques

Souches	ZO (mm)	SL (mm)	MF (mm)	AG (mm)	CP (mm)	SA (mm)	CL (mm)
4K	0	0	0	0	3	2	0
1/12	0	0	0	0	3	2	0
1/16	0	0	5	0	0	0	0
1/22	0	3	0	0	0	0	0
S15	0	0	0	0	3	3	0
S18	0	0	3	0	0	0	0

Il ressort du tableau 10 en rapport avec les extraits éthérés que; les extraits éthérés de *Zingiber officinale* et de *Curcuma longa* n'ont exercé aucune activité antibactérienne sur les souches testées. La zone d'inhibition supérieure est réalisée par *Myristica fragrans* (5mm).

En confrontant nos résultats avec ceux de Lokonga et al. [19], qui avaient trouvé un diamètre d'inhibition maximum de 30 mm sur la souche S7, obtenu de l'extrait éthéré de *Brassica oleracea* (chou). Cette valeur est de loin supérieure à nos valeurs obtenues sur nos différentes souches. Cette différence s'explique par la nature des alicaments utilisés.

3.2.3 SENSIBILITE DES ENTEROBACTERIES, LACTOBACILLES ET DE STAPHYLOCOQUES AUX EXTRAITS BRUTS CONCENTRES

3.2.3.1 SENSIBILITE DES ENTEROBACTERIES AUX EXTRAITS BRUTS CONCENTRES

Le résultat en rapport avec la sensibilité des souches des entérobactéries aux extrait brut concentré de *Zingiber officinale* (ZO); *Solanum lycopersicum* (SL); *Myristica fragrans*; *Apium graveolens* (AG); *Carica papaya* (CP); *Syzygium aromaticum* (SA); et *Curcuma longa* (CL) est repris dans le tableau 11 ci-dessous:

Tableau 11. Activité antibactérienne des extraits bruts concentrés sur les entérobactéries

Souches	ZO (mm)	SL (mm)	MF (mm)	AG (mm)	CP (mm)	SA (mm)	CL (mm)
S04	0	0	0	0	3	3	0
S11	0	0	0	0	3	5	0
S24	0	0	0	0	4	8	0
S26	0	0	0	0	2	5	0
S28	0	0	0	0	4	4	0
S48	0	0	0	0	0	0	0
S56	0	0	0	0	4	3	0
S68	0	0	0	0	10	2	0
S72	0	0	0	0	5	3	0
S74	0	0	0	0	3	3	0

Le tableau 11 montre que seul les extraits bruts concentrés de *Carica papaya* et *Syzygium aromaticum* qui ont exercé des activités antibactériennes sur la majorité des souches testées. Et elles présentent des zones d'inhibition maximales de 10 mm pour *Carica papaya* et 8mm pour *Syzygium aromaticum*.

En comparant nos résultats avec ceux de Lokonga et al. [17], qui avaient trouvé un diamètre d'inhibition de 4mm sur la souche S2 obtenu avec l'extrait brut concentré d'*Allium cepa*. Cette valeur est inférieure à nos valeurs obtenues des extraits bruts concentrés de *Carica papaya* qui sont de 10 mm respectivement sur la souche S68 et de *Syzygium aromaticum* qui est de 8 mm sur la souche S24.

Etobo [14], avait obtenu un diamètre d'inhibition de 16 mm sur la souche E8. Cette valeur est supérieure à nos valeurs obtenues sur toutes nos souches.

Ces différences s'expliquent d'une part, par la nature des plantes utilisées et d'autre part, par les espèces bactériennes testées.

3.2.3.2 SENSIBILITE DES LACTOBACILLES AUX EXTRAITS BRUTS CONCENTRES

Le tableau 12 présente le résultat en rapport avec la sensibilité des lactobacilles aux extrait brut concentré de *Zingiber officinale* (ZO); *Solanum lycopersicum* (SL); *Apium graveolens* (AG); *Carica papaya* (CP); *Syzygium aromaticum* (SA); et *Curcuma longa* (CL).

Tableau 12. Activité antibactérienne des extraits bruts concentrés des alicaments sur les lactobacilles

Souches	ZO (mm)	SL (mm)	MF (mm)	AG (mm)	CP (mm)	SA (mm)	CL (mm)
S10	0	0	0	0	0	3	0
S19	0	0	0	0	0	2	0
S21	0	0	0	0	0	4	0
S29	0	0	0	0	0	5	0
S32	0	0	0	0	0	8	0
S36	0	0	0	0	0	1	0
S46	0	0	0	0	0	6	0
S55	0	0	0	0	0	3	2
S70	0	0	0	0	13	3	3
S71	0	0	0	0	0	5	3

Il ressort du tableau 12 que seul l'extrait brut concentré de *Syzygium aromaticum* qui a exercé des activités antibactériennes sur toutes les souches testées, avec une zone d'inhibition maximale de 8mm de diamètre. Par contre, l'extrait de *Carica papaya* n'a exercé des activités antibactériennes que sur la souche S70 et *Curcuma longa* l'a exercé sur les souches S55, S70 et S71.

3.2.3.3 SENSIBILITE DES STAPHYLOCOQUES AUX EXTRAITS BRUTS CONCENTRES

Le tableau 13 présente le résultat en rapport la sensibilité des staphylocoques aux extraits bruts concentrés de *Zingiber officinale* (ZO); *Solanum lycopersicum* (SL); *Apium graveolens* (AG); *Carica papaya* (CP); *Syzygium aromaticum* (SA); et *Curcuma longa* (CL).

Tableau 13. *Activité antibactérienne des extraits bruts concentrés des alicaments sur les staphylocoques*

Souches	ZO (mm)	SL (mm)	MF (mm)	AG (mm)	CP (mm)	SA (mm)	CL (mm)
4K	0	0	0	0	13	8	4
1/12	0	0	0	0	13	5	4
1/16	0	0	0	0	15	10	0
1/22	0	0	0	0	9	8	3
S15	0	0	0	0	13	9	0
S18	0	0	0	0	11	5	2

Le tableau 13 montre que les extraits bruts concentrés de *Carica papaya*, *Syzygium aromaticum* et *Curcuma longa* qui ont exercé des activités antibactériennes sur la majorité des souches testées. Par contre ceux de *Zingiber officinale*, *Solanum lycopersicum*, *Myristica fragrans* et *Apium graveolens* n'ont exercé aucune activité antibactérienne. La zone d'inhibition supérieure est réalisée par *Carica papaya* (15 mm).

Lokonga et al. [19], avaient trouvé que l'extrait brut concentré de *Brassica oleracea* avait inhibé la souche S6 d'un diamètre d'inhibition maximum de 18 mm. Cette valeur est supérieure à nos valeurs obtenues sur toutes les souches. Cette différence s'explique par la nature des alicaments utilisés.

Le graphique 4 ci-dessous, présente les diamètres d'inhibition maximales des extraits d'aliments utilisés.

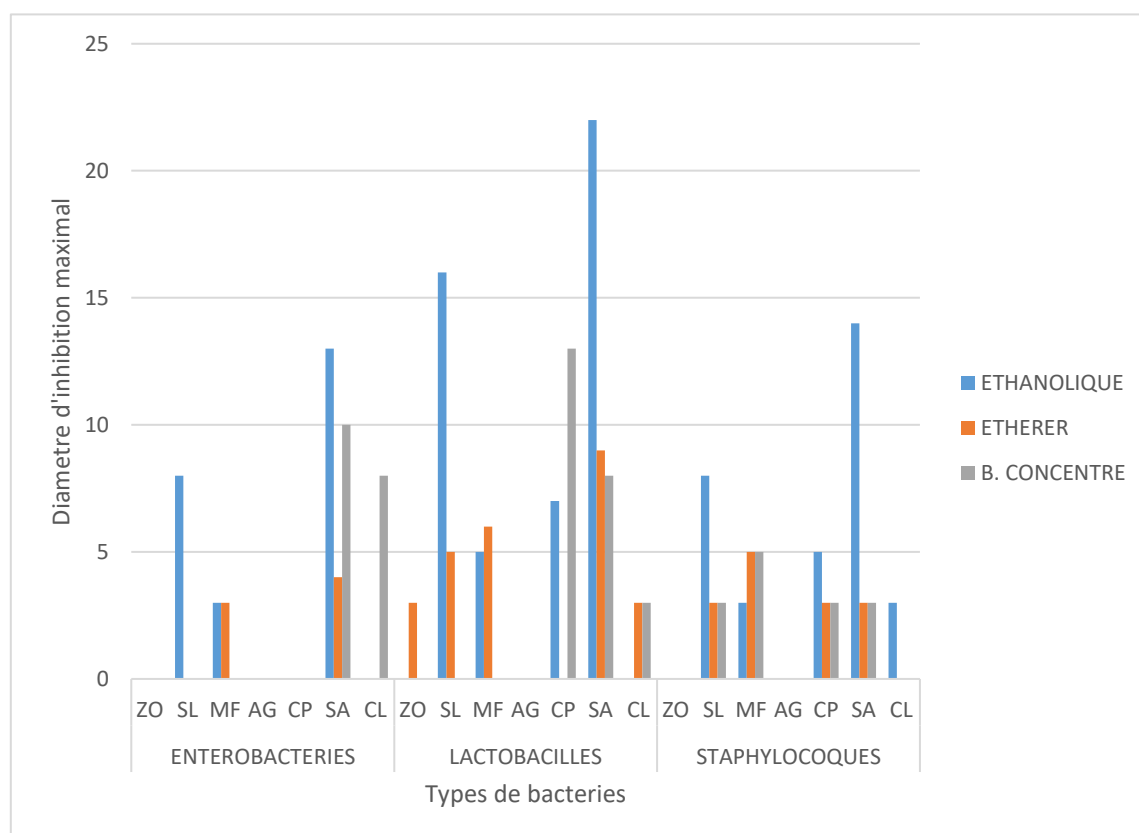


Fig. 4. *Variation de Diamètres d'inhibitions des différents extraits d'aliments: Zingiber officinale (ZO); Solanum lycopersicum (SL); Myristica fragrans (MF); Apium graveolens (AG); Carica papaya (CP); Syzygium aromaticum (SA); Curcuma longa (CP)*

Partant de cette figure, nous remarquons premièrement que, les extraits éthanoliques ont une activité antibactérienne supérieure par rapport aux autres extraits. Nous remarquons aussi que, les extraits (éthanoliques et étherés) de *syzygium aromaticum* exercent plus d'activités antibactériennes sur les entérobactéries, lactobacilles et staphylocoques testés.

Ces résultats sont semblables à ceux de Kumba [9], qui a trouvé que l'extrait éthanolique, avait exercé des activités antibactériennes supérieures par rapport aux autres extraits (éther diéthylique et éther de pétrole). Lokonga et al. [19], ont trouvé dans leurs résultats que les extraits étherés ont été plus actifs, suivi des extraits éthanoliques et bruts concentrés.

Selon Ouattara *et al.* [20], un extrait est considéré actif lorsqu'il induit une zone d'inhibition supérieure ou égale à 10mm. Cela indique clairement l'efficacité des extraits éthanoliques sur les bactéries testées.

Les bactéries à Gram négatif sont dotées d'une structure à plusieurs couches et ont une membrane externe composée de lipopolysaccharides avec une teneur en graisses plus élevée dans la paroi cellulaire, ce qui permet moins d'interaction avec les extraits Amado *et al.* [21], Cela nous a permis de justifier la résistance et l'absence de zone d'inhibition chez les entérobactéries testées par les extrais éthanoliques, étherés et bruts concentrés des différents alicaments.

En comparants nos différents extraits du point de vu statistique (éthanoliques, étherés et bruts concentrés), le test ANOVA de comparaison de moyennes a montré qu'il n'existe pas de différences significative entre ces extraits que ce soit chez les entérobactéries ($F = 0.92$, denom $df = 9.2096$, $p\text{-value} = 0.4293$), les lactobacilles ($F = 1.0908$, denom $df = 10.431$, $p\text{-value} = 0.3714$) et les staphylocoques ($F = 0.84218$, denom $df = 9.6656$, $p\text{-value} = 0.4601$).

4 CONCLUSION ET SUGGESTIONS

La présente étude a porté sur Caractérisation Phénotypique de quelques bactéries antibiorésistantes isolées de divers échantillons des malades et sensibilité aux alicaments, à Kisangani (Province de la Tshopo) RD Congo.

L'objectif principal était de faire la caractérisation phénotypique des bactéries antibiorésistantes et de tester leurs sensibilités aux alicaments (*Zingiber officinale*; *Solanum lycopersicum*; *Myristica fragrans*; *Apium graveolens*; *Carica papaya*; *Syzygium aromaticum* et *Curcuma longa*).

Dans le but d'atteindre nos objectifs, les tests ci-après ont été réalisés:

- Test morphologique tel que la coloration Gram;
- Test biochimique (test de Mobilité Indole – Uréase; Kligler; Citrate de simmons pour les entérobactéries; le test de catalase, H_2S ainsi que la production de spores pour les lactobacilles ainsi que les tests de catalase, coagulase et DNase pour les Staphylocoque);
- Test de sensibilité (Aromatogramme).

A l'issu des expériences menées, les résultats en rapport avec la caractérisation phénotypique (morphologique et biochimique) montrent que:

- Toutes les entérobactéries ont été des bacilles Gram négatif et les espèces suivantes ont été identifiées (*Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi A*, *Shigella sonnei*, *Escherichia coli*, *Shigella spp*, *Serratia spp*, *Citrobacter diversus*).
- Les lactobacilles étaient de streptobacilles Gram positif, constituées de *Lactobacillus spp*.
- Les staphylocoques étaient de Gram positif constituées de l'espèce *Staphylococcus aureus*.

L'étude de la sensibilité des souches aux différents extraits d'aliments révèle que les extraits éthanoliques sont plus efficaces que les extraits étherés et bruts concentrés.

Les diamètres d'inhibitions les plus élevés varient de 13 mm à 22 mm (13 mm chez les entérobactéries, respectivement sur les souches (S23; S26; S28; S68; S72 et S74), 14 mm chez les staphylocoques, sur la souche 1/16 et 22 mm chez les lactobacilles sur les souches S10 et S55), ceux-ci ont été obtenus avec l'extrait éthanolique de *Syzygium aromaticum*.

Les extraits, éthanoliques, étherés et bruts concentrés d'*Apium graveolens* n'ont exercé aucune activité antibactérienne sur toutes les bactéries testées. Ceci pourrait s'expliquer par la faible concentration des principes actifs dans les solvants utilisés et par conséquent, les extraits ont été moins susceptibles d'exercer une activité inhibitrice efficace sur la croissance des bactéries.

Comme tout autre travail scientifique, le présent travail a aussi ses lacunes qui doivent être comblées, ainsi donc nous suggérons ce qui suit:

Aux chercheurs:

- De ne pas seulement travailler uniquement sur les caractéristiques morphologiques et biochimiques mais plutôt d'approfondir les travaux en se basant sur la caractérisation génotypique pour une identification plus rigoureuse;
- De tester également la sensibilité de ces germes aux huiles essentielles extraites de ces alicaments;
- Utiliser d'autres solvants organiques qui peuvent libérer le principe actif;
- Nous souhaitons que les études ultérieures soient menées sur l'extraction et la purification des principes actifs responsables de l'inhibition de la croissance des bactéries manifestant une multi résistance aux antibiotiques;
- Utiliser d'autres alicaments pour tester leurs sensibilités sur les bactéries.

REFERENCES

- [1] Grimont P.A.D., and Weill F.-X., 2007. Antigenic Formulae of the Salmonella Serovars. 9th edition, WHO Collaborating Centre for Reference and Research on Salmonella.
- [2] Benacer D., Kwai lin T., Haruo W., Savithri D.P., 2010. Characterization of drug-resistant Salmonella enteric serotype Typhimurium by antibiograms, plasmids, integrons, resistance genes, and PFGE. J. Microbiol. Biotechnol., 20 (6): 1042-1052.
- [3] Rodrigue D.C., Tauxe R.V et Rowe B., 1990. International increase in Salmonella enteritidis: a new pandemic, Epidemiology Infect, 1, 21-27.
- [4] Bertrand R. B., 2003. Etude de la contamination des milieux internes de l'œuf par salmonella sérotype Enteritidis. Thèse, École Nationale Vétérinaire D'Alfort, 106p.
- [5] Wain J, Hendriksen RS, Mikoleit M, 2014. Typhoid Fever. The Lancet 2014; 385 (9973): 1136-1145.
- [6] Foley SL, Nayak R, Hanning IB, Johnson TJ, Han J, Ricke SC 2011. Population dynamics of Salmonella enterica serotypes in commercial egg and poultry production. Appl. Environ. Microbiol, 77: 13, 4273-4279.
- [7] Delarras, C. 2007. Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyses ou de contrôle sanitaire. Ed. EM inter, TEC&Doc. Lavoisier. 476P.
- [8] Adams et Wilcok, 1968. Laboratory experiments in organic chemistry. 5^e edition, The Macmillan, London, pp. 101-123.
- [9] Kumba, L., 1999: Évaluation de l'activité bactérienne in-vitro de quelques plantes médicinales sur les souches de *Staphylococcus aureus* résistantes aux antibiotiques courant à Kisangani. Mémoire inédit, fac. Sc., Unikis, 31p.
- [10] O. Lokonga and M. Dasangba Caractérisation phénotypique des entérobactéries antibiorésistantes isolées des voies urogénitales et sensibilité aux extraits des alicaments (*Allium sativum*, *Allium schoenoprasum*, *Allium cepa* et *Allium porrum*) à Kisangani (Province de la Tshopo, RD Congo) In International Journal of Innovation and Applied Studies ISSN 2028-9324 Vol. 29 No. 4 Jul. 2020, pp. 1015-1026 © 2020 Innovative Space of Scientific Research Journals <http://www.ijias.issr-journals.org/>.
- [11] Haran, K. P., S. M. Godden, D. Boxrud, S. Jawahir, J. B. Bender, and S. Sreevatsan, 2012. Prevalence and Characterization of *Staphylococcus Aureus*, Including Methicillin-Resistant *Staphylococcus Aureus*, Isolated from Bulk Tank Milk from Minnesota Dairy Farms. Journal of Clinical Microbiology, Vol 50 no 3. P 688–95.
- [12] Biomerieux, 1980: Bactériologie, Mercy-étoile, France, 179p.
- [13] Okon, K. O., N. B. Adamu, U. M. Askira, T. M. Isyaka, S. G. Adamu, and A. Mohammed, 2014: Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) Colonization Rate among Ruminant Animals Slaughtered for Human Consumption and Contact Persons in Maiduguri, Nigeria. African Journal of Microbiology Research, Vol 8; no 27. P 2643–2649.
- [14] Etobo, K., 2012: Etude de l'activité bactérienne des extraits de quelques plantes médicinales sur les souches bactériennes résistantes aux antibiotiques courants à Kisangani (RDC), thèse inéd. UNIKIS, 142P.
- [15] Monica. C. 2000. District laboratory practice in tropical countries part 2. Ed. Cambridge university press 435P.
- [16] Monica. C. 2014. District laboratory practice in tropical countries Second Edition. part 2. Ed. Cambridge university press, 434P.
- [17] Lokonga O., Kumbonyeki I., and Etobo K., 2020. Caractérisation Phénotypique des Souches de *Salmonella* Antibiorésistantes et Sensibilité aux Extraits des Alicaments (*Brassica oleracea*; *Allium cepa*; *Allium schoenoprasum* et le Miel) à Kisangani (Province de la Tshopo, RDC) In International Journal of Innovation and Scientific Research ISSN 2351-8014 Vol. 51 No. 2 Nov. 2020, pp. 61-74 © 2020 Innovative Space of Scientific Research Journals <http://www.ijisr.issr-journals.org/>.
- [18] Kaddour, 2009. Effet des extraits Phénolique d'ail (*Allium sativum*) sur la croissance des bactéries lactiques (*Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*). Master université Add El Hannid Ibn Badii, Algérie, 45p.
- [19] Lokonga O., Musole N^o and Kumba L., 2024. Caractérisation phénotypique des souches de staphylocoques antibiorésistantes isolées des voies uro-génitales et sensibilité aux alicaments (*Brassica oleracea*; *Allium cepa*; *Allium*

- schoenoprasum*; *Allium sativum* et le Miel) à Kisangani (Province de la Tshopo, RD Congo) IN International Journal of Innovation and Applied Studies ISSN 2028-9324 Vol. 43 N°.1 Jul. 2024, pp.1-13.
- [20] Ouattara, K., Doumbia, I., Touré, A., Djaman, A. J., & Coulibaly, A. 2013. Activité antibactérienne des extraits des feuilles de *Morinda morindoides* (*Morinda*, Rubiaceae) sur *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*. *Phytothérapie*, 11 (3), 172–177. Doi: 10.1007/s10298-013-0780-z.
- [21] Amado, D. A. V., Hermann, G. A. B., Detoni, A. M., Carvalho, S. L. C. de, Aguiar, C. M. de, Martin, C. A., Cottica, S. M., 2019. Antioxidant and antibacterial activity and preliminary toxicity analysis of four varieties of avocado (*Persea americana* Mill.). *Brazilian Journal of Food Technology*, 22 (0). Doi: 10.1590/1981-6723.04418.
- [22] Lokonga O., Kwembe K., and Osenge N. 2020. Screening chimique et étude de l'activité antibactérienne de cinq plantes médicinales (*Anthonotha macrophylla*, *Azadirachta indica*, *Trema orientalis*, *Citruslimon* et *Ananas comosus*) sur les souches de *salmonella* antibioresistantes a kisangani (rd congo) in International Journal of Innovation and Scientific Research ISSN 2351-8014 Vol. 48 No. 2 May 2020, pp. 70-87. © 2020 Innovative Space of Scientific Research Journals <http://www.ijisr-issr-journals.org/>.
- [23] Abavomi S, 2010: plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique, édition Karthala, 2PemePédition, pp13-22.
- [24] Judd W S, Cambell C S., A. K E, P S, 2002. Botanique Systématique Une Perspective Phylogénétique Paris, De Boeck Université. 467P.
- [25] Guignard J L, 2000. Biochimie Végétale. 274p.
- [26] Gérard 2011- Caractéristique botanique.
- [27] Abbayes H, Chadeaud M, Ferre Y, Feldmann J, Gaussen H, Grasse P P, Leredde M C, Ozenda P, Prevot A R, 1963. Botanique Anatomie Cycles évolutifs_systématique, Masson et Cie.
- [28] Claude SASTRE, Anne BREUIL. Phanérogames: Angiospermes: Dicotylédones: les Caricacées. In Plantes, milieux et paysages des Antilles françaises: Ecologie, biologie, identification, protection et usages. Mèze: collection Parthénopé, 2007. P491-492.
- [29] Renaud V, (2003). Tomate. Tous les légumes courants, rares ou méconnus cultivables sous nos climats. Ulmer. Paris, Ulmer: 135-137.
- [30] WHO 2003. Manual for the laboratory identification and antimicrobial susceptibility testing of bacterial pathogens of public health importance in the developing world, p. 103 - 162.
- [31] Wagner, H., Blandt, S., Zgainski, E., 1984. Plant Drug Analysis. Sprig-Verlag, Nex-York, 320 p.
- [32] Bolou G.E.K, Attioua B., N'guessan A.C., Coulibaly A., N'guessan J.D. et Djaman A.J., 2011. Évaluation in vitro de l'activité antibactérienne des extraits de *Terminalia glaucescens* planch sur *Salmonella typhi* et *Salmonella typhimurium* in Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège, Vol. 80, p. 772 – 790.
- [33] Belhaj O., I. El Abbadi, T. Ouchbani, 2016: Contribution à l'étude de l'activité antibactérienne du miel naturel d'origine marocaine. 22p.
- [34] Werckenthin, Christiane, Marisa Cardoso, Jean-Louis Martel, and Stefan Schwarz, 2001: Antimicrobial Resistance in *Staphylococci* from Animals with Particular Reference to Bovine *Staphylococcus aureus*, Porcine *Staphylococcus Hyicus*, and Canine *Staphylococcus Intermedius*.« Veterinary Research, vol 32, no 3–4. P 341–362.
- [35] Avril J.; Dabernat H.; Denis F. Et Monteil H. 2000. Bactériologie clinique. 3^{ème} édition. Ellipses. Paris. P171-229.
- [36] Carbonnelle. B; Densi. F; Marmonier. A; Vargue.R, 1987. Bactériologie Médicale techniques usuelles édition SIMEP, pp 133-180.

La communauté internationale et la commémoration du génocide rwandais de 1994

[The international community and the commemoration of the 1994 Rwandan genocide]

Sadiki Nyembo Lucien

Relations internationales, Université de Likasi, RD Congo

Copyright © 2025 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: On Sunday, April 7, 2023, Rwanda commemorated the 30th anniversary of the 1990 Tutsi genocide. This genocide was triggered following the assassination of Rwandan President Juvénal Habyarimana in April 1994. In less than 100 days, at least 500,000 and probably more than 800,000 people, men, women, and children, mostly Tutsi, were murdered. Starting in 2003, the United Nations General Assembly decided to officially proclaim April 7 as the «International Day of Reflection on the 1994 Genocide against the Tutsi in Rwanda.» Since then, commemorations of the Rwandan genocide have been held internationally every April 7th. This commemoration is seen by the international community as a means to eradicate the ideology of genocide. It is also seen as a means to prevent any genocide as it provides an opportunity for the international community to engage in ongoing reflection on genocide, its consequences, and strategies for its prevention and eradication. Finally, it is with the aim of renewing the collective commitment to protect and defend fundamental human rights that the international community is obliged to observe the International Day of Reflection on the Genocide of the Tutsi in Rwanda in 1994. This International Day is a day on which the international community commits to standing united against all forms of hatred and discrimination around the world.

KEYWORDS: crime, discrimination, ethnicism, unity, eradication, memorialization, internationalization.

RESUME: Le dimanche 7 avril 2023, le Rwanda a commémoré les 30 ans du génocide des Tutsis de 1990. Ce génocide a été déclenché à la suite de l'assassinat du président rwandais Juvénal Habyarimana en avril 1994. En moins de 100 jours, au moins 500 000 et sans doute plus de 800 000 personnes, hommes, femmes et enfants, en grande majorité Tutsi, ont été assassinés. A partir de 2003, l'Assemblée générale des Nations Unies a décidé d'officiallement proclamé le 7 avril « Journée internationale de réflexion sur le génocide de 1994 contre les Tutsis au Rwanda ». Depuis lors, il s'organise chaque 7 avril des commémorations du génocide rwandais au niveau international. Cette commémoration est perçue par la communauté internationale comme un moyen d'éradiquer l'idéologie du génocide. Elle est aussi perçue comme un moyen de prévenir tout génocide car étant une occasion pour la communauté internationale d'organiser une réflexion permanente sur le génocide, ses conséquences et les stratégies de sa prévention et son éradication. Enfin, c'est dans la perspective de renouveler l'engagement collectif à protéger et à défendre les droits fondamentaux de l'homme, que la communauté internationale a l'obligation d'observer la Journée internationale de réflexion sur le génocide des Tutsis au Rwanda en 1994. Cette Journée internationale constitue une journée au cours de laquelle la communauté internationale s'engage à faire front uni contre toutes les formes de haine et de discrimination à travers le monde.

MOTS-CLEFS: crime, discrimination, ethnicisme, unité, éradication, mémorialisation, internationalisation.

1 INTRODUCTION

Le dimanche 7 avril 2023, le Rwanda a commémoré les 30 ans du génocide des Tutsis de 1990. La première commémoration nationale du génocide rwandais avait eu lieu et avait été précédée par des cérémonies locales d'inhumation, encadrées par des responsables religieux ou par des autorités administratives [1].

Mais à partir de 2003, l'Assemblée générale des Nations Unies a décidé d'officiallement proclamé le 7 avril Journée internationale de réflexion sur le génocide de 1994 contre les Tutsis au Rwanda. Depuis lors, il s'organise chaque 7 avril des commémorations du génocide rwandais au niveau international. L'événement est commémoré par l'Union africaine, en collaboration avec les autorités de la République rwandaise, auquel participent les États membres, les fonctionnaires de la Commission de l'UA et les organes de l'UA, des États non africains, les institutions des Nations Unies, les organisations intergouvernementales, les organisations de la société civile, ainsi que les élèves et étudiants des établissements scolaires et universités locaux.

Dans cet article intitulé « La communauté internationale et la commémoration du génocide rwandais de 1994 », nous nous fixons l'objectif d'analyser la perception qu'a la communauté internationale des commémorations annuelles du génocide rwandais. Pour y arriver, nous allons en premier lieu faire une acception générale du terme « génocide ». En second lieu, il sera question du génocide rwandais. En troisième lieu, enfin, il sera question de la perception des commémorations annuelles du génocide rwandais par la communauté internationale.

2 ACCEPTION GENERALE DU TERME « GENOCIDE »

2.1 ETYMOLOGIE ET DEFINITION DU TERME « GENOCIDE »

Avant l'émergence du terme « génocide », plusieurs langues utilisaient des mots qui signifiaient le massacre d'une population, la mort d'une nation ou le meurtre d'un peuple, ce qui permet de penser que le concept a une longue histoire [2]. En français, le terme rare « populicide » a été créé sous la Révolution française par Gracchus Babeuf pour désigner les massacres des populations civiles de Vendée perpétrés par les troupes républicaines. Populicide est un mot formé du radical latin *populus*, « peuple », et du suffixe « -cide », issu lui de *caedere*, « tuer », « détruire », « massacrer ». Le populicide, littéralement, c'est ce qui tue le peuple, ce qui le détruit, ce qui l'anéantit.

Raphael Lemkin, un professeur de droit américain d'origine juive polonaise, est celui qui a créé le terme « génocide » en utilisant la racine grecque *génos*, qui signifie « naissance », « origine », « espèce », « race », ainsi que « peuple », « tribu », « nation » (sens qui la rapprochent de *éthnos*), et le suffixe *-cide*, qui provient du verbe latin *caedere*, qui signifie « frapper », « abattre », « tuer », voire « massacrer ». Dans une étude de Lemkin, *Axis Rule in Occupied Europe*, publiée en 1944 par la Fondation Carnegie pour la paix internationale, le terme « génocide » est utilisé pour la première fois. Le chapitre IX, qui est devenu renommé, débute avec ces mots : « De nouvelles conceptions supposent l'adoption de nouveaux termes. Par « génocide », nous entendons la destruction d'une nation ou d'un groupe ethnique... [3] ».

Le génocide a officiellement été défini comme un crime lorsque l'ONU (Organisation des Nations Unies) a adopté, le 9 décembre 1948, la Convention pour la prévention et la répression du crime de génocide. L'article II de cette Convention affirme que le génocide s'entend de l'un quelconque des actes ci-après, commis dans l'intention de détruire, en tout ou en partie, un groupe national, ethnique, racial ou religieux, comme tel :

- a) Meurtre de membres du groupe;
- b) Atteinte grave à l'intégrité physique ou mentale de membres du groupe;
- c) Soumission intentionnelle du groupe à des conditions d'existence devant entraîner sa destruction physique totale ou partielle;
- d) Mesures visant à entraver les naissances au sein du groupe;
- e) Transfert forcé d'enfants du groupe à un autre groupe [4].

La définition de 1948 du mot « génocide » ci-haut reprise est une définition juridique internationale importante, à la fois en soi (sous sa forme inchangée jusqu'à ce jour, elle sert d'incrimination de génocide pour les tribunaux internationaux) et pour les spécialistes des génocides de toutes les disciplines, qui l'ont critiquée, expliquée, adaptée, adoptée dans une littérature abondante. Elle est aussi reprise dans la résolution 955 du 8 novembre 1994 créant le TPIR (Tribunal pénal international pour le Rwanda) en son article 2; et dans le Statut de Rome de la Cour pénale internationale (CPI) adopté en 1998, précisément en son article 6. Cette définition suppose l'accumulation de trois éléments que nous allons étudier dans le paragraphe suivant.

Selon les termes de la définition du génocide que nous avons présenté dans le paragraphe précédent, trois éléments cumulatifs sont nécessaires pour la reconnaissance d'un génocide :

- un **élément matériel**, consistant en un ou plusieurs des actes limitativement énumérés à l'article II de la Convention de 1948;
- un **élément moral**, résidant dans l'intention des criminels de détruire partiellement ou entièrement un groupe;
- une **intention spécifique**, qui réside dans le choix d'un groupe particulier qui peut être un groupe national, racial ou religieux. A la différence du crime contre l'humanité, la définition du génocide ne comprend pas l'anéantissement d'une population pour des motifs politiques [5].

2.2 LA REPRESSION DE CRIME DE GENOCIDE

Suite à certains crimes odieux qui ont été commis au cours des conflits qui ont émaillé le 20^e siècle et dont nombreux d'entre eux étaient restés impunis, la communauté internationale avait pris la résolution un système international pénal ne se présentent pas comme un système intégré, mais un ensemble multiforme et multicéphale concourant au même but, celui des enquêtes et poursuites des auteurs de crimes internationaux [6]. Le projet d'instituer un système de justice pénale internationale est apparu après la fin de la guerre froide. Alors que les négociations sur le Statut de la Cour pénale internationale suivaient leurs cours au sein de l'Organisation des Nations Unies (ONU), le monde était témoins des crimes odieux sur le territoire de l'ex-Yougoslavie et au Rwanda. Le Conseil de Sécurité des Nations Unies a réagi à ces atrocités en procédant, dans les deux cas, à la création des tribunaux ad hoc, le Tribunal pénal international pour l'ex-Yougoslavie (TPIY) et le Tribunal pénal international pour le Rwanda (TPIR).

Le TPIY a été créé par la Résolution 827 du 25 mai 1993 du Conseil de sécurité des Nations Unies. Plus précisément, le TPIY est une juridiction ad hoc qui a pour compétence de juger les personnes présumées responsables de violations graves du droit international humanitaire commises sur le territoire de l'ex-Yougoslavie depuis 1991 [7], à savoir les infractions graves aux Conventions de Genève de 1949 et les violations des lois ou coutumes de la guerre, auxquelles s'ajoutent les crimes contre l'humanité et le génocide. En plus d'une vocation répressive, il est considéré comme un instrument de restauration et de maintien de la paix après une longue période de conflit armé [8].

Le Tribunal pénal international pour le Rwanda – Créé par la Résolution 955 du Conseil de sécurité des Nations Unies du 8 novembre 1994, le TPIR est compétent « pour juger les personnes présumées responsables d'actes de génocide ou d'autres violations graves du Droit international humanitaire commis sur le territoire du Rwanda et sur les territoires d'États voisins entre le 1^{er} janvier 1994 et 31 décembre 1994 » [9]. Son siège était établi à Arusha, et il avait des bureaux à Kigali et partageait la même Chambre d'appel à La Haye avec le TPIY.

Quatre-vingt-treize personnes ont été mises en accusation, parmi lesquelles « des hauts dirigeants militaires et du gouvernement en 1994, des politiciens, des hommes d'affaires ainsi que des autorités religieuses et des responsables des milices et des médias » [10]. Première juridiction internationale à prononcer des condamnations pour génocide, le TPIR est également le premier tribunal international à définir le viol en droit pénal international et à reconnaître le viol comme un moyen de perpétrer le génocide » et à avoir vu la création du premier quartier pénitentiaire de l'ONU basé à Arusha [11]. Son dernier jugement a été rendu le 20 décembre 2012. Le TPIR a fermé ses portes le 31 décembre 2015 suivant sa stratégie d'achèvement [12].

Les expériences des deux Tribunaux pénaux internationaux (TPIY et TPIR) ont montré les limites d'un tribunal ad hoc, dispensant une justice sélective dans le temps et l'espace. La solution serait une Cour pénale internationale universelle et permanente. L'idée d'une « cour criminelle internationale » apparaît déjà dans l'article 6 de la « Convention pour la prévention et la répression du crime de génocide » du 9 décembre 1948. Après quelques projets et une évolution liée à l'histoire mondiale, c'est à la Conférence diplomatique de plénipotentiaires des Nations Unies sur la Création d'une Cour criminelle internationale, à Rome, qu'est finalement adopté un Statut portant création de la Cour pénale internationale. Ce Statut est adopté à l'issue d'un vote, avec 120 voix pour, 7 voix contre et 21 abstentions [13]. Le 11 avril 2002, la 60^{ème} ratification nécessaire à l'entrée en vigueur du Statut de Rome était déposée simultanément par plusieurs Etats [14]. Et le 1^{er} juillet 2002, le traité de Rome instituant la Cour pénale internationale était entré en vigueur. Au 1^{er} novembre 2015, le nombre de pays qui sont Etats parties au Statut de Rome de la CPI était de 123 avec la ratification de la Palestine [15].

Il convient également de souligner que certains États étaient fortement opposés à la mise en place d'une telle juridiction, tels que les États-Unis, la Chine, Bahreïn, l'Inde, Israël, le Qatar et le Vietnam. Depuis le début des négociations, les pays africains ont joué un rôle actif dans la création de la CPI. En juillet 1998, 47 États africains ont pris part à la préparation du Statut de Rome lors de la Conférence de Rome. La majorité de ces pays étaient membres du groupe des « like-minded » qui ont encouragé l'adoption du Statut. Sur ces 47 pays africains, la grande majorité d'entre eux avait voté pour l'adoption du Statut de Rome et la création de la CPI. Avec la sortie du Burundi intervenue en octobre 2017 [16], 33 pays africains sont actuellement Parties au Statut de Rome de la CPI.

Comme annoncé dans le Préambule du Statut de Rome, les Etats Parties au Statut de Rome, en créant la CPI, ont montré leur détermination à mettre un terme à l'impunité des auteurs des différents crimes (génocide, crime de guerre, crime contre l'humanité et crime d'agression) et à concourir ainsi à la prévention de ces crimes.

La Cour pénale internationale est une juridiction qui a été créée suivant les principes généraux du droit pénal. Elle a la compétence *ratione materiae*, la compétence *ratione loci* et *ratione personae* et la compétence *ratione temporis*.

3 LE GÉNOCIDE RWANDAIS

3.1 CONTEXTE ET APERÇU HISTORIQUE SUR LE GENOCIDE RWANDAIS

Le Rwanda a annoncé les couleurs des conflits armés intra-étatiques post-bipolaires à partir du mois d'octobre 1990. En effet, le 1^{er} octobre de cette année, les troupes du FPR, appuyées en hommes et en matériels par l'armée ougandaise, ont quitté le territoire de

l'Ouganda et ont attaqué le Rwanda. Celles-ci étaient constituées essentiellement d'enfants des réfugiés rwandais qui avaient fui leur pays après le coup d'Etat de Juvénal Habyarimana et de certains éléments qui avaient servi dans la rébellion menée par la NRA en Ouganda [17].

Dès le début de l'invasion du FPR, Habyarimana fit appel à l'armée française. Les forces françaises arrivèrent la nuit même de l'attaque du FPR du 1er octobre 1990 et évitèrent probablement au régime Habyarimana de subir une défaite militaire [18]. L'armée française lance « l'opération Noroît » le 4 octobre 1990, officiellement pour protéger les ressortissants étrangers. « L'attaque simulée sur Kigali servit non seulement de leurre pour déclencher l'intervention française, mais aussi de levier pour restaurer le régime dans sa plénitude [19] ». Pendant les trois années qui suivirent, les troupes françaises restèrent en nombres variables et furent un soutien au régime d'Habyarimana et à son armée [20].

Il est incontestable que l'invasion d'octobre 1990 fut le facteur le plus important dans l'escalade de la polarisation politique au Rwanda. Le Rapport de l'Organisation de l'unité africaine (OUA) sur le génocide rwandais nous fait savoir que « dans la foulée de l'incursion d'octobre 1990, l'impunité s'étendait aux démagogues qui entretenaient délibérément une animosité latente contre ceux qu'ils considéraient comme des étrangers perfides, une catégorie regroupant non seulement les guerriers réfugiés Tutsi du FPR, mais aussi chaque Tutsi se trouvant encore au Rwanda et chaque Hutu considéré comme faisant partie de leurs sympathisants » [21].

Le Rapport de l'OUA note aussi qu'« il n'existe aucun document, aucun procès-verbal de réunion et aucune autre preuve qui mette le doigt sur un moment précis où certains individus, dans le cadre d'un plan directeur, auraient décidé d'éliminer les Tutsi. Mais la violence tant physique que rhétorique contre les Tutsi en tant que peuple a en fait débuté immédiatement après le 1er octobre 1990, pour poursuivre son escalade jusqu'au génocide qui a en réalité débuté en avril 1994. Il ne fait aucun doute que cette campagne a été organisée et soutenue pour devenir, à un certain stade, une stratégie de génocide » [22].

A partir du 1er octobre 1990, le Rwanda a traversé des périodes de violents incidents anti-Tutsi. La guerre civile que les Rwandais lancèrent ce jour-là dura, avec des longues périodes de cessez-le-feu, pendant près de quatre ans. La période du génocide correspond aux trois derniers mois de cette guerre. Ce génocide est déclenché par l'assassinat du président rwandais Juvénal Habyarimana en avril 1994. En effet, le 6 avril 1994 à 21h, l'avion transportant le président de la République du Rwanda, Juvénal Habyarimana, et son homologue burundais Cyprien Ntaryamira, était abattu de plusieurs coups de missiles aux abords de l'aéroport de Kigali [23]. L'appareil s'écrasa dans les jardins du palais présidentiel en tuant toutes les personnes à son bord [24].

L'assassinat de Juvénal Habyarimana plongea le Rwanda dans le génocide, l'une des plus grandes tragédies de notre époque. Car un quart d'heure après cet assassinat débutaient les premières violences perpétrées par des milices civiles armées et des éléments des FAR. En quelques heures, le Rwanda était à feu et à sang. Et en moins de 100 jours, au moins 500 000 et sans doute plus de 800 000 personnes, hommes, femmes et enfants, en grande majorité Tutsi, ont été assassinés. Des milliers d'autres seraient violées, torturées et mutilées. Des millions, majoritairement Hutu, s'étaient déplacés intérieurement ou avaient fui comme réfugiés vers les pays voisins [25].

Face à cette tuerie, la communauté internationale n'est pas restée sans réagir. Le 22 juin 1994, le Conseil de Sécurité de l'ONU donna son accord à « l'opération Turquoise » par dix voix contre cinq, à peine deux voix de plus que la majorité requise. La France, les Etats-Unis d'Amérique et le Rwanda, toujours représenté par le gouvernement intérimaire des extrémistes Hutu après deux mois et demi de génocide, étaient du nombre des voix favorables à l'intervention. Pour démontrer à quel point le Conseil de Sécurité pouvait agir rapidement lorsqu'il s'en donnait la peine, les troupes françaises furent prêtes à s'embarquer quelques heures à peine après que le Conseil de Sécurité eut autorisé la mission, le 22 juin 1994 [26].

3.2 LES ÉLÉMENTS CUMULATIFS NECESSAIRES POUR LA RECONNAISSANCE DU GENOCIDE RWANDAIS DE 1994

3.2.1 ÉLÉMENT MATÉRIEL DU GÉNOCIDE RWANDAIS

Les témoignages abondent sur ce que l'article II de la Convention de 1948 appelle les meurtres et atteintes graves à l'intégrité corporelle de membres d'un groupe. Le rapporteur spécial de la Commission des droits de l'homme des Nations Unies a fait part dans ses trois Rapports en date des 28 juin, 12 août et 11 novembre 1994 des faits constitutifs de génocide au Rwanda, notamment la découverte de fosses communes [27].

Lors de leur déplacement au Rwanda en septembre 1998, les rapporteurs de la « Mission d'information de la commission de la défense nationale et des forces armées et de la commission des affaires étrangères, sur les opérations militaires menées par la France, d'autres pays et l'ONU au Rwanda entre 1990 et 1994 » ont visité le site de Gikongoro qui a été transformé en mémorial du génocide, et où étaient exposés les os et les cadavres à demi décomposés des milliers de Tutsi qui ont été massacrés en ce lieu [28].

Jean Hervé Bradol, médecin responsable de programmes à MSF, a rapporté devant cette Mission qu'une équipe de MSF avait constaté lors d'une visite le 14 avril 1994 au centre hospitalier de Kigali que cet établissement servait « de centre d'exécution autant que d'hôpital » [29].

De son côté, le médecin en chef François Pons, chef de l'antenne chirurgicale parachutistes Turquoise, a fait état devant ladite Mission des lésions les plus courantes rencontrées chez les blessés, notamment les mains tranchées et les tentatives de décapitations. Il a montré une diapositive d'une machette de paysan rwandais en estimant que cet instrument « a fait beaucoup plus de dégâts que les armes les plus sophistiquées » [30].

3.2.2 ELÉMENT MORAL

La deuxième condition d'un génocide concerne la volonté entièrement subjective de détruire un groupe particulier, national, ethnique, racial ou religieux, auquel appartient la victime. Cette volonté a été exprimée au Rwanda à la fois en paroles et dans les faits. Tout d'abord, les appels au génocide ont été le fait de certains organes de presse, dont l'actionnariat était constitué du président Juvénal Habyarimana et d'autres dignitaires du régime. Maître Eric Gillet a ainsi estimé qu'il est probable que la « RTLM ait été conçue comme un instrument direct de préparation et d'exécution du génocide » et que « c'est en tout cas ainsi qu'elle s'est comportée » [31].

Michel Cuingnet, ancien chef de la Mission de coopération au Rwanda, a affirmé que dès les premières émissions de la RTLM en avril 1993, « on annonçait sur les ondes qu'il fallait « terminer le travail et écraser tous les cafards » [32]. Après le 6 avril 1994, MSF a rapporté que l'on pouvait entendre sur RTLM ce type de message: « Il reste de la place dans les tombes. Qui va faire du bon boulot et nous aider à les remplir complètement ? » [33].

De fait, ces organes de presse, qui n'ont jamais été ni censurés ni interdits, n'ont fait que relayer les propos des officiels du régime. Maître Eric Gillet a rappelé devant la Mission française citée ci-haut que dans un discours prononcé à Ruhengeri en novembre 1992, « le président Juvénal Habyarimana appelle les milices Interahamwe qu'il a créées à le soutenir dans son action et leur donne carte blanche » [34].

Maître Gillet a cité également le mot du Colonel Bagosora, qui a déclaré lors d'un retour d'Arusha en janvier 1993 ceci: « je reviens préparer l'apocalypse » [35]. Cette volonté d'éradiquer les Tutsi imprègne tout particulièrement l'armée composée uniquement des Hutu. Le Général Jean Varret, ancien chef de la Mission militaire de coopération d'octobre 1990 à avril 1993 a indiqué devant la Mission comment, lors de son arrivée au Rwanda, le Colonel Rwagafilita, lui avait expliqué la question Tutsi: « ils sont très peu nombreux, nous allons les liquider » [36].

Les massacres n'ont pas concerné seulement les chefs de famille capables de porter les armes, mais également les femmes et les enfants, ce qui prouve une volonté de faire disparaître l'ensemble du groupe Tutsi. Alison Des Forges a souligné devant la Mission que les massacres ont concerné « les personnes âgées, les bébés, les femmes qui, habituellement, étaient toujours protégés lors de tels conflits » [37]. Dans le jugement du 2 décembre 1998 du TPIR concernant Jean-Paul Akayesu, bourgmestre de la commune de Taba, il est rapporté que l'on allait même jusqu'à tuer des femmes enceintes Hutu, dès lors que leur futur enfant avait été conçu par un père Tutsi et qu'il aurait par conséquent été lui-même Tutsi [38].

3.2.3 INTENTION SPÉCIFIQUE

Le troisième critère du génocide concerne l'intention spécifique de détruire un groupe clairement identifié. Claudine Vidal, directrice de recherche au CNRS, l'a affirmé très nettement devant la Mission française: « les Tutsi étaient définis par une carte d'identité délivrée par le pouvoir politique et ont été massacrés en tant que tels, ce qui permet l'analogie avec la situation des Juifs pendant la seconde guerre mondiale ». De fait, entre trois quarts d'heure et une heure après l'attentat contre l'avion présidentiel, des barrages ont été mis en place dans les rues de Kigali et les cartes d'identité vérifiées. Ceux appartenant à « l'ethnie » Tutsi ou en présentant les caractéristiques physiques communément admises ou ne pouvant présenter une carte d'identité avec la mention « Hutu », ont été retenus et souvent sommairement exécutés [39].

Jean-Hervé Bradol a confirmé les tueries sélectives auxquelles procédaient les milices et a pris l'exemple de l'hôpital des Saintes Familles où les blessés lui disaient « qu'il ne servait sans doute à rien de les soigner dans la mesure où les miliciens viendraient les embarquer pour les tuer parce qu'ils étaient Tutsi » [40].

3.3 LES CAUSES DU GÉNOCIDE RWANDAIS

Les causes qui sont souvent citées sont notamment les causes historiques et coloniales, l'ethnicisme, le mauvais leadership, le système politique conflictogène, la distribution inégale de la rente nationale et le système international post-bipolaire.

3.3.1 LES CAUSES HISTORIQUES ET COLONIALES

L'histoire du Rwanda est riche d'enseignements utiles à la compréhension des conflits armés intra-étatiques rwandais et du génocide de 1994. En effet, c'est depuis le XVI^{ème} siècle qu'un minuscule royaume du Rwanda se forma progressivement dans une limite territoriale définie sous l'autorité d'un souverain, le « Mwami ». Ce royaume avait une population composée essentiellement de Hutu

(actuellement 84% de la population), de Tutsi (15%) et de Twa (1%). Ces peuples vivent ensemble, parlent la même langue (le Kinyarwanda) et partagent la même civilisation. Au fil des siècles se développèrent les deux axes majeurs de leur économie: l'élevage et l'agriculture. Malgré l'enchevêtrement des activités agropastorales, des catégories sociales se dessinent: les Tutsi sont traditionnellement éleveurs et propriétaires de bovins (la possession de vaches est le symbole éminent de la richesse); les Hutu, agriculteurs, cultivent de petits lopins de terre. Les Twa vivent de la cueillette. La monarchie s'appuyait sur l'élite Tutsi qui exerçait un monopole du pouvoir, néanmoins variable d'une région à l'autre, aux dépens des Hutu, pourtant majoritaires. Cette prééminence politique, accompagnée d'une suprématie économique et sociale, a engendré un sentiment d'exclusion pour les Hutu, des frustrations et des tensions entre les deux composantes majoritaires de la population rwandaise [41].

A leur arrivée, les colons allemands, puis ceux belges, s'appuyèrent sur l'élite Tutsi, en utilisant à leur profit leurs institutions traditionnelles locales pour imposer l'ordre colonial. Ils avaient intérêt à reconnaître le roi et les pouvoirs des Tutsi qui l'entouraient, à leur donner des pouvoirs politiques et des tâches administratives importantes quoique toujours subalternes. Par ce système classique de gouvernement indirect, une poignée d'Européens ont pu contrôler le Rwanda à leur gré et en bénéficier au mieux de leurs intérêts impérialistes. En même temps, les colonisateurs n'ont pas hésité à apporter des changements à tous les aspects de la société qu'ils ne trouvaient pas à leur convenance. Pour cela, le roi devait devenir vassal de ses maîtres coloniaux et l'influence des sous-chefs Hutu se devait être réduite [42].

De plus, les colons adoptèrent la notion de « race supérieure » reconnue aux Tutsi à cette époque. Les colonisateurs et l'élite locale avaient tous les deux intérêt à adopter les pernicieuses notions racistes sur les Tutsi et les Hutu concoctées par les missionnaires, les explorateurs et premiers anthropologues. Ces notions reposaient sur l'aspect physique de nombreux Tutsi, en général plus grands et plus minces que la majeure partie des Hutu. L'incrédulité des premiers Blancs Européens arrivés au Rwanda a également joué un rôle, car ils s'étonnaient que des Africains aient pu créer eux-mêmes un royaume aussi sophistiqué. C'est ainsi qu'une théorie raciste sous le nom d'hypothèse hamitique fut répandue. Selon cette hypothèse, les Tutsi étaient issus d'une race caucasienne supérieure provenant de la vallée du Nil et avaient même probablement des origines chrétiennes. Avec la théorie évolutionniste battant son plein en Europe, les Tutsi pouvaient être considérés comme formant une classe supérieure plus proche, quoique pas trop, il va sans dire, de la race blanche. On les considérait comme plus intelligents, plus fiables, plus travailleurs, ressemblant davantage aux Blancs que la majorité Hutu Bantou [43].

Les Belges ont tellement apprécié cet ordre naturel des choses qu'une série de mesures administratives fut prise. L'identité raciale (l'ethnicité) s'est institutionnalisée avec la mise en place de la carte d'identité ethnique. En effet, c'est le belge qui, à la demande des seigneurs Tutsi, a décidé que l'appartenance ethnique soit obligatoirement mentionnée dans le livret d'identité parce que les droits étaient attachés à l'ethnie. Et selon Monseigneur Classe, « seul le Tutsi qui de par ses qualités supérieures et son sens de commandement, était bien indiqué pour gouverner sans partage le Rwanda ». C'est dans cette ambiance que le Groupe Scolaire d'Astrida a été fondé pour former des jeunes Tutsi (indatwa) destinés à succéder à leurs pères; tandis que les jeunes Hutu devaient se contenter du catéchuménat, des écoles artisanales, etc. Exceptionnellement, les enfants Hutu pouvaient être admis à fréquenter les écoles de moniteurs et des séminaires [44].

La société rwandaise ayant été racialement hiérarchisée, les Tutsi, supérieurs par définition, devenaient des « candidats naturels » aux responsabilités de seconder les colonisateurs. Jugés inférieurs, les Hutu étaient condamnés à être « naturellement dominés ». Le système colonial indirect, à l'image d'un chef d'entreprise qui recrute pour sa succursale, ne pouvait que se choisir les intermédiaires parmi les éléments « génétiquement meilleurs ». Ces convictions idéologiques d'inégalité de race et de domination génétique et naturelle ont lancé les germes de l'injustice sociale et, se projetant sur l'administration locale, elles ont fragilisé le tissu social. Les privilèges accordés arbitrairement aux uns et souvent au détriment des autres ont fait l'affaire des frustrations, transformant l'ethnicité en un phénomène politique [45].

Bref, le peuple Hutu a été réduit à la condition de sous-homme au service de son seigneur Tutsi. Et dans une situation de dominé, l'assujéti cherche toujours une occasion pour s'affranchir...

3.3.2 L'ETHNICISME COMME CAUSE DES CONFLITS ARMES INTRA-ÉTATIQUES AU RWANDA PENDANT LA PÉRIODE POST-BIPOLAIRE

Au Rwanda, il existe principalement trois communautés: les Twa (Pygmoides), les Hutu (Bantou) et les Tutsi (Hamites). Pour indiquer des traits distinctifs, on avance, par exemple, la taille. Le Tutsi aurait 1,76 m, le Hutu 1,67, le Twa 1,55 [46]. Les communautés Hutu, Tutsi et Twa ont reçu des définitions différentes selon les auteurs et les périodes. Elles ont tantôt été qualifiées de races, de tribus, d'ethnie, de caste, d'état social ou de classes sociales. Une littérature abondante, à la fois par des Rwandais que par des étrangers, leur a été consacrée depuis l'époque coloniale jusqu'à nos jours. De tous les concepts anthropologiques utilisés, le plus à la mode depuis quatre décennies est celui de l'ethnie.

De ces trois communautés « ethniques », deux ont entretenu une haine mutuelle, les Hutu et les Tutsi pour des causes historiques vues précédemment. C'est cette accumulation de haine entre les deux communautés au fil des années qui a poussé des analystes à qualifier le conflit rwandais de conflit ethnique. Et l'ethnicisme consiste à nier à une ethnie des droits, notamment le droit à la direction politique d'un pays, parfois des droits fondamentaux et le droit à l'existence [47].

3.3.3 LE MAUVAIS LEADERSHIP ET LE SYSTEME POLITIQUE CONFLICTOGENE

Le mal rwandais n'est pas seulement dû aux causes historiques et à l'ethnisme. Il est aussi lié au mauvais leadership et au système politique conflictogène entretenus par les dirigeants politiques Rwandais après l'indépendance.

En effet, quelques années avant l'indépendance, le Rwanda connaît une révolution sociale que l'on appellera la « révolution Hutu ». Entre 1959 et 1962, une vague d'événements vit les dirigeants locaux Tutsi expulsés de leur communauté (sur les collines) et remplacés par des « bourgmestres » élus, d'origine majoritairement Hutu. Grégoire Kayibanda, un Hutu, devint le premier président du Rwanda. Ces événements s'accompagnèrent d'actes de violence contre les dirigeants Tutsi et leurs familles, et une première vague de Tutsi chercha refuge dans les pays voisins. Une deuxième vague, plus importante, suivit en 1963-1964, lorsque les Tutsi de la première vague se regroupèrent pour attaquer le Rwanda depuis le Burundi et la Tanzanie. Un grand nombre de Tutsi furent tués dans les attaques de représailles, et ils furent plus nombreux encore à quitter le pays en tant que réfugiés. Ces agressions et la violente réaction du régime rwandais préfiguraient ce qui allait se produire trente ans plus tard. Les descendants de ces réfugiés allaient former la base du FPR et de son bras militaire, l'APR, qui ont attaqué le Rwanda en octobre 1990 dans le but de revenir au pays par les armes [48].

De ce qui précède, il y a lieu de relever que le mauvais leadership et le système politique conflictogène entretenus par les dirigeants politiques Rwandais au cours de la période postcoloniale ont été au centre de l'exacerbation des conflits identitaires qui ont divisé les Hutu et Tutsi au Rwanda. Les guerres identitaires n'auraient peut-être pas eu lieu au Rwanda au cours de la période post-bipolaire si les leaders politiques rwandais n'avaient pas systématiquement construit leur discours politique sur des thèmes communautaires divisionnistes.

3.3.4 LA DISTRIBUTION INEQUITABLE DE LA RENTE NATIONALE

La mauvaise gestion et la distribution inéquitable de la rente nationale sont des véritables épidémies qui ravagent les Etats africains depuis leurs indépendances. Au Rwanda, les oligarchies politiques ont monopolisé le pouvoir et les avoirs du jeune Etat indépendant sur base identitaire, soit-elle « ethnique » (Hutu, Tutsi), « régionale » (Sud, Nord)... Les pouvoirs politiques ont ainsi favorisé le climat de corruption, d'hégémonie et d'exclusion. Les emplois, les écoles, ont été répartis inévitablement aux seuls profits des groupes au pouvoir. Ceci a compliqué les rapports sociaux, aboutissant à la frustration des défavorisés et à la cristallisation de l'identitaire, aux crises et aux conflits. Dans un Rwanda accablé par la pauvreté, une croissance démographique non maîtrisée, la dégradation de l'économie et les idéologies négatives cristallisées, la mauvaise gouvernance a provoqué le développement d'un identitarisme violent face aux problèmes sociaux insolubles [49].

3.3.5 LE SYSTEME INTERNATIONAL POST-BIPOLAIRE

Les bouleversements qui sont survenus sur la scène internationale dans les années 1990 ont eu des répercussions en Afrique et le Rwanda n'a pas été épargné. Le poids des facteurs internes, tant politiques qu'économiques, n'est certes pas à sous-estimer. Toutefois, le discours de La Baule, prononcé par le président français François Mitterrand en juin 1990 a rendu la situation plus alarmante au Rwanda. L'appel à la démocratisation des pays africains en général et au multipartisme en particulier prend tout son sens au Rwanda, où les manifestations de contestation se multiplient depuis le début de l'année 1990 [50]. En effet, en dépit d'une réélection triomphale en décembre 1988 (99,98 % de voix), l'image du président Juvénal Habyarimana s'érode peu à peu. La conjonction entre l'évolution politique et les difficultés économiques est frappante; l'historien Gérard Prunier observe ainsi que « la stabilité politique du régime suivit presque exactement la courbe des prix du café et de l'étain » [51], une courbe descendante.

Le président Juvénal Habyarimana comprend alors qu'il n'échappera pas à une évolution politique de son régime. Alors qu'en janvier 1989, il soulignait que tout changement politique ne pouvait se concevoir qu'au sein du système du parti unique, son discours du 5 juillet 1990 marque l'acceptation du principe de séparation entre l'Etat et le MRND, seul parti politique autorisé, et la reconnaissance de la nécessité de réformes constitutionnelles, fondées sur l'instauration du multipartisme [52].

C'est dans ce contexte de bouillonnement politique qu'intervient effectivement le 1er octobre 1990, l'attaque du FPR. Cette attaque, tout en montrant l'incapacité du régime du président à assurer seul la sécurité du pays, contribua durement à l'affaiblissement de sa légitimité. Cette crise de légitimité l'obligea à composer avec son opposition interne et à demander un renforcement de la coopération militaire française; la France, pour sa part, s'en tenait à des pressions sur le Gouvernement rwandais et sur le président pour que s'accélére le processus de démocratisation du régime [53].

3.4 LES CONSÉQUENCES DU GÉNOCIDE RWANDAIS

Le génocide rwandais de 1994 a provoqué des conséquences non moins de moindre. Ces conséquences sont notamment socio-humaines et régionales.

3.4.1 LES CONSÉQUENCES SOCIO-HUMAINES

Les conflits armés intra-étatiques ayant éclaté au Rwanda au cours de la période post-bipolaire ont provoqué des conséquences socio-humaines considérables. Celles-ci sont notamment les massacres de ±800 000 personnes au cours du génocide de 1994 [54]. Ces massacres n'ont pas uniquement été les conséquences des combats eux-mêmes, mais aussi celles des effets indirects qui ont fait le plus grand nombre de victimes.

Relevons aussi le problème des déplacés et réfugiés provoqué par les conflits armés intra-étatiques rwandais post-bipolaires. Des populations étaient obligées de fuir les zones de combat pour se réfugier dans des forêts où elles ont cohabité avec les prédateurs naturels de ce milieu et ont manqué de tous; certaines autres populations s'étaient déplacées vers les pays voisins où elles étaient obligées de vivre dans des abris de fortune surpeuplés et dépourvus d'équipement sanitaire et où elles étaient sous-alimentées et réduites à boire de l'eau non potable; etc. Ces populations mourraient tous les jours suite au contexte difficile dans lequel elles étaient appelées à vivre.

3.4.2 LES CONSÉQUENCES RÉGIONALES

Au niveau régional, notons que les conflits armés rwandais post-bipolaires et le génocide de 1994 qui s'en est suivi ont déstabilisé la sous-région des Grands Lacs africains et exacerber les tensions ethniques entre les Hutu et les Tutsi vivant dans cette sous-région. Et l'épicentre de cette déstabilisation sous-régionale est la RDC, surtout la région du Kivu à l'Est de ce pays. Pour comprendre la crise à l'Est de la RDC, il est important de s'intéresser à l'histoire migratoire du peuple rwandais dans la sous-région des Grands Lacs africains.

En effet, les Hutu du Kivu (Bafuliru, Babembe, Barega, Bashi, etc.), considérés comme autochtones, seraient venus du Royaume de Bunyoro en Ouganda avant les années 1885. Et d'après la loi de 1981 sur la nationalité congolaise, leur nationalité ne pourrait être autre que congolaise. Par contre les Rwandophones (les Banyamulenge et les Barundi) seraient quant à eux, issus de mouvements migratoires datant d'après la mort du roi Léopold II en 1908, et considérés soit comme des immigrants acceptés par l'administration coloniale belge, soit comme des immigrants clandestins, soit comme des réfugiés sans papiers. Les conflits politiques dans cette région n'ont pas permis la clarification de la situation des ethnies, au contraire ils ont contribué à leur enlèvement et à leur complication du fait de mouvements migratoires à double sens et de l'infiltration continue des Banyarwanda et des Barundi dans la région (en particulier dans la plaine de la Ruzizi au Sud-Kivu). Les visées de leur migration sont diverses: terre, pouvoir, commerce ou simple vol de bétails pour retourner ensuite au Rwanda ou au Burundi. Les Banyarwanda (peuple Rwandophone) et les Barundi (population qui parle Kirundi) continuent à s'identifier par rapport à leurs pays d'origine alors qu'ils vivent sur les territoires congolais [55].

En 1994, à la suite du génocide rwandais et du renversement du régime Hutu au Rwanda, la pression démographique due au déferlement de 1 200 000 réfugiés rwandais, Hutu pour la plupart, vers le Kivu complique la cohabitation entre autochtones Zaïrois et Banyarwanda (Zaïrois Hutu et Tutsi originaires du Rwanda) implantés de longue date au Kivu. Le génocide durcit également les relations des Banyarwanda Hutu et Tutsi entre eux. Une hostilité anti-Tutsi s'installe au Zaïre incitant même le régime mobutiste à remettre en cause les acquis de leur nationalité zaïroise, y compris pour les Banyamulenge, les plus anciennement installés. Et le 28 avril 1995, le parlement zaïrois adopte une série de résolutions destinées à assimiler tous les zaïrois d'origine rwandaise, y compris les Banyamulenge, à des réfugiés et, par conséquent, à leur réserver le même traitement. Car les résolutions laissent entendre que les Banyamulenge (Zaïrois Tutsi d'origine rwandaise) ont acquis la nationalité zaïroise de manière frauduleuse et appellent à leur expulsion, à l'annulation des contrats de propriété et à l'interdiction de leurs associations. Les Banyamulenge se savent menacés par la mise en œuvre de ces mesures, prétexte à prendre les armes et déclencher une rébellion contre le gouvernement zaïrois le 13 octobre 1996 au Kivu qui se retrouve au cœur des combats [56]. Les deux ethnies se feront aider par les armées et les gouvernements rwandais et burundais pour revendiquer la reconnaissance de la nationalité congolaise et le territoire. A ces deux Etats s'ajoutera l'Ouganda.

Les deux compagnons d'armes, le général et dirigeant du FPR, Paul Kagame et le président ougandais Yoweri Museveni saisissent l'opportunité de cette rébellion pour faire pénétrer leurs troupes au Kivu. En fait, ils préparent le conflit depuis plusieurs mois, avec la participation du Burundi, pour plusieurs raisons. Ils font essentiellement valoir le caractère sécuritaire de leur engagement auprès de leurs frères Tutsi Banyamulenge: « nettoyer » les camps de réfugiés Hutu, établis à proximité de la zone frontalière depuis 1994 au Kivu, qui menacent leur tranquillité donc celle du nouvel ordre politique Tutsi rwandais. En effet, les camps sont infiltrés par les responsables du génocide de 1994: Hutu extrémistes des ex-FAR et Interahamwe soutenus par les FAZ qui franchissent la frontière pour effectuer des incursions meurtrières sur le territoire rwandais. Outre les préoccupations sécuritaires du Rwanda et de l'Ouganda, des ambitions politiques et économiques, sous-tendent leur engagement auprès des Banyamulenge, qui s'inscrivent dans une stratégie globale: renverser le régime mobutiste, s'arroger un contrôle politique sur l'Est du pays et tirer profit des richesses naturelles de la région [57].

Pour les opérations militaires et dans le but de les légitimer, le Rwanda, le Burundi et l'Ouganda font appel à un zaïrois, Laurent Désiré Kabila, un rebelle œuvrant dans un maquis, opposant de longue date au régime du président Mobutu; ce qui fera de cette guerre une guerre de libération et non une agression. Cette rébellion s'organise en Alliance, l'AFDL; Laurent Désiré Kabila en est nommé coordinateur. L'AFDL réussira finalement à chasser Mobutu du pouvoir le 17 mai 1997. Ce dernier part en exil au Maroc et Laurent Désiré Kabila s'autoproclame président de la RDC, nouvelle dénomination du Zaïre.

Depuis lors, la situation sécuritaire dans la sous-région des Grands Lacs africains est précaire. Des groupes rebelles se font et se défont. Certains d'entre eux sont soutenus et entretenus par certains dirigeants de cette sous-région dans le but de déstabiliser d'autres gouvernements et en tirer profit. Rappelons à cet effet qu'en 2012, les experts de l'ONU assuraient disposer de preuves accablantes que des gradés de l'armée rwandaise fournissent armes, recrues et ravitaillement aux mutins du Mouvement rebelle congolais du M23. Selon ces experts, des officiers rwandais de haut rang ont fourni une aide directe à la création de ce mouvement rebelle, en apportant à la fois des armes, des soldats et des jeunes recrues. Les responsables rwandais sont aussi impliqués dans l'octroi d'un soutien politique et financier au M23 [58].

Il faut cependant noter que des efforts sont déployés au niveau régional pour rétablir la paix et la sécurité dans la sous-région des Grands Lacs africains. C'est dans ce cadre que la CIRGL a été lancée. Cette Conférence est un cadre d'un dialogue régional dans la sous-région des Grands Lacs africains.

Bref, au niveau régional, les conflits armés intra-étatiques ayant éclaté au Rwanda au cours de la période post-bipolaire ont non seulement provoqué les flux des réfugiés, mais aussi l'instabilité de la sous-région des Grands Lacs africains. Et la partie Est de la RDC constitue l'épicentre de cette instabilité sous-régionale.

3.5 LA RESPONSABILITE DE LA COMMUNAUTE INTERNATIONALE DANS LE GENOCIDE RWANDAIS

En évoquant la responsabilité de la communauté internationale dans les conflits armés intra-étatiques rwandais, nous faisons allusion à la responsabilité de certains acteurs internationaux, notamment la Belgique, les Nations Unies et la France.

3.5.1 LA RESPONSABILITÉ DE LA BELGIQUE

Dans les premiers jours du déclenchement de la guerre par le FPR en octobre 1990, la Belgique était parmi les pays qui ont envoyé des contingents au Rwanda. Le 5 octobre 1990, la Belgique envoya un contingent de 500 militaires pour assurer la sécurité de ses 1600 ressortissants vivant au Rwanda. Elle livra aussi une partie des munitions qui lui avaient été commandées par le Rwanda avant le déclenchement de la guerre [59]. Cependant, face aux informations contradictoires quant à la nature de la guerre, la fausse attaque du FPR dans Kigali du 4 octobre 1990, la vague d'arrestations arbitraires qui s'en est suivie, les massacres et les exactions commises par les FAR, la Belgique changea rapidement d'attitude envers le régime. Le 12 octobre 1990, elle suspendit l'aide militaire au Rwanda en annulant notamment une seconde livraison de munitions. Le 1er novembre 1990, les militaires belges furent rapatriés. La Belgique se prononça alors pour la démocratisation du régime et une solution négociée au conflit armé. Le revirement belge devait refroidir les relations avec les dirigeants rwandais. Par la suite, la Belgique agira surtout dans un cadre multilatéral [60].

Lorsque la nouvelle de la mort du président Habyarimana s'est propagée, le soir du 6 avril 1994, une rumeur relayée par la RTLM a circulé, accusant la Belgique d'avoir abattu l'avion présidentiel. C'est dans ce climat que dix casques bleus belges furent assassinés par des militaires rwandais au camp Kigali le 7 avril 1994 au matin. Le lendemain, le gouvernement belge annonça le retrait de ses troupes de la MINUAR, à moins que son mandat ne soit élargi et ses effectifs renforcés par des troupes non belges. Mais il semble que cette décision fut prise après que le gouvernement eût appris que trois membres permanents du Conseil de Sécurité des Nations Unies s'étaient prononcés négativement contre cet élargissement du mandat [61]. Le 12 avril 1994, le ministre belge des Affaires étrangères, Willy Claes, expliqua au Secrétaire Général de l'ONU Boutros Boutros Ghali qu'il fallait suspendre et retirer l'ensemble de la MINUAR du Rwanda [62]. Le 19 et le 20 avril 1994, les casques bleus belges quittent le Rwanda. Le 21 avril, le Conseil de Sécurité des Nations Unies décide le retrait de la MINUAR en laissant au Rwanda une présence militaire internationale symbolique de 270 hommes [63]. Non seulement le gouvernement belge décida de retirer ses troupes – ce qui a vidé la MINUAR de sa substance – mais il a également mené une campagne diplomatique très active pour faire partir la Mission entièrement, afin de minimiser sa responsabilité dans l'abandon des victimes rwandaises. Au sein du Conseil de Sécurité des Nations Unies, cette campagne visant à retirer complètement la MINUAR de la part du principal pays fournisseur de troupes a clairement facilité la tâche des pays qui souhaitaient la même chose.

3.5.2 LA RESPONSABILITÉ DES NATIONS UNIES

Les Nations Unies ont commandité une enquête sur son action au Rwanda avant et pendant le génocide. Dans son Rapport, la Commission indépendante d'enquête conclut en dénonçant l'échec absolu de l'ONU dans sa mission de paix au Rwanda. La Commission dénonce en particulier l'incapacité de l'ONU, qui disposait pourtant d'une force de 2 500 hommes, à arrêter ou limiter les massacres. L'acte le plus illustratif de cet échec par abandon est la décision prise le 21 avril 1994 par le Conseil de Sécurité, à l'unanimité, de retirer le contingent de la MINUAR et de laisser sur place une force symbolique de 270 hommes, au moment même où les massacres atteignaient leur plus haute intensité. Selon la Commission, la responsabilité de cet échec incombe à l'ensemble du système, au Secrétaire Général Boutros Boutros-Ghali, au Secrétariat, notamment au Secrétaire Général Adjoint chargé des OMP, Kofi Annan, au Conseil de Sécurité, à la MINUAR, aux Etats membres [64].

Les responsabilités de ces trois acteurs internationaux à savoir la Belgique, les Etats-Unis d'Amérique et l'ONU dans l'inaction de la communauté internationale face au génocide rwandais ont été reconnues par chacun de ces acteurs. En mars 1998, de passage au

Rwanda, le président Bill Clinton a reconnu la responsabilité de la communauté internationale et de son gouvernement pour leur passivité face au génocide. Le 7 avril 2000, à Kigali, lors de la sixième commémoration du génocide, la Belgique par la voix de son Premier ministre, Guy Verhofstadt, a demandé pardon au peuple rwandais pour son comportement durant le génocide. Enfin, le 7 avril 2004, lors de la 10ème commémoration du génocide, un émissaire de l'ancien Secrétaire Général des Nations Unies, Kofi Annan, à l'époque responsable du Département de maintien de la paix, avait lu un message dans lequel celui-ci admettait que « la communauté internationale n'avait pas été à la hauteur au Rwanda » et que « cela restera source de regrets amers et de chagrin constant pour ladite communauté internationale » [65].

3.5.3 LA RESPONSABILITÉ DE LA FRANCE

Tout en nous abstenant de nous lancer dans la polémique portant sur le rôle de la France dans les conflits armés intra-étatiques ayant éclaté au Rwanda au cours de la période post-bipolaire, nous devons noter qu'il suscite beaucoup de débats.

Pour les uns, la France a joué un rôle négatif dans ce conflit armé. Elle aurait contribué à l'enflammer au lieu de contribuer à sa résolution. Les faits qui lui sont reprochés sont multiples. Parmi eux, on cite notamment l'appui en renseignements militaires et écoutes téléphoniques, les conseils stratégiques et appui tactique, la participation aux réunions d'évaluation et de planification stratégique, la participation directe aux combats dans un pays avec lequel la France n'a pas d'Accord de défense mais simplement des Accords de coopération militaire, la participation à la formation des miliciens interahamwe et à l'autodéfense civile [66], etc. Survie [67] n'hésite pas à soutenir que l'intention génocidaire était connue des autorités françaises dès 1990. Elle décrie aussi le soutien que la France a apporté à un régime rwandais en pleine dérive génocidaire et le fait qu'à partir du 8 avril 1994, les autorités françaises n'ont rien fait pour arrêter le génocide en cours, mais elles ont par contre maintenu leur soutien politique et militaire à ceux qui le commettaient.

Mais pour d'autres, toutes ces accusations sont infondées. L'Institut François Mitterrand [68], note que le président François Mitterrand a compris dès le mois d'octobre 1990 que les attaques du FPR allaient conduire à une guerre civile et un engrenage meurtrier. D'où sa décision de tout faire pour l'enrayer. Cette politique française, poursuivie pendant la cohabitation à partir de 1993, a permis d'imposer aux protagonistes les Accords d'Arusha, qui organisaient le partage du pouvoir et le retour des réfugiés Tutsi au Rwanda et permettaient le départ des troupes françaises du pays. Mais, tragiquement, l'attentat du 06 avril 1994, perpétré par des extrémistes opposés au compromis politique d'Arusha, ruina ces efforts. Aussi, cet Institut soutient que la France a été le seul pays au monde, avec la Belgique, à mesurer dès 1990 le risque des massacres et à peser de tout son poids pour un compromis politique, elle a été seule à intervenir, sous mandat du Conseil de Sécurité des Nations Unies, pour sauver des vies humaines en déclenchant l'opération Turquoise. Ceci après qu'il soit malheureusement apparu que la communauté internationale resterait passive face à ce génocide. Et pour Edouard Balladur [69], dire que la France a participé aux massacres est un « mensonge intéressé ». Le gouvernement qu'il dirigeait a, dès qu'il a été installé, mis fin à toute livraison d'armes au Rwanda et retiré les troupes françaises. Il fallait surtout que la France ne soit pas prise en tenaille dans une guerre civile qui se développait et qu'on ne pouvait pas arrêter [70].

4 LA PERCEPTION DE LA COMMEMORATION DU GENOCIDE RWANDAIS PAR LA COMMUNAUTE INTERNATIONALE

4.1 L'INTERNATIONALISATION DE LA MEMOIRE DU GENOCIDE RWANDAIS

Il y a lieu de dégager plusieurs étapes dans l'internationalisation de cette mémoire. Tout d'abord, une première internationalisation de la mémoire du génocide se fait jour et dont témoignent divers événements tels que la Conférence internationale sur le génocide organisée à Kigali en 1995, la création du TPIR, le discours de pardon de Guy Verhofstadt lors de la sixième commémoration du génocide ou encore la dixième commémoration du génocide au stade Amahoro en 2004. Cette « mondialisation de la mémoire » [71] se joue principalement au Rwanda, lors de commémorations ou de conférences internationales et s'inscrit dans un processus plus global de politique de reconnaissance ou de pardon. La reconnaissance est d'autant plus effective que les actions de mémoire procèdent d'un « mimétisme mémoriel », celles-ci étant calquées sur le modèle mémoriel de la Shoah [72].

La seconde internationalisation, qui débute surtout après 2004, relève d'un autre processus, qui conduit la mémoire du génocide à être exportée, commémorée et mémorisée hors du Rwanda. Si les diasporas rwandaises, principalement Tutsi, ont commémoré le génocide dès 1995, on assiste à l'apparition d'un phénomène nouveau avec la multiplication de projets de construction de lieux de mémoire dans des pays étrangers. Les premiers mémoriaux et cimetières du génocide en dehors du Rwanda sont installés dès 1994 en Ouganda, où reposent plusieurs dizaines de milliers de corps des victimes jetés dans la rivière Nyabarongo et qui se sont échoués sur le lac Victoria [73]. En Belgique, il faut attendre 2004 pour que soit inauguré le monument de Woluwé-Saint-Pierre à l'initiative d'Ibuka et du Service public fédéral des Affaires étrangères [74]. Une plaque commémorative est aussi placée le 7 avril 2004 sur la place Poelaert à Bruxelles, à l'initiative d'Ibuka, avec le soutien du Service public fédéral de la Justice. Notons que le monument de Woluwé-Saint-Pierre est le lieu d'importantes controverses entre la commémoration du génocide organisée par l'association Ibuka chaque 7 avril, et la contre-commémoration organisée le 6 avril par des associations majoritairement Hutu en mémoire de la mort du président Juvénal Habyarimana ou, de façon générale, en mémoire « de toutes les victimes » [75].

La seconde internationalisation de la mémoire du génocide se lit aussi dans la demande exprimée en 2012 par la CNLG (Commission nationale de lutte contre le génocide) visant à inscrire quatre mémoriaux au patrimoine mondial de l'UNESCO. Quatre sites du génocide sont proposés: Gisozi (Ville de Kigali), Murambi (Province du Sud), Bisesero (Province de l'Ouest) et Nyamata (Province de l'Est). Ces lieux, considérés comme mémoriaux nationaux au Rwanda, sont officiellement gérés par la CNLG, à l'exception du site de Gisozi qui est en cogestion avec la fondation Aegis. Cette demande indique la valeur patrimoniale accordée par l'État rwandais à ces mémoriaux et la volonté de leur donner une dimension internationale, à l'instar d'autres lieux tels le musée-mémorial de Yad Vashem, le mémorial d'Hiroshima ou le mémorial d'Auschwitz. Pour la CNLG, « reconnaître ces sites comme mémorial de l'humanité est une stratégie efficace pour lutter contre le crime du génocide et crime contre l'humanité, l'idéologie génocidaire et négationniste » [76]. Cette demande s'explique par des raisons de politique internationale de reconnaissance, mais aussi eu égard aux avantages qu'apporterait une inscription au Patrimoine mondial de l'UNESCO. Avantage touristique d'abord, renforçant un tourisme « macabre » (dark tourism) ou, historique déjà important. Celui-ci est d'ailleurs encouragé par les bailleurs de fonds internationaux, comme ce fut le cas au Cambodge où la Banque mondiale a financé le pavement des 17 kilomètres de la route reliant Phnom Penh à Choeung Ek. Avantage financier ensuite, le Rwanda escomptant des aides financières pour la conservation des sites. C'est ce point qui semble le plus crucial pour les autorités rwandaises, au vu du coût exorbitant que requiert la conservation des sites mémoriaux de Bisesero ou encore Murambi [77].

Une autre étape importante de l'internationalisation de la mémoire du génocide rwandais de 1994 est l'établissement de la « Journée internationale de réflexion sur le génocide au Rwanda ». C'est le 23 décembre 2003 que l'Assemblée générale des Nations Unies avait adopté la résolution établissant cette Journée le 7 avril de chaque année. Le 26 janvier 2018, l'Assemblée générale des Nations Unies adopta sans vote une décision par laquelle elle changea le nom du 7 avril qui, de la « Journée internationale de réflexion sur le génocide au Rwanda », devient « Journée internationale de réflexion sur le génocide des Tutsis au Rwanda en 1994 ».

4.2 ANALYSE DE LA PERCEPTION DES COMMEMORATIONS DU GENOCIDE RWANDAIS PAR LA COMMUNAUTE INTERNATIONALE

La commémoration du génocide rwandais est perçue par la communauté internationale comme un moyen d'éradiquer l'idéologie et éduquer les générations actuelles; un moyen de prévenir le génocide; une occasion de renouveler l'engagement collectif à protéger et à défendre les droits fondamentaux de l'homme.

4.2.1 LA COMMEMORATION DU GENOCIDE RWANDAIS COMME UN MOYEN D'ERADICER L'IDEOLOGIE ET ÉDUCER LES GENERATIONS ACTUELLES

La commémoration du génocide rwandais est perçue par la communauté internationale comme un moyen d'éradiquer l'idéologie du génocide. C'est pourquoi la politique de la mémoire vise non seulement à l'entretenir, mais également à la défendre dans le but de contribuer à la création d'un climat de confiance entre tous les membres de la société rwandaise. Il faudra donc continuer à rétablir la vérité et à rendre justice.

Pour la communauté internationale, il est important de conserver la mémoire du génocide pour l'humanité en général, et pour l'avenir de la population rwandaise en particulier, pour ces raisons majeures:

- La mémoire du génocide constitue un impératif absolu pour la société rwandaise. C'est pourquoi l'une de ses missions fondamentales consiste à préserver cette mémoire et à en garantir la pérennité afin d'éradiquer l'idéologie du génocide;
- Le génocide est un épisode très important de l'histoire du Rwanda, de l'histoire de l'humanité. Et en tant que crime contre l'humanité, il entache l'histoire non seulement d'un groupe, d'une nation, mais aussi de toute l'humanité. L'oublier ou plutôt le refouler, c'est préparer un nouveau génocide et hypothéquer l'avenir de l'humanité;
- La mémoire du génocide est une exigence à l'égard des victimes et un devoir envers l'humanité. Outre sa fonction cathartique pour le survivant, témoigner en public – et surtout le jour de la commémoration du génocide – est un acte de résistance, de refus du génocide, de distanciation d'avec le criminel et le crime; c'est s'opposer à la négation, à la révision et à la falsification du crime. La mémoire est donc un moteur de combat contre le négationnisme ;
- etc [78].

4.2.2 LA COMMEMORATION DU GENOCIDE RWANDAIS COMME MOYEN DE PREVENIR LE GENOCIDE

La commémoration du génocide rwandais est aussi perçue par la communauté internationale comme un moyen de prévenir tout génocide. Elle est une occasion pour la communauté internationale d'organiser une réflexion permanente sur le génocide, ses conséquences et les stratégies de sa prévention et son éradication.

Pour prévenir le génocide et les conflits génocidaires, il est impératif d'en comprendre les causes profondes. Alors qu'un conflit ordinaire peut avoir des causes diverses, le conflit génocidaire a pour cause première l'identité. Le génocide, tout comme les atrocités qui y sont associées, risque en effet de survenir là où différents groupes nationaux, raciaux, ethniques ou religieux s'affrontent sur des questions identitaires. Il trouve rarement son origine dans les différences réelles ou perçues entre ces groupes mais plutôt dans les inégalités qui en émanent: impossibilité de participer au pouvoir, d'accéder à la prospérité, aux services, aux biens et à l'emploi, de

prendre part au développement, d'obtenir la qualité de citoyen ou encore d'exercer les libertés et droits fondamentaux. Le génocide est attisé par la discrimination, par les appels à la haine, ainsi que par l'incitation à la violence et à la violation des droits de l'homme [79].

Pour le prévenir, il est impératif de dégager les éléments (discriminations) qui, dans une situation donnée, conduisent à traiter de manière profondément inégale les divers groupes de population; mais il faut aussi s'employer à atténuer ces facteurs de déclenchement et, à terme, les supprimer. Comme il n'existe aucun pays où la population soit parfaitement homogène, le génocide est un problème qui se pose véritablement à l'échelle mondiale [80].

4.2.3 LA COMMEMORATION DU GENOCIDE RWANDAIS, OCCASION DE RENOUVELER L'ENGAGEMENT COLLECTIF DE LA COMMUNAUTE INTERNATIONALE À PROTEGER ET À DEFENDRE LES DROITS FONDAMENTAUX DE L'HOMME

Les droits de l'homme sont les droits que nous avons tout simplement car nous existons en tant qu'êtres humains; ils ne sont conférés par aucun État. Ces droits universels sont inhérents à nous tous, indépendamment de notre nationalité, sexe, origine nationale ou ethnique, couleur, religion, langue ou toute autre situation. Ils vont des plus fondamentaux, comme le droit à la vie, à ceux qui rendent notre vie digne d'être vécue, comme les droits à l'alimentation, à l'éducation, au travail, à la santé et à la liberté.

Le problème de l'universalité des droits de l'homme semble réglé depuis l'adoption, en 1948, de la Déclaration Universelle par l'Assemblée Générale des Nations Unies. Sur la base de ce texte, tous les hommes peuvent invoquer les mêmes droits; tous les pouvoirs politiques doivent poursuivre des fins humaines. Le droit international des droits de l'homme tend à les consacrer au plan vertical comme au plan latéral. Le premier met en rapport l'individu et l'Etat, Antigone et Créon. Il concerne traditionnellement les droits civils et politiques. Dans un rapport horizontal, s'affirment les droits des autres sur chacun. Ce second type de relations débouche sur des droits économiques et sociaux, lesquels se fondent sur une solidarité entre les membres de la communauté, et des devoirs à la charge des plus favorisés en faveur des catégories qui le sont moins [81].

Les droits de l'homme ont toujours affecté une dimension universelle, que l'on considère, dans une perspective religieuse, que l'homme a été créé à l'image de Dieu ou, dans une analyse laïcisée, qui fut celle de l'école du Droit de la nature et des gens, qu'il est un être doué de raison. Cependant, cette notion reste fondamentalement occidentale et le fait qu'elle ait été haussée au plan universel par la Déclaration de 1948 ne permet pas, à lui seul, de conclure qu'elle répond aux aspirations de tous, alors que la communauté internationale, en s'élargissant à l'échelle planétaire, fait apparaître des disparités nombreuses d'ordre géographique et historique, économique et culturel [82].

L'objectif de la Déclaration Universelle est de proclamer l'égale dignité des hommes malgré leurs différences et de les rassembler dans une communauté internationale au sein de laquelle toute méconnaissance des droits de l'homme et des libertés fondamentales affecte chacun d'eux. Ainsi, alors que dans le droit international classique, l'homme est en exil dans la société des Etats, il réintègre la communauté humaine universelle. C'est bien une intégration communautaire que tend à réaliser le droit international des droits de l'homme si l'on entend par là un système normatif et institutionnel dépassant la structure interétatique traditionnelle pour reconnaître à l'individu des droits qui trouvent dans l'ordre international tout aussi bien leurs sources et la garantie de leur effectivité.

C'est dans cette perspective que la communauté internationale a l'obligation, dans un monde dévasté par la violence, le meurtre, les traitements dégradants et inhumains, la misère et la faim, de renouveler son engagement collectif à protéger et à défendre les droits fondamentaux de l'homme. En somme, la commémoration de la Journée internationale de réflexion sur le génocide des Tutsis au Rwanda en 1994 est une journée au cours de laquelle la communauté internationale s'engage à faire front uni contre toutes les formes de haine et de discrimination à travers le monde.

5 CONCLUSION

Il y a lieu de dégager plusieurs étapes dans l'internationalisation de cette mémoire. Tout d'abord, une première internationalisation de la mémoire du génocide se fait jour et dont témoignent divers événements tels que la Conférence internationale sur le génocide organisée à Kigali en 1995, la création du TPIR,... La seconde internationalisation, qui débute surtout après 2004, relève d'un autre processus, qui conduit la mémoire du génocide à être exportée, commémorée et mémorisée hors du Rwanda. La seconde internationalisation de la mémoire du génocide se lit aussi dans la demande exprimée en 2012 par la CNLG visant à inscrire quatre mémoriaux au patrimoine mondial de l'UNESCO.

Une autre étape importante de l'internationalisation de la mémoire du génocide rwandais de 1994 est l'établissement de la « Journée internationale de réflexion sur le génocide au Rwanda ». C'est le 23 décembre 2003 que l'Assemblée générale des Nations Unies avait adopté la résolution établissant cette Journée le 7 avril de chaque année. Le 26 janvier 2018, l'Assemblée générale des Nations Unies adopta sans vote une décision par laquelle elle changea le nom du 7 avril qui, de la « Journée internationale de réflexion sur le génocide au Rwanda », devient « Journée internationale de réflexion sur le génocide des Tutsis au Rwanda en 1994 ».

La commémoration du génocide rwandais est perçue par la communauté internationale comme un moyen d'éradiquer l'idéologie du génocide. C'est pourquoi la politique de la mémoire vise non seulement à l'entretenir, mais également à la défendre dans le but de

contribuer à la création d'un climat de confiance entre tous les membres de la société rwandaise. Pour la communauté internationale, il est important de conserver la mémoire du génocide pour l'humanité en général, et pour l'avenir de la population rwandaise en particulier.

La commémoration du génocide rwandais est aussi perçue par la communauté internationale comme un moyen de prévenir tout génocide. Elle est une occasion pour la communauté internationale d'organiser une réflexion permanente sur le génocide, ses conséquences et les stratégies de sa prévention et son éradication.

Enfin, c'est dans la perspective de renouveler l'engagement collectif à protéger et à défendre les droits fondamentaux de l'homme, que la communauté internationale a l'obligation d'observer la Journée internationale de réflexion sur le génocide des Tutsis au Rwanda en 1994. Cette Journée internationale constitue une journée au cours de laquelle la communauté internationale s'engage à faire front uni contre toutes les formes de haine et de discrimination à travers le monde.

REFERENCES

- [1] C. Vidal, «La commémoration du génocide au Rwanda. Violence symbolique, mémorisation forcée et histoire officielle», *Revue d'Histoire de la Shoah*, vol. 181, n°2, pp.261-276, 2004.
- [2] Sarkin, J., *Colonial Genocide and Reparations Claims in the 21st Century*, Praeger Security International, 2009, p. 109.
- [3] A. Rabinbach, (trad. C. Drevon), «Raphael Lemkin et le concept de genocide», *Revue d'histoire de la Shoah*, n° 189, pp. 511-554, 2008.
- [4] Nations Unies, *Convention pour la prévention et la répression du crime de génocide*, approuvée et soumise à la signature et à la ratification ou à l'adhésion par l'Assemblée générale dans sa résolution 260 A (III) du 9 décembre 1948, entrée en vigueur le 12 janvier 1951, conformément aux dispositions de l'article XIII.
- [5] Quilès, P. et al., *Rapport d'information sur les opérations militaires menées par la France, d'autres pays et l'ONU au Rwanda entre 1990 et 1994*, Tome I, Assemblée nationale française, Commission de la défense nationale et des forces armées et de la commission des affaires étrangères, 1998, p. 287.
- [6] Kerté Amoulgam, A. et Lafontaine, F., «Le système international penal», *Revue québécoise de droit international*, Numéro hors-série, p.235, 2021. [Online] Available: <https://www.erudit.org/fr/revues/rqdi/2021-rqdi06868/1087390ar.pdf> (13 octobre 2024).
- [7] Résolution 827 (1993), Doc off CS NU, 1993, Doc NU S/RES/827.
- [8] Idem.
- [9] Résolution 955 1994, Doc off CS NU, 1994, Doc NU S/RES/955.
- [10] Nations Unies, *Le Tribunal en bref: Tribunal pénal international pour le Rwanda*. [Online] Available: <https://unictr.irmct.org/fr/tribunal> (22 juillet 2024).
- [11] Idem.
- [12] Ibidem.
- [13] *Statut de Rome de la Cour pénale internationale*, 17 juillet 1998. [Online] Available: <https://www.icrc.org/dih/INTRO/585> (03 juillet 2024).
- [14] *Histoire de CPI*. [Online] Available: <https://www.iccnw.org/?mod> (03 juillet 2024).
- [15] *L'Etat de Palestine ratifie le Statut de Rome*, 07 janvier 2015. [Online] Available: https://www.icc-cpi.int/fr_menus/icc/press%20and%20media/press%20releases/Pages/pr1082_2.aspx (03 juillet 2024).
- [16] Le 27 octobre 2017, le Burundi est devenu le premier pays à se retirer du Statut de Rome de la Cour pénale internationale.
- [17] Fofe Djofia Malewa, J.-P., *La Cour Pénale Internationale: Institution nécessaire aux pays des Grands Lacs Africains. La justice pour la Paix et la Stabilité en R.-D. Congo, en Ouganda, au Rwanda et au Burundi*, Paris, L'Harmattan, 2006, p.25.
- [18] Organisation de l'unité africaine, *Rapport sur le génocide au Rwanda*, mai 2000, p.56.
- [19] Quilès, P. et al., *Op. cit.*, p.82.
- [20] Organisation de l'unité africaine, *Op. cit.*, p.56.
- [21] Idem, p.6.
- [22] Ibidem, p.6.
- [23] Willame, J.-C., *Aux sources de l'hécatombe rwandaise*, Paris, L'Harmattan, 1995, p. 9.
- [24] Reyntjens, F., *Rwanda. Trois jours qui ont fait basculer l'histoire*, Paris, L'Harmattan, 1995, pp. 21-49.
- [25] Organisation de l'unité africaine, *Op. cit.*, p. 111.
- [26] Idem, p. 137.
- [27] Quilès, P. et al., *Op. cit.*, p. 289.
- [28] Idem, p. 290.
- [29] Ibidem, p.290.
- [30] Ibidem, p. 290.
- [31] Ibidem, p. 291.
- [32] Ibidem, p.291.

- [33] Ibidem, p.291.
- [34] Ibidem, p.291.
- [35] Ibidem, p.291.
- [36] Ibidem, p.292.
- [37] Ibidem, p.292.
- [38] Ibidem, p.292.
- [39] Ibidem, p. 294.
- [40] Ibidem, p.294.
- [41] La Documentation française, *Le conflit des Grands Lacs en Afrique: Un conflit aux origines anciennes. 40 ans d'affrontements*. [Online] Available: <https://www.ladocumentationfrancaise.fr/dossiers/conflit-grands-lacs/conflit-origines-anciennes.shtml> (11 août 2024).
- [42] Idem.
- [43] Prunier, G., *The Rwanda Crisis: History of a Genocide 1959-1994*, Londres, Hurst and Co., 1997, pp.5-9, cité par l'Organisation de l'unité africaine, *Op. cit.*, pp.30-31.
- [44] Shyaka, A., «Le conflit rwandais. Origines, développement et stratégies de sortie», Etude commandée par la Commission Nationale pour l'Unité et la Réconciliation, p. 9, 2004. [Online] Available: <http://cec.rwanda.free.fr/documents/doc/Doc-Rwandais/Le-conflit-rwandais-Anastase-Shyaka.pdf> (10 août 2024).
- [45] Idem, p. 19.
- [46] Ibidem, p. 9.
- [47] Millogo, P. C., *Le racisme et l'ethnicisme. Etude comparative (Burkina, Bénin, France, Espagne et Rwanda)*. [Online] Available: <https://conventiondiasporagabonaise.org/actualite%25C3%25A9s/actu-internationales/228-le-racisme-et-l-ethnicisme-etude-comparative-burkina-benin-France-Espagne-et-rwanda.html> (03 août 2024).
- [48] Huyse, L. et al., *Justice traditionnelle et réconciliation après un conflit violent. La richesse des expériences africaines*, Stockholm (Suède), International Institute for Democracy and Electoral Assistance, 2009, p. 29.
- [49] Shyaka, A., art. cit., p. 26.
- [50] Quilès, P. et al., *op.cit.*, p. 76.
- [51] Prunier, G., *Rwanda: 1959-1994. Histoire d'un génocide*, Paris, Dagorno, 1997, p. 108.
- [52] Idem, p. 108.
- [53] Ibidem, p.108.
- [54] Nsibula R., *Le conflit de la région des Grands Lacs: les causes, implications sociales, économiques et politiques et les perspectives*, p.5, Mars 2013. [Online] Available: https://www.cafrad.org/Workshops/Ouagadougou25-27_03_13/Nsibula.pdf (08 août 2024).
- [55] Lufakalyo, L., *Les conflits dans les espaces frontaliers des Etats de la sous-région des Grands Lacs Africains*, septembre 2014. [Online] Available: https://www.irenees.net/bdf_fiche-analyse-1028_fr.html (12 août 2024).
- [56] La Documentation française, *Les conflits des Grands Lacs en Afrique: le 1^{er} conflit du Zaïre 1996-1997*. [Online] Available: <https://www.ladocumentationfrancaise.fr/dossiers/d000098-le-conflit-des-grands-lacs-en-afrique/le-1er-conflit-du-zaire-1996-1997> (12 août 2024).
- [57] Idem.
- [58] Kayembe, D., *Rwanda: des experts de l'ONU affirment avoir les preuves du soutien du Rwanda aux rebelles congolais*, 28 juin 2012. [Online] Available: <https://www.lavdc.net/portail/rwanda-des-experts-de-lonu-affirment-avoir-les-preuves-du-soutien-du-rwanda-aux-rebelles-congolais> (29 août 2024).
- [59] Mucyo, J. D. et al., *Rapport de la Commission indépendante chargée de rassembler les preuves montrant l'implication de l'Etat français dans le génocide perpétré au Rwanda en 1994*, République du Rwanda, 15 novembre 2007, p.7.
- [60] Idem, p. 7.
- [61] Human Rights Watch et Fédération Internationale des Ligues des Droits de l'Homme, 1999, p. 618, cités par Mucyo, J. D. et al., *Op.cit.*, p. 8.
- [62] Mucyo, J. D. et al., *Op.cit.*, p. 8.
- [63] Idem, p. 8.
- [64] Ibidem, p.10.
- [65] Ibidem, p.10.
- [66] Idem, pp. 39-73.
- [67] Survie, *Génocide des Tutsi au Rwanda. 20 documents pour comprendre le rôle de l'Etat français*. [Online] Available: <https://survie.org/genocide/genocide-et-complicite/20-documents-pour-comprendre-le/?lang=fr> (22 août 2024).
- [68] Institut François Mitterrand, cité par Quilès, P., *France-Rwanda: des accusations infondées*, 06 avril 2014. [Online] Available: <https://paul.quiles.over-blog.com/2014/04/france-rwanda-des-accusations-infondées.html> (11 août 2024).
- [69] Edouard Balladur a été au moment du génocide rwandais de 1994 Premier ministre français, poste qu'il a occupé de 1993 à 1995 sous la présidence de François Mitterrand.

- [70] *Rwanda: l'ancien Premier ministre Edouard Balladur favorable à une levée du secret-défense*, 07 avril 2014. [Online] Available: <https://lelab.europe1.fr/Rwanda-l-ancien-Premier-ministre-Edouard-Balladur-favorable-a-une-levée-du-secret-defense-13890> (11 août 2024).
- [71] H. Rouso, «Vers une mondialisation de la mémoire», *Vingtième Siècle. Revue d'histoire*, vol. 94, n°2, pp.3-10, 2007.
- [72] A. Kalisky, «D'un génocide à l'autre: références à la Shoah dans les approches scientifiques du génocide des Tutsi», *Revue d'histoire de la Shoah*, n° 181, p. 411-438, 2004; A. Kalisky, «Mémoires croisées. Références à la Shoah dans le travail de deuil et de mémoire du génocide des Tutsi», *Humanitaire*, n°10, pp. 69-92, 2004.
- [73] P. Gakwenzire, «Nyabarongo, une rivière du supplice», *Dialogue*, N°190, pp. 8-17, 2010.
- [74] Manuel Abramowicz, *Guide des résistances à l'extrême-droite*, Éditions Labor & Résistances, 2005, 250 p.
- [75] R. Korman, «La politique de mémoire du génocide des Tutsi au Rwanda: enjeux et évolutions», *Droit et cultures*, N°66, pp.87-101, 2013.
- [76] Idem.
- [77] Ibidem.
- [78] C. Kanimba Misago, «Commission nationale de lutte contre le génocide. Contexte et perspectives», *Revue d'Histoire de la Shoah*, N°190, p.439, 2009.
- [79] Nations Unies, Journée internationale de commémoration des victimes du crime de génocide, d'affirmation de leur dignité et de prévention de ce crime. [Online] Available: <https://www.un.org/fr/observances/genocide-prevention-day> (13 octobre 2024).
- [80] Idem.
- [81] Dupuy, R.-J., *Le Droit international*, Paris, Presses Universitaires de France, 2009, pp.461-462.
- [82] Idem, p.462.

Molecular identification of the causal agents of mango anthracnose disease in North Côte d'Ivoire

Kouadjo Claude Ghislaine¹, Doga Dabe^{1,2}, Loukou Charles³, Koffi Ghislain¹, and Coulibaly Sidonie¹

¹Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Laboratoire Central de Biotechnologies, Côte d'Ivoire

²Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Station de recherche de LATAHA, Côte d'Ivoire

³Université Nangui Abrogoua, Côte d'Ivoire

Copyright © 2025 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: Anthracnose disease of mango contributes to a huge loss of mango fruits in Côte d'Ivoire. This disease is the main pre- and post-harvest fungal disease infecting mango trees worldwide, and represents the 2nd major constraint to mango production and export in Côte d'Ivoire. However, information on the causal agent of this disease in Côte d'Ivoire remains scarce but presumed to be *Colletotrichum gloeosporioides* as reported in early studies that were based on morphological characteristics. Since emerging information evidenced on one hand a possible intraspecific diversity within *Colletotrichum gloeosporioides* and on the other the existence of other emerging anthracnose causing agents, it was important to thoroughly identify these in North Côte d'Ivoire one of the main mango growing region. 41 fungal isolates were collected from diseased mango fruits in North Côte d'Ivoire, of which forty were morphologically identified as *Colletotrichum gloeosporioides* and one as *Fusarium* sp. Further molecular studies using ITS identified *Colletotrichum gloeosporioides* exhibiting an intraspecific diversity and *Fusarium concentricum* as the causal agents of anthracnose disease in mango in North Côte d'Ivoire.

KEYWORDS: *Colletotrichum*, *Mangifera indica* L., species identification, distribution, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

Anthracnose is a prominent fungal disease affecting many fruit crops globally, with mangoes (*Mangifera indica*) being particularly impacted due to its high qualitative export value (Iqbal et al 2022). Caused primarily by the pathogen *Colletotrichum gloeosporioides*, anthracnose manifests through dark, sunken lesions on ripe and unripe fruit, often leading to significant post-harvest losses (Freeman et al., 1998; Dinh 2002; Tarnowski and Ploetz 2008; Jayasinghe and Fernando, 2009). In orchards, the pathogen attacks all parts of the mango tree. Symptoms on fruits usually appear only after harvest. In tropical regions, the disease does not only compromise the quality and marketability of mangoes but can also negatively impact the livelihoods of farmers dependent on this vital cash crop (Tarekegn et al 2022).

Mango is the second fruit exported by Côte d'Ivoire, after banana and before pineapple. Along with these other fruits, it contributes 4% of the national GDP and 10% of Côte d'Ivoire's agricultural GDP (La Côte d'Ivoire agricole 2022). Indeed, Côte d'Ivoire is one of West Africa's leading producers of mangoes, with a mango production estimated at 150,000 tonnes per year in a large orchard of traditional mango trees and some modern plantations (MEMINADER 2022). However, the prevalence of anthracnose poses a serious challenge to the mango industry, raising concerns about sustainability and food security. Furthermore, during the 2008 and 2009 campaigns, there was a significant decline in mango exports (Fruitop 2008). This decrease in production was attributed to competition from other markets and, notably, the quality of the mangoes, which was adversely affected by round spots associated with fungal diseases, especially anthracnose, as observed in exported fruits in 2007 (Guerbaud, 2008). Additionally, Hala and Coulibaly's (2006) indicated a resurgence of certain diseases in mango orchards in northern Côte d'Ivoire, with anthracnose identified as the primary fungal disease affecting mangoes there. In regions with

high rainfall and humidity, the incidence of this disease can reach up to 100% (Arauz, 2000). The country's unique climatic conditions and extensive mango cultivation practices create an environment conducive to the proliferation of *C. gloesporioides* (Fruitop 2017; Peralta-Ruiz et al 2023). Understanding that the dynamics of this disease within the local ecological context is essential for developing effective management strategies. It is then important to collect information on the genetic diversity of the causal agent. Indeed, few studies have been conducted on the *Colletotrichum spp.* communities of fungi responsible for mango anthracnose in Côte d'Ivoire. The identification of the causal agent and the evaluation of their genetic diversity should allow a better management of the disease notably the development of resistant mango varieties and integrated disease management practices. Through this comprehensive study, we seek to contribute valuable knowledge that should enhance our understanding of mango anthracnose dynamics in Côte d'Ivoire, ultimately supporting the sustainability of mango production in the region. The objective of this study was 1) to investigate and update data on the epidemiology of anthracnose in mango orchards in North Côte d'Ivoire one of the main mango producing region and 2) identify the causal agents associated with the disease using molecular tools.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 PHYTOSANITARY SURVEY AND MANGOES SYMPTOMATIC SAMPLING

Symptomatic leaves were collected in the north agro-ecological zone of mango cultivation in Côte d'Ivoire in the period of January to March 2022 in the localities of Korhogo and Ferkessedougou. The first stage of this survey was carried out in the first quarter of the year and consisted of collecting data on the incidence and aggressiveness of the disease. Within each orchard, the experimental plot was cleared of 10 m from border to avoid border effects. From this new boundary of the plot, five elementary plots in the shape of a square of 30 m on each side were delimited. One elementary plot was drawn in the center of the plantation and the other four at each end of the plantation. The prospection consisted of observing the mango trees on the basis of the symptoms present on their leaves and fruits in each elementary plot. On each mango tree, the observations were made by subdividing the tree into four parts according to the four cardinal points (Afouda et al., 2013). In each part (North, South, East, West), the observation was made in a quadra of 1 m². All the leaves within this quadra were observed and counted, thus giving a number of symptomatic leaves and total leaves. Leaf observation allowed the incidence and severity of diseases to be assessed. Each side of the tree was considered as a replicate. Thus, four replicates were made per tree.

DISEASE INCIDENCE ASSESSMENT

The incidence was calculated using the formula below (Cooke, 2006):

$$I = (P/N) \times 100$$

I = Incidence; **P** = Number of diseased leaves; **N** = Total number of leaves.

A scale adapted from that of Narasimhudu (2007) was used to qualify the level of disease incidence (Table 1).

DISEASE SEVERITY ASSESSMENT

The severity or amount of disease on each leaf for anthracnose disease was visually assessed using the Silué et al. (2018) scoring scale described in Table 2. The disease severity index or disease severity rating threshold was calculated using the Soro et al. (2020) used equation below:

$$Is = \sum \left(\frac{Xi \times ni}{N \times Z} \right) \times 100$$

Is: Severity index; **Xi:** severity i of disease on leaf; **ni:** number of severity sheets i; **N:** total number of leaves observed; **Z:** highest severity scale (**9**).

Table 1. Incidence scale

Scale	Incidences (%)	Qualification of the level of incidence
0	0	No symptoms e
1	1-10	Low incidence
2	11-20	Moderate incidence
3	21-30	Medium incidence
4	31-50	Incidence forte
5	>50	Very high

Table 2. Severity scale

Grade	Severity	Characteristics of symptoms
0	0	No symptoms
1	1-5	Mild infection
3	6-10	Moderate infection
5	11-25	Mildly severe infection
7	26-50	Severe infection
9	5 > 0	Very severe infection

2.2 COLLECTION OF SYMPTOMATIC MANGOES

Collections of symptomatic mango were carried out in the North of Côte d'Ivoire (Korhogo and Ferkessedougou) during the mango harvest period from April to June 2023. In each orchard, a device in the shape of an equilateral triangle with sides of 100 m was used. Each vertex of the triangle constituted the sample collection point. Therefore, three samples of symptomatic mango leaves were collected per locality.

2.3 FUNGAL ISOLATION

For fungal isolation, symptomatic fruit and leaves from the margins of the lesions were used. The pathogens were isolated and cultured on potato dextrose agar (PDA) using a modified (ref) protocol. To obtain pure cultures, mycelial plugs were transferred to fresh PDA plates and incubated at 25°C with a 12-hour light/12-hour dark photoperiod for 5 days. Each single spore was transferred to a new PDA plate and incubated under the same conditions. Each resulting colony represented a purified isolate for further analysis.

2.4 MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS

The colony characteristics of all isolates grown on PDA were compared. Conidial morphology was studied using a compound microscope and documented with photographs. The isolates were visually inspected two weeks after the pure strains were cultured. The identification process utilized the keys from Botton et al. (1990) and Champion (1997). Macroscopic identification focused on traits such as growth rate, shape, color, thallus texture, and colony relief of each isolate. For microscopic identification, a small fragment of mycelium was carefully taken from the edge of a 15-day-old culture and examined under an optical microscope. The observed mycelia and spores were then described.

2.5 DNA EXTRACTION AND PCR AMPLIFICATION

The extraction of total DNA was carried out from the mycelium of each isolates using the CTAB method as described by Doyle and Doyle (1990). The isolated DNA was then quantified and stored at -20°C. The ITS region, were amplified using universal primers ITS1 (5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG-3') and ITS-4 (5'-TCCTCCGCTTA TTGATATGC-3') for the amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics analysis (White ET AL 1990). PCR was conducted using a MiniAmp thermal cycler from Applied Biosystems and OneTaq 2X Master Mix (NEB), following the manufacturer's guidelines. The PCR products were analyzed by electrophoresis on a 1% agarose gel, which was stained with SyberSafe solution. DNA sequencing was carried out by Eurofin Biotech in Germany. The sequences obtained were reviewed for accuracy using chromatograms in MEGA v. 7 (Tamura et al., 2013).

2.6 PHYLOGENETIC ANALYSES

The obtained sequences were phylogenetically studied with the NCBI BLAST (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov>) by comparing their counterpart's 18S rRNA sequences in the GenBank database. MEGA version 7.0. Software was used to modify the DNA sequence, Sequence alignments were performed using ClustalW alignment implemented in MEGA version 7 and were manually adjusted to allow maximum sequence similarity (Kumar, Stecher, and Tamura 2016). To demonstrate the relationships between homologous species, the Neighbour-Joining method using Molecular Evolutionary Genetics Analysis (MEGA 7.0) was used to create the phylogenetic tree

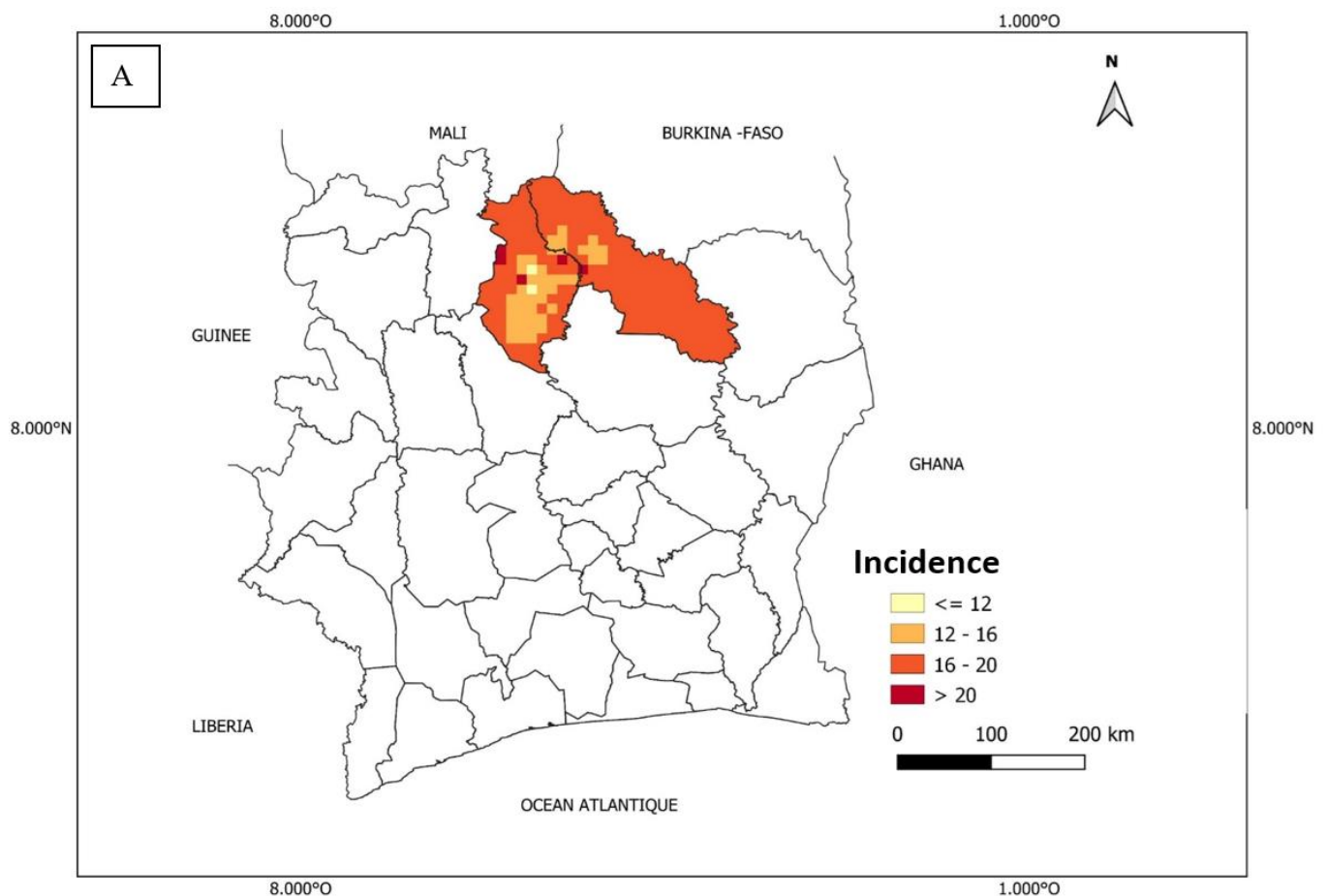
2.7 STATISTICAL ANALYSIS

Statistica version 7.1 was employed for the statistical analysis. The indices for disease prevalence and symptom severity collected in this study were analyzed statistically. A test for homogeneity of variance was conducted to guide the selection of subsequent tests. If no significant difference was found ($P > 0.05$), parametric tests were used. If a significant difference was detected ($P < 0.05$), non-parametric tests were applied for mean comparisons, followed by Fisher's LSD test to evaluate the extent of the differences.

3 RESULTS

3.1 DISEASE SURVEYS AND COLLECTION OF DISEASED LEAVES AND MANGOES FRUITS

A disease survey was carried out in the mangoes-growing regions within Côte d'Ivoire in the pre-harvest and harvest periods of the year 2022-2023. Anthracnose was reported on leaves and fruits. And the pathogen was verified by our isolations from symptomatic leaves and fruit. In total, 41 infected samples fruits (of which 17 mangoes were harvested in Korhogo, 22 mangoes in Ferké. The locations of orchards surveyed, which were used for the incidence and severity analyses, are recorded in Figure 1.



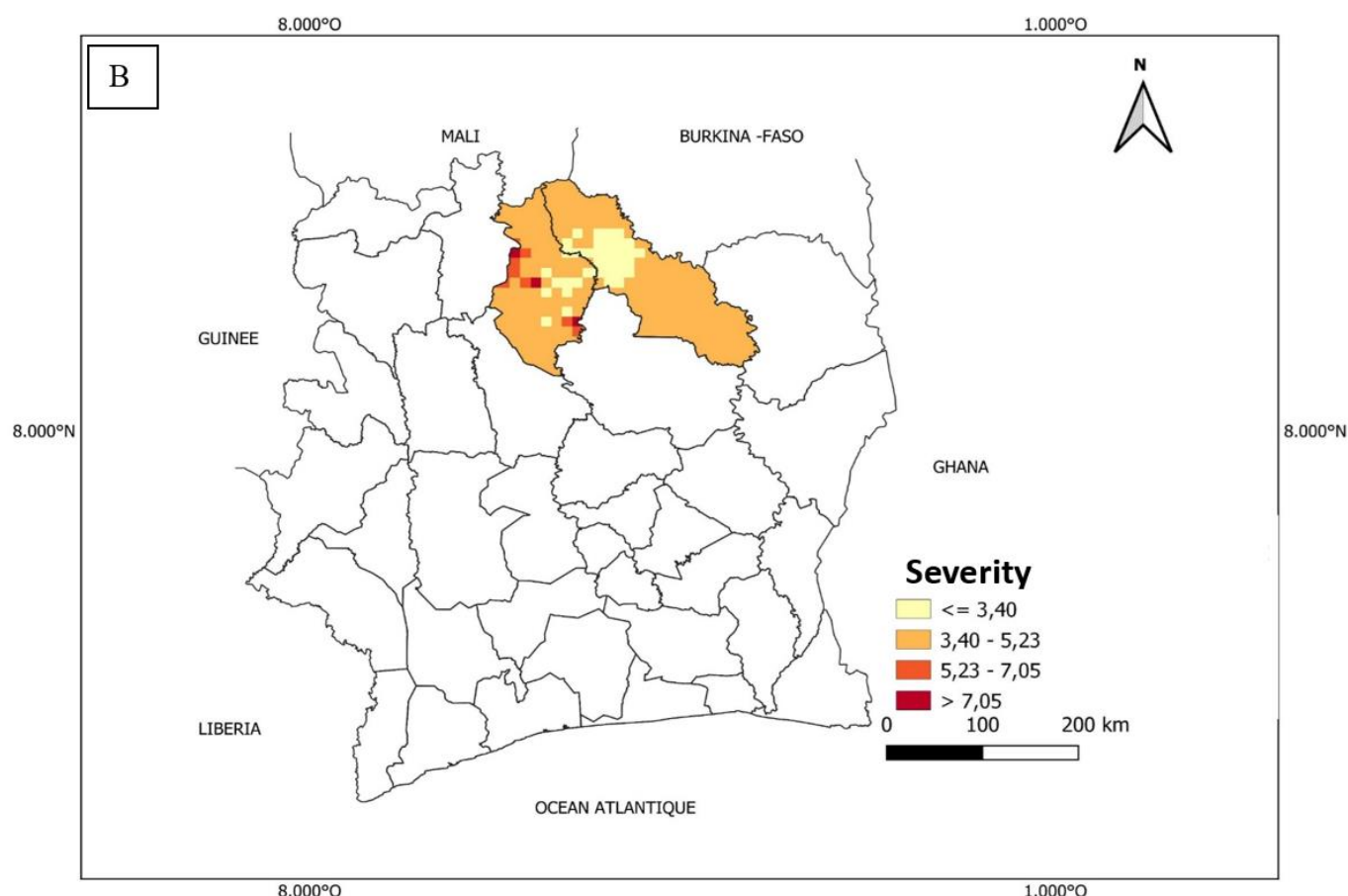


Fig. 1. Map of the distribution (incidence and severity) of anthracnose in Ferké and Korogho mango orchards

3.2 INCIDENCE AND SEVERITY ASSESSMENT

The incidence of disease symptoms observed on mangoes orchards ranged from 14.14% in the locality of Ferkessedougou, to 14.99% in Korogho. Thus, a significant difference was observed between the incidence and the severity of the disease in these two localities. On the other hand for disease severity values, for Korogo and Ferké, the severity of the anthracnose disease, was significantly high 3.8% to 5.13%, respectively (Table 3)

Table 3. Anthracnose incidence and severity in 02 localities in North Côte d'Ivoire

Locality	Incidence de l'anthracnose (%)	Sévérité de l'anthracnose (%)
Korhogo	14,9958824	3,80647059
Ferkessedougou	14,1483333	5,13

3.3 DIFFERENT ANTHRACNOSE DISEASE SYMPTOMS OBSERVED ON MANGOES LEAVES AND FRUITS

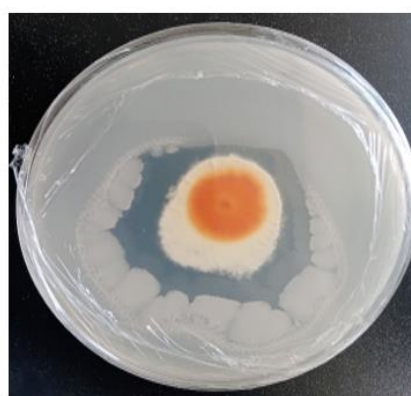
Visual anthracnose symptoms on the mangoes fruits were small brown to black spots, and some rot (Figure 2).



Fig. 2. Different symptoms of anthracnose observed on leaves and fruits of mangoes

Fungal isolates were morphologically and phylogenetically identified as *Colletotrichum* sp.

A total of 41 isolates of *Colletotrichum* spp. were obtained from fruits samples. On PDA media, colonies typically exhibited Orange and weak mycelium, Rose and aerial mycelium very dance, Ivory white and a cottony and light brown mycelium (Figure 3). Conidia were fusiform, measuring 12.5 to 18.4×3.5 to 5.4 mm (Figure 4). All 41 isolates from mango were provisionally identified as part of the *C. gloeosporioides* species complex based on their morphological and cultural characteristics.



Orange and weak mycelium



Rose and aerial mycelium very dance



Ivory white and a cottony mycelium



Light brown

Fig. 3. Isolates of *Colletotrichum gloeosporioides* on PDA



fusiform spore

Fig. 4. Conidia form as isolated on PDA

Colletotrichum gloeosporioides and *Fusarium concentricum* were identified as causal agents

Of the 41 morphologically characterized isolates 12 isolates were identified as morphological groups and used for phylogenetic analysis. The phylogeny provided sufficient information to distinguish the *Colletotrichum* species associated with symptoms of mango anthracnose in Côte d'Ivoire. 11 isolates were nested within the clade of different isolate species of *C. gloeosporioides* with a high level of similarity, ranging from 96% to 99 %. And 01 isolate was similar to *Fusarium concentricum* with 100% similarity (Table 4).

Table 4. Identification of isolates from the ITS region of the rRNA

Code	Locality	N °acession	Species	S.C	SI
Isolat 1	Ferké	KF000080.1 HQ636422.1		90%	96%
Isolat 3	Ferké	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide/HM138672.1?report=genbank&log\$=nucltop&blast_rank=1&RID=ETYHT1D0016		100%	97%
Isolat 7	Ferké	KF000080.1		99%	97%
Isolat 8	Ferké	KF000080.1		96%	99%
Isolat 9	Korhogo	JF288537.1		97%	99%
Isolat 12	Ferké	HQ636422.1			
Isolat 13	Korhogo	HQ636422.1			
Isolat 4	Ferké	JF288537.1			
Isolat 8-1	Ferké	JF288537.1			
Isolat 15	Korhogo	JF288537.1	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>		
Isolat 17	Ferké	HQ636422.1			97%
Isolat 7-1	Ferké	MG489962.1	<i>Fusarium concentricum</i>		

S.C (%): Sequence coverage rate SI. (%): Similarity rate

Phylogenetic analysis was conducted on all identified sequences after BLAST belonging to the genus *Colletotrichum* and *Fusarium*. The phylogenetic tree of *Colletotrichum* species based on the comparison of rDNA sequences, is presented in Figure 5. This tree shows the relationship between the closest strains of the genus *Colletotrichum* and *Fusarium* extracted from the NCBI database.

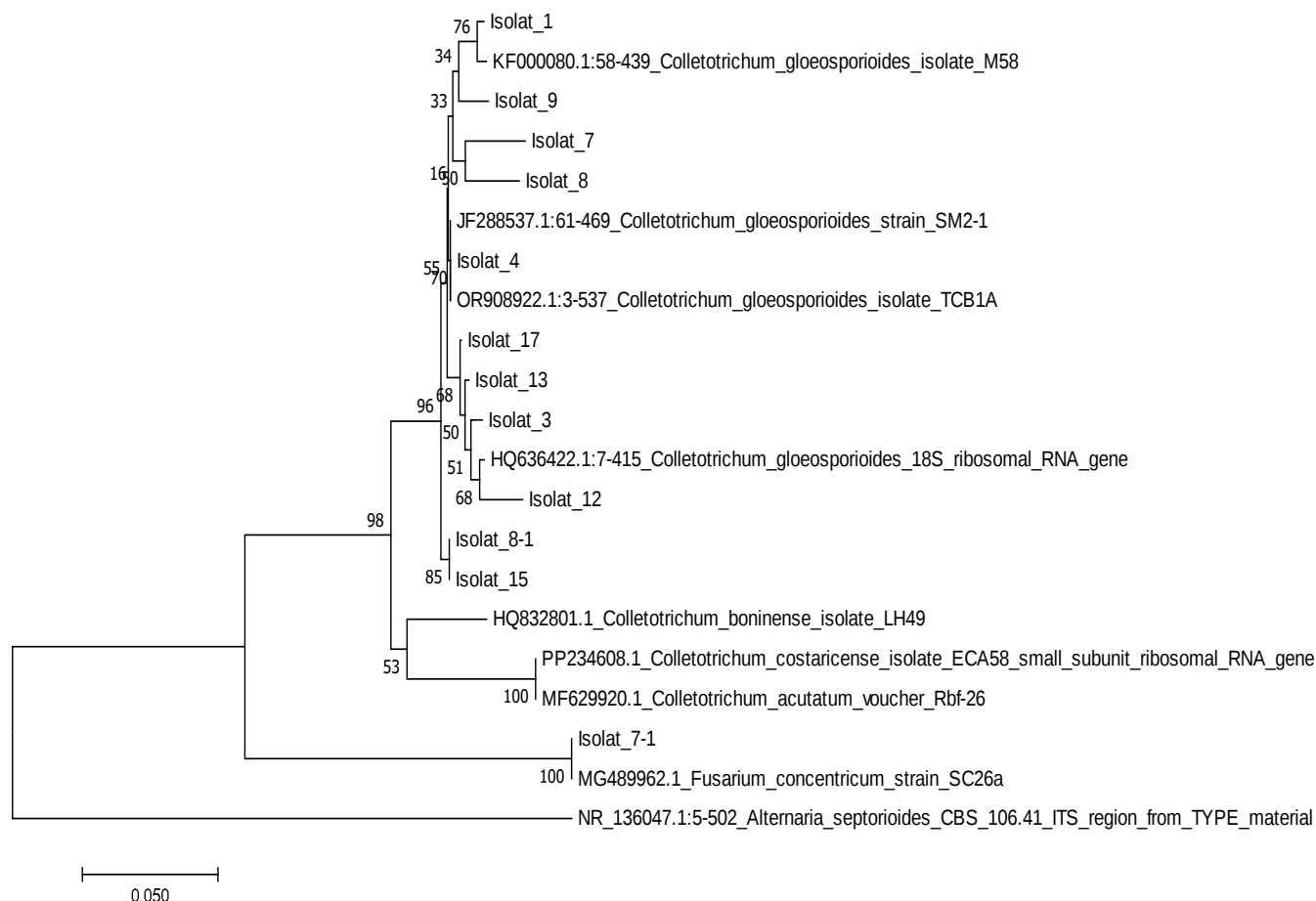


Fig. 5. Phylogenetic tree showing the phylogenetic position of pathogenic *Colletotrichum* and *Fusarium* species isolated from mangoes fruits in Côte d'Ivoire, compared with ITS sequence data available on GenBank. The tree is rooted with *Alternaria_septorioides* strain

4 DISCUSSION

This study investigated on both the epidemiology of anthracnose in mango orchards in North Côte d'Ivoire one of the main mango producing region and the identification on the causal agents. Concerning the epidemiological surveys have revealed the effective presence of anthracnose in the North of Côte d'Ivoire with an incidence of symptoms of the disease varying from 14.14% in the locality of Ferkessedougou, to 14.99% in Korogho, significantly high severity rate of 3.8% to 5.13%, in the cities of Korhogo and Ferké respectively. This showed that anthracnose was highly present in North Côte d'Ivoire. Indeed a study, highlighted a predominance of the disease in orchards in northern Côte d'Ivoire of the major type in terms of severity index and incidence to the detriment of the marginal type (conducted in 2019 by Dio et al and by Brou et al in 2021).

This disease can be attributed to the use of planting material already infected with the pathogens responsible for anthracnose. This practice is a key factor in orchard contamination (CPLEACP/PIP, 2013b). The large number of mango orchards in this production zone favors the rapid development of this disease. The presence of anthracnose in the orchards of the study area is supported by Akem (2006) and Onyeani et al. (2012) who in their work have shown that the disease is present in all mango production areas worldwide. It is the most important mango pathology (Arauz, 2000). Symptoms are most pronounced on fruit. This is due to the loss of fruit resistance during ripening. During ripening, there are hormonal changes, biochemical modifications and increased sensitivity in the fruit. Recently, using morphological characteristics, *C. gloeosporioides* was identified as the causal agent of mango anthracnose disease in Côte d'Ivoire (Nguetta et al. 2013). However, if we were to efficiently manage anthracnose disease in Côte d'Ivoire, it is important to have clear information on the causal agent diversity since several isolates of *C. gloeosporioides* can be involved in the spread of this disease (Dofuor et al. 2023). In this study, the ITS phylogeny allowed the identification of *C. gloeosporioides* as one of the mango anthracnose causal agent in North Côte d'Ivoire confirming the previous findings. The ITS phylogeny allowed to discriminate the *C. gloeosporioides* strains showing an

intraspecific diversity. High intraspecific variation of pathogenic *C. gloeosporoides* has already been evidenced in Water Yam fields in the Lesser Antilles (Dentika et al 2023).

Many other studies have demonstrated the association of several complexes of the genus *Colletotrichum*, with anthracnose in mango, among which, the *gloeosporioides* complex composed of others of the species *C. asianum* [Prihastuti, Cai & Hyde]; *C. fructicola* [Prihastuti, Cai & Hyde]; *C. gloeosporioides* [Penz. & Sacc.]; *C. theobromicola* [Delacr.]; *C. siamense* [Phoulivong, Cai & Hyde]; *C. tropicale* [Rojas, Rehner & Samuels]; *C. queenslandicum* [Weir & Johnst.] and *C. grossum* [Y.Z. Diao, Can. Zhang, L. Cai & X.L. Liu] (Jayawardena et al. 2016; Manzano León et al. 2018; Marin-Felix et al. 2017; Mo et al. 2018; Qin et al. 2019; Sharma et al. 2013; Shivas et al. 2016).

Our study only evidenced the presence of the *C. gloeosporoides* complex in North Côte d'Ivoire. This study also evidenced that *Fusarium Concentricum* was associated with symptoms of mango anthracnose in Ferkessedougou. This is a first report of the presence of *Fusarium Concentricum* as anthracnose causal agent in Côte d'Ivoire. Until now, *C. gloeosporioides* was identified as the only species associated with mango anthracnose in Côte d'Ivoire (Dio et al 202; N'guetta et al 2013). *Fusarium Concentricum* has been already reported elsewhere in China as a causal agent

Fusarium species are commonly associated with diseases of several tropical crops, such as yam, mango, banana, papaya, pineapple, and avocado (Zakaria, L 2023; Thayne et al 2024). The most common and economically significant *Fusarium* species associated with diseases of major fruit crops include *F. oxysporum* and *F. solani*, which are widely distributed in these areas. *Fusarium concentricum* Nirenberg & O' Donnell (Ascomycota: Hypocreales) is a fungal species known to infect plants (Qiu et al 2023). This *Fusarium* species has previously been identified as a fungal pathogen of shoot blight on *Podocarpus macrophyllus* in China (Qin et al 2021) and also the causal agent of *Fusarium* leaf spot on pecan (*Carya illinoensis*) in southeastern China (Saibin et al 2023). Thus, this study represents the first report of *F. Concentricum* associated with mango in Côte d'Ivoire.

To set up a management system for these microbial populations in mango orchards in northern Côte d'Ivoire and even beyond, it will be necessary to expand the prospecting area to other orchards located in other cities in the country, and establish pathogenicity tests. This will provide more details on the intraspecific or extraspecific diversity of the strains of *Colletotrichum gloeosporoides* and *Fusarium concentricum* present, the levels of virulence, and the establishment of control methods, like several studies conducted on pathogenic fungi such as *Ganoderma Boninense* in oil palm (Zakaria, L 2023).

ACKNOWLEDGMENTS

The author expresses their gratitude to the C2D FRUITIER PROJECT for their support and for providing for the for the execution of this work

REFERENCES

- [1] Afouda, L. C. A., Zinsou, V., Balogoun, R. K., Onzo, A. & Ahohuendo, B. C., (2013). Inventaire des agents pathogènes de l'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) au Bénin. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin, 73: 13-19.
- [2] Arauz, L.F. (2000) Mango Anthracnose: Economic Impact and Current Options for Integrated Management. Plant Disease, 84, 600-611. <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS.2000.84.6.600>
- [3] Botton, B., Breton, A., Fevra, M., Gauthier, S., Guy, P., Larpent, J.P., Reymond, P., Sanglier, J.J., Vayssier, Y. and Veau, P. (1990) Moisissures utiles et nuisibles. Importance industrielle. Masson, Paris, 41-220.
- [4] Akem C.N. (2006). Mango Anthracnose Disease: Present Statut and Future Research Priorities. Plant pathology, 5: 266-273.
- [5] BROU Kouassi Guy, DOUMBIA Mohamed, Doga Dabé, ORO Zokou Franck, KOUAME Brou N'guéssan Akuèlou, KOUASSI Koffi II Nazaire et DOGBO Denezon Odette (2021). Distribution of anthracnose disease in orchards in the mango production area in northern regions of Côte d'Ivoire. IJER Volume 12, Issue 8.
- [6] BROU Kouassi Guy, DOUMBIA Mohamed, Doga Dabé, ORO Zokou Franck, KOUAME Brou.
- [7] Champion, R. (1997) Identifying Seed-Transmitted Fungi. INRA (National Institute of Agronomic Research). <https://www.quae.com/produit/487/9782759213122/identifier-les-champignons-transmis-par-les-semences/preview?escape=false#lg=1&slide=0>.
- [8] Dembele, Dio D. & Elisée, Amari & Camara, Brahim & Grechi, Isabelle & Rey, Jean-Yves & Kone, Daouda (2020). Pre and postharvest assessment of mango anthracnose incidence and severity in the north of Côte d'Ivoire. International Journal of Biological and Chemical Sciences. 13. 2714. 10.4314/ijbcs.v13i6.24.

- [9] Dentika P, Blazy JM, Alleyne A, Petro D, Eversley A, Penet L. High Genetic Diversity and Structure of *Colletotrichum gloeosporioides* s.l. in the Archipelago of Lesser Antilles. J Fungi (Basel). 2023 May 27; 9 (6): 619. doi: 10.3390/jof9060619. PMID: 37367555; PMCID: PMC10302672.
- [10] Dentika P, Blazy JM, Alleyne A, Petro D, Eversley A, Penet L. High Genetic Diversity and Structure of *Colletotrichum gloeosporioides* s.l. in the Archipelago of Lesser Antilles. J Fungi (Basel). 2023 May 27; 9 (6): 619. doi: 10.3390/jof9060619. PMID: 37367555; PMCID: PMC10302672.
- [11] Dentika P, Blazy JM, Alleyne A, Petro D, Eversley A, Penet L. High Genetic Diversity and Structure of *Colletotrichum gloeosporioides* s.l. in the Archipelago of Lesser Antilles. J Fungi (Basel). 2023 May 27; 9 (6): 619. doi: 10.3390/jof9060619. PMID: 37367555; PMCID: PMC10302672.
- [12] Dinh (2002): Mostharvest loss of mango due to anthracnose and its infection biology and resistance of mango to the disease. Thesis. Pp103.
- [13] Dinh, Quang (2002). Postharvest loss of mango due to anthracnose and its infection biology and resistance of mango to the disease pp 103.
- [14] Dinh, Quang (2002). Postharvest loss of mango due to anthracnose and its infection biology and resistance of mango to the disease pp 103.
- [15] Dio Dramane DEMBELE, Ler-N'Og n Dadé Georges Elisée AMARI, Brahima CAMARA, Isabelle GRECHI, Jean-Yves REY and Daouda KONE (2019). Pre and postharvest assessment of mango anthracnose incidence and severity in the north of Côte d'Ivoire. Int. J. Biol. Chem. Sci. 13 (6): 2726-2738. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i6.24>.
- [16] Dio Dramane DEMBELE, Ler-N'Og n Dadé Georges Elisée AMARI, Brahima CAMARA, Isabelle GRECHI, Jean-Yves REY and Daouda KONE (2019). Pre and postharvest assessment of mango anthracnose incidence and severity in the north of Côte d'Ivoire. Int. J. Biol. Chem. Sci. 13 (6): 2726-2738.
- [17] Dofuor AK, Quartey NK-A, Osabutey AF, Antwi-Agyakwa AK, Asante K, Boateng BO, Ablormeti FK, Lutuf H, Osei-Owusu J, Osei JHN, Ekloh W, Loh SK, Honger JO, Aidoo OF and Ninsin KD (2023). Mango anthracnose disease: the current situation and direction for future research. Front. Microbiol. 14: 1168203. doi: 10.3389/fmicb.2023.1168203.
- [18] Doyle and Doyle (1990): J. J. Doyle and J. L. Doyle, «Isolation of Plant DNA from Fresh Tissue,» Focus, Vol. 12, No. 1, 1990, pp. 13-15.
- [19] Erekalo, Kassa & Banta, Yishak. (2022). Determinants of Market Participation among Dairy Producers in Southwestern Ethiopia. Research in World Economy. 3. 16-23. 10.36956/rwae.v3i1.486.
- [20] Freeman S, Katan T, Shabi E. (1998). Characterization of *Colletotrichum* Species Responsible for Anthracnose Diseases of Various Fruits. Plant Dis. Jun; 82 (6): 596-605. doi: 10.1094/PDIS.1998.82.6.596. PMID: 30857006.
- [21] Fruitop (2008) <https://agritrop.cirad.fr/547335/1/ID547335.pdf>
- [22] Fruitop (2017) <https://www.fruitrop.com/media/Publications/Fruitrop-Magazine/2017/fruitrop-249>.
- [23] Gerbaud, P. (2008). Les dossiers de fruitrop, fiche de pays producteur la Côte d'Ivoire. Fruitrop (26 pp.).
- [24] Global status and the way forward for disease management. Journal of Innovative Sciences, 8 (2): 222-235. DOI | <https://dx.doi.org/10.17582/journal.jis/2022/8.2.222.235>
- [25] Hala K et Coulibaly F. (2006). L'étude diagnostique de l'état sanitaire du verger manguier et les acquis de la recherche agronomiques sur la lutte intégrée contre les mouches de fruits et la cochenille farineuse en Côte d'Ivoire. Rapport d'exécution technique. Appel d'offres N° 016/ FIRCA/ Filière Mangue.
- [26] IQBAL, J., KIRAN, S., MUSTAFA, G., KHAN, A., RAZA, A., BIBI, F., HUSSAIN, R., BUKHARI, S., IQBAL, N., & KHAN, A. (2022). Effect of different nursery potting media on the germination and development of mango (*mangifera indica* l.) seedlings. *Biological and Clinical Sciences* doi.org/10.54112/bcsrj.v2022i1.136
- [27] Iqbal, S., M.A. Khan, M. Atiq, N.A. Rajput, M. Usman, A. Nawaz, G.A. Kachelo, A. Akram and H. Ahmad. 2022. Mango anthracno.
- [28] Jayasinghe and Fernando Jayasinghe, Chandra & Fernando, T. & Jayawardana, N. (2009). A comparative study of *Colletotrichum* species causing anthracnose in Hevea. Journal of the Rubber Research Institute of Sri Lanka. 89. 20. 10.4038/jrrisl.v89i0.1845.
- [29] Jayawardana RS, Hyde KD, Damm U, Cai L, Liu M, Li XH, Zhang W, Zhao WS, Yan JY (2016). Notes on currently accepted species of *Colletotrichum*. Mycosphere 7 (8) 1192–1260, Doi 10.5943/mycosphere/si/2c/9.
- [30] Kumar S, Stecher G, and Tamura K (2016) MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 7.0 for bigger datasets. Molecular Biology and Evolution 33: 1870-1874.
- [31] Kumar, S., Stecher, G. and Tamura, K. (2016) MEGA 7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 7.0 for Bigger Datasets. Molecular Biology and Evolution, 33, 1870-1874. <https://doi.org/10.1093/molbev/msw054>.
- [32] La Côte d'Ivoire agricole (2022): <https://lacotedivoireagricole.ci/cote-divoire-situation-de-la-filiere-mangue-en-2022/>.
- [33] Latiffah Zakaria (2023). Basal Stem Rot of Oil Palm: The Pathogen, Disease Incidence, and Control Methods. Plant Disease Vol. 107, No. 3.

- [34] Manzano León, A. M., Serra-Hernández, W., García-Pérez, L., Crespo, K., and Guarnaccia, V. 2018. First report of leaf anthracnose caused by *Colletotrichum grossum* on mango (*Mangifera indica*) in Cuba. J. Plant Pathol. 100: 329. <https://doi.org/10.1007/s42161-018-0040-z> CrossrefWeb of ScienceGoogle Scholar.
- [35] Manzano León, A. M., Serra-Hernández, W., García-Pérez, L., Crespo, K., and Guarnaccia, V. 2018. First report of leaf anthracnose caused by *Colletotrichum grossum* on mango (*Mangifera indica*) in Cuba. J. Plant Pathol. 100: 329. <https://doi.org/10.1007/s42161-018-0040-z> CrossrefWeb of ScienceGoogle Scholar.
- [36] Marin-Felix, Y., Groenewald, J. Z., Cai, L., Chen, Q., Marincowitz, S., Barnes, I., Bensch, K., Braun, U., Camporesi, E., Damm, U., de Beer, Z. W., Dissanayake, A., Edwards, J., Giraldo, A., Hernandez-Restrepo, M., Hyde, K. D., Jayawardena, R. S., Lombard, L., Luangsa-ard, J., McTaggart, A. R., Rossman, A. Y., Sandoval-Denis, M., Shen, M., Shivas, R. G., Tan, Y. P., van der Linde, E. J., Wingfield, M. J., Wood, A. R., Zhang, J. Q., Zhang, Y., and Crous, P. W. 2017. Genera of phytopathogenic fungi: GOPHY 1. Stud. Mycol. 86: 99-216. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2017.04.002> CrossrefWeb of ScienceGoogle Scholar.
- [37] MEMINADER (2022): <https://www.agriculture.gouv.ci/>
- [38] Mo, J., Zhao, G., Li, Q., Soalngi, G. S., Tang, L., Huang, S., Guo, T., and Hsiang, T. 2018. Identification and characterization of *Colletotrichum* species associated with mango anthracnose in Guangxi, China. Plant Dis. 102: 1283-1289. <https://doi.org/10.1094/PDIS-09-17-1516-RE> LinkWeb of ScienceGoogle Scholar.
- [39] Munhoz T, Vargas J, Teixeira L, Staver C and Dita M (2024) Fusarium Tropical Race 4 in Latin America and the Caribbean: status and global research advances towards disease management. *Front. Plant Sci.* 15: 1397617. doi: 10.3389/fpls.2024.1397617.
- [40] N. Silué, K. Abo, F. Johnson, B. Camara, M. Kone, D. Kone. (2018). Evaluation in vitro et in vivo de trois fongicides de synthèse et d'un fongicide biologique sur la croissance et la severite de *colletotrichum gloeosporioides* et de *pestalotia heterornis*, champignons responsables de maladies foliaires de l'anacardier (*anacardium occidentale* L.) en Cote d'ivoire. *Agronomie Africaine* 30 (1): 107 – 122.
- [41] N'guéssan Akuèlou, KOUASSI Koffi Il Nazaire et DOGBO Denezon Odette (2021). Distribution of anthracnose disease in orchards in the mango production area in northern regions of Côte d'Ivoire. *IJSER* Volume 12, Issue 8.
- [42] N'Guettia MY, Diallo HA, Kouassi N, Coulibaly F, (2013). Diversité morphologique et pathogénique des souches de *Colletotrichum* sp. responsable de l'anthracnose de la mangue en Côte d'Ivoire. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 18 (3): 2775-2784.
- [43] Nagaraja, A., Kumar, J., Jain, A.K., Narasimhudu, Y., Raghuchander, T., Kumar, B. and Gowda, H.B. (2007). Compendium of Small Millets Diseases. Project Coordination Cell, All India Coordinated Small Millets Improvement Project, UAS, GKVK Campus, Bangalore. p. 80.
- [44] N'guettia, M & Kouassi, Nazaire & Diallo, H & Kouakou, Regis. (2014). Evaluation of Anthracnose Disease of Mango (*Mangifera indica* L.) Fruits and Characterization of Causal Agent in Côte d'Ivoire. 2319-1473.
- [45] N'guettia, M & Kouassi, Nazaire & Diallo, H & Kouakou, Regis. (2014). Evaluation of Anthracnose Disease of Mango (*Mangifera indica* L.) Fruits and Characterization of Causal Agent in Côte d'Ivoire. 2319-1473.
- [46] Onyeani C.A., Osunlaja O., Owuru O.O. et Sosanya O. (2012). First report of fruit anthracnose in mango caused by *Colletotrichum gloeosporioides* in Southwestern Nigeria. *Int. J. Sci. Technol.*, 1: 30- 34.
- [47] Pardo-De la Hoz, C. J., Calderon, C., Rincon, A. M., Cardenas, M., Danies, G., Lopez-Kleine, L., Restrepo, S., and Jimenez, P. 2016. Species from the *Colletotrichum acutatum*, *Colletotrichum boninense* and *Colletotrichum gloeosporioides* species complexes associated with tree tomato and mango crops in Colombia. *Plant Pathol.* 65: 227-237. <https://doi.org/10.1111/ppa.12410> CrossrefWeb of ScienceGoogle Scholar.
- [48] Peralta-Ruiz Y, Rossi C, Grande-Tovar CD, Chaves-López C (2023). Green Management of Postharvest Anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides*. *J Fungi (Basel)*. 28; 9 (6): 623. doi: 10.3390/jof9060623.
- [49] Qin, China & Jiang, Yanyan & Zhang, Rui & Ali, Emran & Huo, Junwei & Li, Yonggang. (2021). First Report of *Fusarium concentricum* Causing Shoot Blight on *Podocarpus macrophyllus* in China. *Plant Disease*. 10.1094/PDIS-07-21-1490-PDN.
- [50] Qin, China & Jiang, Yanyan & Zhang, Rui & Ali, Emran & Huo, Junwei & Li, Yonggang. (2021). First Report of *Fusarium concentricum* Causing Shoot Blight on *Podocarpus macrophyllus* in China. *Plant Disease*. 10.1094/PDIS-07-21-1490-PDN.
- [51] Qin, L. P., Yu, G. M., Zhang, Y., Su, Q., Chen, Y. L., Nong, Q., Huang, S. L., and Xie, L. (2019). First report of anthracnose of *Mangifera indica* caused by *Colletotrichum scovillei* in China. *Plant Dis.* 103: 1043. <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-18-1980-PDN> LinkWeb of ScienceGoogle Scholar.
- [52] Qiu HL, Fox EGP, Qin CS, Yang H, Tian LY, Wang DS, Xu JZ. (2023). First record of *Fusarium concentricum* (Hypocreales: Hypocreaceae) isolated from the moth *Polychrosis cunninhamicola* (Lepidoptera: Tortricidae) as an entomopathogenic fungus. *J Insect Sci.* 2023 Mar 1; 23 (2): 2. doi: 10.1093/jisesa/iead008. PMID: 36916278; PMCID: PMC10011878.
- [53] Saibin Lv, Yuanping Mo, Huiling Wang, Zuhuan Xie, Kai Guo, Zhengjia Wang, Chulong Zhang, and Lihong Xiao (2023). First Report of *Fusarium concentricum* as a Causal Agent of Fusarium Leaf Blotch on Pecan (*Carya illinoensis*) in Southeast China. *Plant Disease* 107: 8, 2549.

- [54] Sharma, G., Kumar, N., Weir, B. S., Hyde, K. D., and Shenoy, B. D. (2013). The ApMat marker can resolve *Colletotrichum* species: A case study with *Mangifera indica*. *Fungal Divers.* 61: 117-138.
- [55] Shivas, R. G., Tan, Y. P., Edwards, J., Dinh, Q., Maxwell, A., Andjic, V., Liberato, J. R., Anderson, C., Beasley, D. R., Bransgrove, K., Coates, L. M., Cowan, K., Daniel, R., Dean, J. R., Lomavatu, M. F., Mercado-Escueta, D., Mitchell, R. W., Thangavel, R., Tran-Nguyen, L. T. T., and Weir, B. S. 2016. *Colletotrichum* species in Australia. *Australas. Plant Pathol.* 45: 447-464.
- [56] Shivas, R. G., Tan, Y. P., Edwards, J., Dinh, Q., Maxwell, A., Andjic, V., Liberato, J. R., Anderson, C., Beasley, D. R., Bransgrove, K., Coates, L. M., Cowan, K., Daniel, R., Dean, J. R., Lomavatu, M. F., Mercado-Escueta, D., Mitchell, R. W., Thangavel, R., Tran-Nguyen, L. T. T., and Weir, B. S. (2016). *Colletotrichum* species in Australia. *Australas. Plant Pathol.* 45: 447-464. <https://doi.org/10.1007/s13313-016-0443-2> CrossrefWeb of ScienceGoogle Scholar.
- [57] Sibirina, Soro & Souleymane, Sanogo & Mariam, Ouattara & Nakpalo, Silue & Kone, Daouda & Justin, Kouadi. (2020). Analyse descriptive et facteurs agronomiques d'avant-garde de l'état sanitaire des vergers anacardiens (*Anacardium occidentale* L.) en Côte d'Ivoire Soro Sibirina. *European Scientific Journal ESJ.* 16. 10.19044/esj.2020.v16n30p72.
- [58] Tamura, K., Stecher, G., Peterson, D., et al. (2013) MEGA 6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 6.0. The Society for Molecular Biology and Evolution, Oxford University, Oxford.
- [59] Tarekegn, K., & Kelem, F. (2022). Assessment of Mango Post-Harvest Losses along Value Chain in the Gamo Zone, Southern Ethiopia. *International Journal of Fruit Science*, 22 (1), 170–182. <https://doi.org/10.1080/15538362.2021.2025194>.
- [60] Tarekegn, N., Abate, B., Muluneh, A. (2022) Modeling the impact of climate change on the hydrology of Andasa watershed. *Model. Earth Syst. Environ.* 8, 103–119. <https://doi.org/10.1007/s40808-020-01063-7>.
- [61] Tarnowski and Ploetz (2008): Tarnowski TLB, Ploetz RC. First Report of *Colletotrichum capsici* Causing Postharvest Anthracnose on Papaya in South Florida. *Plant Dis.* 2010 Aug; 94 (8): 1065. doi: 10.1094/PDIS-94-8-1065B. PMID: 30743449.
- [62] Tarnowski, T.L. and Ploetz, R., (2008). Assessing the role of *Colletotrichum gloeosporioides* and *C. acutatum* in mango anthracnose in south Florida. *Phytopathology*, 98: 155.
- [63] Thayne Munhoz Jorge Vargas; Jorge Vargas Luiz Teixeira Luiz Teixeira Charles Staver Charles Staver Miguel Dita; Miguel Dita (2023). *Fusarium Tropical Race 4 in Latin America and the Caribbean: status and global research advances towards disease management. Plant Pathogen Interactions. Volume 15 - 2024 |* <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1397617>.
- [64] Thayne Munhoz; Thayne Munhoz, Jorge Vargas; Jorge Vargas uiz TeixeiraLuiz Teixeira Charles StaverCharles Staver Miguel Dita Miguel Dita5 (2024). *Fusarium Tropical Race 4 in Latin America and the Caribbean: status and global research advances towards disease management. Sec. Plant Pathogen Interactions Volume 15 – 2024.*
- [65] White TJ, Bruns T, Lee S, Taylor JW. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: Innis MA, Gelfand DH, Sninsky JJ, White TJ, editor. *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications*. New York: Academic Press Inc; 1990. pp. 315–322. [Google Scholar].
- [66] White, T.J. (1990) Amplification and Direct Sequencing of Fungal Ribosomal RNA Genes for Phylogenetics. In: *PCR Protocols, a Guide to Methods and Applications*, 315-322.
- [67] Zakaria L (2023). *Fusarium* species associated with diseases of major tropical fruit crops. *Horticulturae* 9 (3): 322.
- [68] Zakaria, L. *Fusarium* Species Associated with Diseases of Major Tropical Fruit Crops. *Horticulturae* 2023, 9, 322. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9030322>.

Profil anthropométrique de l'obésité chez des adultes en milieu rural ivoirien: Une étude transversale dans la sous-préfecture de Sikensi

[Anthropometric profile of obesity in adults in rural Ivorian areas: A cross-sectional study in the sub-prefecture of Sikensi]

Adou Kock Hélène Dorine Theresa, Gngorran Boua Narcisse, Yao N'Guessan Blaise, Gué Pelé Nathalie Olive Pélagie, and Yapo Angoué Paul

Laboratoire de Physiologie, Pharmacologie et Pharmacopée, Unité de Formation et de Recherche des Sciences de la Nature (UFR-SN), Université Nangui ABROGOUA, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

Copyright © 2025 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 prevalence of obesity is steadily increasing and varies across studied populations. In Côte d'Ivoire, data on obesity among adults in rural areas are scarce. This study aimed to determine the anthropometric characteristics of obese individuals aged 18 to 60 years in a rural setting. A descriptive cross-sectional study with prospective data collection was conducted from April 23 to June 25, 2023. A total of 156 obese adult subjects, of melanodermic phenotype and with obesity defined by body mass index (BMI) and waist circumference, were recruited from two villages in the sub-prefecture of Sikensi. Measurements of age, body mass, height, waist circumference, blood pressure, and heart rate were taken at the participants' homes. The mean age of the subjects was 38.6 ± 0.7 years. The studied obese population had a mean BMI of 35.1 ± 0.4 kg/m² and a mean waist circumference of 104 ± 1 cm. Among the 156 subjects, 61.5% had grade 1 obesity, 23.7% had grade 2 obesity, and 14.7% had grade 3 obesity. Additionally, 66.02% of women and 28.2% of men had android obesity. The association of BMI and waist circumference indicated 61.2% with grade 1 obesity, 24.5% with grade 2, and 14.3% with grade 3. The prevalence of hypertension was 14.1% and that of tachycardia was 3.21% within the study population. This study reveals that obesity is indeed prevalent in rural areas within the two villages of Sikensi.

KEYWORDS: adults, rural area, Côte d'Ivoire, obesity, hypertension.

RESUME: La prévalence de l'obésité est en constante augmentation et varie selon les populations étudiées. En Côte d'Ivoire, les données sur l'obésité chez les adultes en milieu rural sont rares. Cette étude visait à déterminer les caractéristiques anthropométriques des sujets obèses âgés de 18 à 60 ans en milieu rural. Une étude descriptive transversale avec recueil prospectif des données a été menée du 23 avril au 25 juin 2023. Un total de 156 sujets adultes obèses, de phénotype mélanoderme et présentant une obésité définie par l'indice de masse corporelle (IMC) et le tour de taille, ont été recrutés dans deux villages de la sous-préfecture de Sikensi. Les mesures de l'âge, de la masse corporelle, de la taille, du tour de taille, de la pression artérielle et de la fréquence cardiaque ont été réalisées au domicile des participants. L'âge moyen des sujets était de $38,6 \pm 0,7$ ans. La population obèse étudiée avait un IMC moyen de $35,1 \pm 0,4$ kg/m² et un tour de taille moyen de 104 ± 1 cm. Parmi les 156 sujets, 61,5 % présentaient une obésité de grade 1, 23,7 % de grade 2 et 14,7 % de grade 3. En outre, 66,02 % des femmes et 28,2 % des hommes souffraient d'une obésité androïde. L'association de l'IMC et du tour de taille montrait 61,2 % d'obésité de grade 1, 24,5 % de grade 2 et 14,3 % de grade 3. La prévalence de l'hypertension était de 14,1 % et celle de la tachycardie de 3,21 % dans la population étudiée. Cette étude révèle que l'obésité est bien présente en milieu rural dans les deux villages de Sikensi.

MOTS-CLEFS: adultes, milieu rural, Côte d'Ivoire, obésité, hypertension artérielle.

1 INTRODUCTION

Autrefois considérée comme un signe de prospérité, l'obésité est de nos jours devenue une maladie à part entière selon l'Organisation Mondiale de la Santé. Elle se définit par un indice de masse corporelle (IMC) égal ou supérieur à 30 kg/m² dans sa forme diffuse et par un tour de taille (TT) supérieur ou égal à 94 cm chez l'homme et à 80 cm chez la femme dans sa forme androïde [1], [2]. Elle constitue un facteur de risque des maladies cardiovasculaires, du diabète de type 2, de l'hypertension artérielle sanguine et de la dyslipidémie pouvant aboutir au syndrome métabolique [3].

L'obésité est un véritable problème de santé publique, complexe et multifactorielle dont la prévalence ne cesse d'augmenter [4]. Dans le monde, on estime actuellement que plus de 1,9 milliard d'adultes sont en surpoids et que plus de 650 millions d'entre eux souffrent d'obésité [5]. Selon [6], les maladies liées à l'obésité figurent aujourd'hui parmi les trois premières causes de mortalité. En Afrique, la prévalence de l'obésité varie de 4,5% à 32,5% [7].

En Côte d'Ivoire, malgré les efforts déployés par l'État, on constate une persistance de la prévalence de l'obésité sur l'ensemble du territoire ivoirien, principalement dans la ville d'Abidjan. En effet, l'OMS a estimé en 2010 que l'obésité touchait 7,9% de la population ivoirienne, dont 3,9% d'hommes et 11,9% de femmes [8]. Les études réalisées à l'université Nangui ABROGOUA (Abidjan), par [9] ont montré une prévalence de 1,13% au sein de la population étudiante.

Par ailleurs, les travaux de [10] ont révélé 19,6% de femmes obèses sur un total de 327 femmes. De plus, la prévalence de l'obésité abdominale était de 72,1% chez les mêmes femmes âgées de 18 ans et plus en milieu péri-urbain. Quant à [11], ces auteurs ont indiqué une prévalence de l'obésité abdominale de 52,96 % sur une population totale de 1146 adultes âgés de 19 à 60 ans. Ces populations résidaient dans trois différentes zones de la Côte d'Ivoire, notamment une zone urbaine (Cocody), une zone péri-urbaine (Abobo) et une zone rurale (Yocoboué). En 2023, une étude a été effectuée par [12] chez une population âgée de 21 à 65 ans vivant à Yopougon, Cocody et Abobo. Les résultats ont montré une prévalence de 36,1% chez des femmes vs 12,9% des hommes selon l'IMC et 52,6% chez les femmes vs 11,6% chez les hommes selon le TT. En Côte d'Ivoire, à notre connaissance très peu d'études sont consacrées à l'exploration de l'obésité en milieu rural. De plus, il est noté une absence de données des différents grades de l'obésité selon les critères conventionnels. C'est pourquoi, cette étude vise à mesurer et à décrire des différents grades de l'obésité selon l'IMC et le TT chez des sujets obèses en milieu rural (Sikensi).

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 CONCEPTION DE L'ÉTUDE ET CADRE

Cette étude transversale, à visée descriptive et analytique, a été menée du 23 avril au 25 juin 2023 dans deux villages (Bakanou et Becedi) de la sous-préfecture de Sikensi, située à 80 km d'Abidjan, Côte d'Ivoire. Le choix de ces sites ruraux visait à examiner la prévalence et les caractéristiques de l'obésité dans un contexte non urbain.

2.2 SUJETS

Les participants éligibles étaient des adultes (hommes et femmes) apparemment en bonne santé, âgés de 18 à 60 ans, mélanodermes (Origine africaine), et présentant une obésité (IMC $\geq$ 30 kg/m²). Les critères d'exclusion comprenaient : être hospitalisé, avoir une origine non africaine, être âgé de moins de 18 ans ou de plus de 60 ans, être enceinte ou allaitante. Ces critères ont permis de recruter 156 personnes obèses dont 104 femmes et 52 hommes.

Un total de 156 personnes obèses (104 femmes et 52 hommes) a été recrutée. La taille de l'échantillon a été déterminée en fonction des ressources disponibles et du temps alloué à l'étude.

2.3 MÉTHODE D'ÉCHANTILLONNAGE

Un échantillonnage par volontariat a été utilisé pour recruter les participants. Cette méthode a été choisie en raison de contraintes logistiques et pour favoriser la participation dans un contexte rural où un échantillonnage aléatoire aurait pu être difficile à mettre en œuvre. Nous reconnaissons les limites potentielles de cette approche en termes de représentativité. La taille de l'échantillon a été déterminée en fonction des ressources disponibles et du temps alloué à l'étude.

2.4 CONSIDÉRATIONS ÉTHIQUES

L'étude a reçu l'approbation du comité d'éthique de l'Université Nangui ABROGOUA (Abidjan, Côte d'Ivoire) via son Laboratoire de Physiologie, Pharmacologie et Pharmacopée, conformément aux principes éthiques internationaux pour la recherche impliquant des sujets humains. Un consentement éclairé écrit a été obtenu de tous les participants avant leur inclusion dans l'étude.

2.5 MESURES ANTHROPOMÉTRIQUES ET PHYSIOLOGIQUES

La méthodologie de cette étude avait fait l'objet d'approbation par le comité d'éthique de l'université Nangui ABROGOUA (Abidjan, Côte d'Ivoire) à travers son Laboratoire de Physiologie, Pharmacologie et Pharmacopée conformément aux principes internationaux. Toutes les mesures ont été effectuées par des enquêteurs formés, utilisant des protocoles standardisés.

Les mesures de la masse corporelle et de la taille ont été respectivement réalisées à l'aide d'une balance pèse-personne de précision de 0,5 kg (MSV-France, maximum : 180 kg) calibrée quotidiennement et d'une toise munie d'un ruban métrique avec une précision de 0,1 cm de fabrication locale. Ces mesures ont été effectuées chez des sujets déchaussés, debout, immobiles, les pieds joints, les bras relâchés le long du corps, sans appui et légèrement vêtus. Selon l'OMS, l'IMC exprimé en kg/m² a été calculé, en divisant la masse corporelle (kg) par la taille (m) élevée au carré. Ainsi, une personne ayant un IMC ≥ 30 kg/m² était considérée obèse [4].

Le Tour de taille (TT) a été mesuré à l'aide d'un mètre ruban non extensible, à mi-chemin entre la dernière côte et la crête iliaque, à la fin d'une expiration normale. L'obésité abdominale a été évaluée selon les critères de la Fédération Internationale du Diabète [13].

La pression artérielle (PA) et la fréquence cardiaque (FC) ont été déterminées à l'aide d'un tensiomètre automatique à brassard Omron Platinum BP5450, validé cliniquement. Les mesures ont été prises sur le bras gauche, après au moins 8 minutes de repos en position assise. Trois mesures ont été effectuées à intervalles de 2 minutes, et la moyenne des deux dernières mesures a été utilisée pour l'analyse.

2.6 ANALYSE STATISTIQUE

Les données ont été analysées à l'aide du logiciel GraphPad Prism version 8. Les variables continues ont été présentées sous forme de moyennes $\pm$ erreur standard sur la moyenne (ESM). Les variables catégorielles ont été exprimées en proportions.

La normalité de la distribution des données a été vérifiée à l'aide du test de Shapiro-Wilk.

La comparaison des proportions et des moyennes des valeurs des mesures anthropométriques a été réalisée respectivement par le test non paramétrique ki-carré Pearson et le test T de Student. La différence était significative pour $p < 0,05$.

3 RESULTATS

3.1 CARACTERISTIQUES ANTHROPOMETRIQUES DE LA POPULATION D'ETUDE

Les valeurs moyennes des mesures anthropométriques de la population étudiée sont présentées dans le tableau 1. L'âge moyen de la population était de $38,6 \pm 0,7$ ans. La masse corporelle moyenne était de $95,7 \pm 1,2$ kg et la taille moyenne de $1,65 \pm 0,0$ m. Les résultats ont également indiqué un indice de masse corporelle (IMC) moyen de $35,1 \pm 0,4$ kg/m² et un tour de taille (TT) moyen de 104 ± 1 cm. Les valeurs moyennes de la pression artérielle systolique et diastolique étaient respectivement de $121,6 \pm 1,6$ mmHg et $78 \pm 1,2$ mmHg. La fréquence cardiaque moyenne était de $82,4 \pm 0,7$ battements par minute.

Tableau 1. *Caractéristiques anthropométriques de la population d'étude*

Caractéristiques anthropométriques	Population d'étude (n = 156)
Âge (ans)	38,6 ± 0,7
Masse corporelle (kg)	95,7 ± 1,24
Taille (m)	1,65 ± 0,0
Indice de Masse Corporelle (kg/m ²)	35,1 ± 0,4
Tour de Taille (cm)	104 ± 1
Pression Artérielle Systolique (mm Hg)	121,6 ± 1,6
Pression Artérielle Diastolique (mm Hg)	78 ± 1,2
Fréquence Cardiaque (bat/min)	82,4 ± 0,7

3.2 CARACTÉRISTIQUES ANTHROPOMÉTRIQUES SELON LE SEXE

Les résultats ont montré que l'âge, la masse corporelle et la taille moyens chez les femmes obèses étaient nettement inférieurs à ceux des hommes obèses, étant respectivement de 37,8 ± 0,9 ans, 93,7 ± 1,5 kg et 1,62 m contre 40,2 ± 1,2 ans, 99 ± 2,1 kg et 1,71 m. De plus, les valeurs moyennes de la pression artérielle systolique (PAS), de la pression artérielle diastolique (PAD) et de la fréquence cardiaque (FC) observées chez les femmes étaient respectivement de 120 ± 1,9 mmHg, 75,8 ± 1,4 mmHg et 81 ± 0,7 bpm, comparativement à celles enregistrées chez les hommes, qui étaient de 126 ± 2,8 mmHg, 82,3 ± 2,1 mmHg et 85,4 ± 1,4 bpm. En revanche, l'indice de masse corporelle (IMC) et le tour de taille (TT) déterminés chez les femmes présentaient des valeurs supérieures à celles des hommes, étant respectivement de 35,8 ± 0,5 kg/m² et 105 ± 1,2 cm contre 33,8 ± 0,5 kg/m² et 103 ± 1,9 cm. La répartition des caractéristiques anthropométriques selon le sexe est consignée dans le tableau 2.

Tableau 2. *Caractéristiques anthropométriques selon le sexe*

Caractéristiques anthropométriques	Femmes obèses (n = 104)	Hommes obèses (n = 52)
Âge (ans)	37,8 ± 0,9	40,2 ± 1,2
Masse corporelle (kg)	93,7 ± 1,5	99 ± 2,1
Taille (m)	1,62 ± 0,0	1,71 ± 0,0
Indice de Masse Corporelle (kg/m ²)	35,8 ± 0,5	33,8 ± 0,5
Tour de Taille (cm)	105 ± 1,2	103 ± 1,9
Pression Artérielle Systolique (mm Hg)	120 ± 1,9	126 ± 2,8
Pression Artérielle Diastolique (mm Hg)	75,8 ± 1,4	82,3 ± 2,1
Fréquence Cardiaque (bat/min)	81 ± 0,7	85,4 ± 1,4

3.3 REPARTITION DE LA POPULATION OBESE SELON L'IMC

Les proportions des sujets obèses selon la classification de l'IMC sont présentées dans le tableau 3. Les résultats ont révélé que 61,5 % des sujets étaient atteints d'obésité de grade 1, 23,7 % d'obésité de grade 2 et 14,7 % d'obésité de grade 3. Plus spécifiquement, 56,7 % des femmes obèses étaient de grade 1 contre 71,1 % des hommes. Pour les sujets obèses de grade 2, 25,9 % étaient des femmes et 19,2 % des hommes. Enfin, l'obésité morbide (grade 3) concernait 17,4 % des femmes et 9,7 % des hommes.

Tableau 3. *Proportions des sujets obèses selon l'IMC*

Population	Grade 1 30 ≤ IMC ≤ 34,9	Grade 2 35 ≤ IMC ≤ 39,9	Grade 3 IMC ≥ 40
Population (n= 156)	61,5% (96)	23,7% (37)	14,7% (23)
Femmes (n = 104)	56,7% (59)	25,9% (27)	17,4% (18)
Hommes (n = 52)	71,1% (37)	19,2% (10)	9,7% (5)

3.4 REPARTITION DES SUJETS OBESES SELON LE TOUR DE TAILLE

Les proportions de la population étudiée présentant une obésité abdominale ou androïde sont résumées dans le tableau 4. Les résultats ont indiqué que 66,02 % des femmes avaient un tour de taille (TT) anormal, comparativement à 28,2 % des hommes dans l'ensemble de la population étudiée. Cependant, la prévalence de l'obésité androïde était de 99,04 % chez les femmes et de 84,6 % chez les hommes, sur des effectifs respectifs de 104 femmes et 44 hommes.

Tableau 4. Proportions des sujets obèses selon le tour de taille

Population	Tour de Taille ≥ 80 cm (F)	Tour de Taille ≥ 94 cm (H)
Population (n = 156)	66,02 % (103)	28,2 % (44)
Femme (n = 104)	99,04 % (103)	
Homme (n = 52)		84,6 % (44)

3.5 REPARTITION DES OBESES SELON LE TOUR DE TAILLE ET L'IMC

La population étudiée comprenait 156 sujets obèses, dont 147 présentaient une obésité confirmée par le tour de taille et l'IMC. La prévalence de l'obésité se répartissait comme suit: 61,2 % des sujets étaient de grade 1, 24,5 % de grade 2 et 14,3 % de grade 3. En analysant les différences selon le sexe, il a été observé que parmi les individus de grade 1, 39,5 % étaient des femmes et 21,8 % des hommes souffraient d'obésité androïde. Pour le grade 2, 18,4 % des femmes et 6,1 % des hommes présentaient une obésité androïde. Enfin, pour le grade 3, 12,2 % des femmes et 2 % des hommes étaient touchés par une obésité androïde, comme illustré dans le tableau 5.

Tableau 5. Proportions des sujets obèses selon le tour de taille et l'IMC

Population obèse	Grade 1 $30 \leq \text{IMC} \leq 34,9$	Grade 2 $35 \leq \text{IMC} \leq 39,9$	Grade 3 $\text{IMC} \geq 40$
Population totale (n = 147)	61,2% (90)	24,5% (36)	14,3% (21)
Femme (n = 103)	39,5% (58)	18,4% (27)	12,2% (18)
Tour de Taille ≥ 80 cm			
Homme (n = 44)	21,8% (32)	6,1% (9)	2% (3)
Tour de Taille ≥ 94 cm			

3.6 PROPORTIONS DE LA PRESSION ARTERIELLE SANGUINE ET FREQUENCE CARDIAQUE DE LA POPULATION D'ETUDE

Les proportions de la pression artérielle et de la fréquence cardiaque de la population d'étude sont indiquées dans le tableau 6. Les résultats ont révélé que 14,1% et 3,21% des sujets obèses de la population d'étude avaient respectivement une pression artérielle sanguine et une fréquence cardiaque élevées. Par contre, la pression artérielle et la fréquence cardiaque étaient normales, respectivement chez 85,26 % et 96,15% de la population d'étude.

Tableau 6. Proportions de la pression artérielle sanguine et de la fréquence cardiaque de la population d'étude

Population d'étude (n=156)	Basse	Normale	Élevée
Pression artérielle	0,64 % (1)	85,26 % (133)	14,1 % (22)
Fréquence cardiaque	0,64% (1)	96,15% (150)	3,21% (5)

4 DISCUSSION

L'étude de notre population âgée de 18 à 60 ans a révélé une moyenne d'âge de 38,61 ans, avec une différence entre les hommes obèses (40,2 ans) et les femmes obèses (37,8 ans). Ce résultat corrobore les observations de [14], qui ont rapporté une augmentation du risque d'obésité au Nigeria autour de la quarantaine. Cependant, notre moyenne d'âge diffère de celle rapportée par [12], qui ont observé un âge moyen de 42 ans chez des sujets obèses âgés de 21 à 65 ans. Cette différence peut s'expliquer par les tranches d'âge distinctes entre nos études. Dans notre échantillon, le sexe féminin était prédominant (66,67% contre 33,33% pour le sexe masculin). Cette prévalence plus élevée chez les femmes pourrait être attribuée à plusieurs

facteurs, notamment la multiparité, la sédentarité post-partum et les changements hormonaux liés à la ménopause. La référence [15] a souligné que la ménopause affecte la répartition des graisses et augmente le risque d'obésité. De plus, [16] ont mis en évidence que des facteurs socioculturels peuvent entraver la pratique d'activités physiques après l'accouchement. Il est également important de noter que dans certaines cultures ivoiriennes, notamment chez le peuple akan, le surpoids ou l'obésité peuvent être perçus comme un critère de beauté et d'aisance chez les femmes. Nos résultats sont cohérents avec ceux de [11], qui ont rapporté 60,03% de femmes contre 39,97% d'hommes dans leur population obèse.

Concernant la classification de l'obésité selon l'IMC, nous avons identifié trois grades. L'obésité modérée (grade 1) était la plus importante dans notre étude en milieu rural, représentant 61,5% des cas. Ce pourcentage est nettement supérieur à celui rapporté par [17] en milieu urbain (Abidjan). Ces auteurs ont observé 34,4% d'obésité de grade 1 dans leur échantillon de 255 sujets. Cependant, les proportions d'obésité de grade 2 (23,7%) et de grade 3 (23,7%) dans notre étude étaient inférieures à celles rapportées par [17] (31,2% d'obésité sévère et 17,8% d'obésité morbide). Cette différence pourrait s'expliquer par les modes de vie distincts entre milieux rural et urbain, notamment l'activité physique liée aux travaux agricoles qui pourrait retarder le développement de l'obésité morbide en milieu rural. En ce qui concerne la répartition par sexe, nous avons observé des taux plus élevés d'obésité sévère (25,9%) et morbide (17,4%) chez les femmes comparativement aux hommes (19,2% de grade 2 et 9,7% de grade 3). Cette disparité pourrait être attribuée à des différences de style de vie entre hommes et femmes.

L'obésité abdominale, évaluée par le tour de taille, était très prévalente dans notre population d'étude, avec un taux global de 94,22%. Cette prévalence était particulièrement élevée chez les femmes (99,04%) comparativement aux hommes (84,6%). Ces valeurs sont supérieures à celles rapportées par [18]. Ils ont observé une prévalence d'obésité abdominale de 21,1% chez les hommes et 61,9% chez les femmes âgées de 25 à 64 ans dans la commune de Bab El Oued. Cependant, nos résultats sont comparables à ceux de [19], qui ont rapporté une prévalence d'obésité abdominale de 95,1% chez les femmes et 52,6% chez les hommes dans un échantillon hospitalier à Abidjan. La référence [20] a également observé une prévalence d'obésité abdominale de 50,8% dans le quartier Anonkoi 3 (Abobo).

L'augmentation du tour de taille reflète une accumulation de graisse abdominale, ce qui expose notre population d'étude à un risque accru de complications métaboliques et vasculaires liées à l'obésité. Nos résultats suggèrent que les femmes de notre échantillon sont particulièrement vulnérables à ces risques de santé.

Concernant l'association de l'IMC et du tour de taille (TT), les résultats ont montré que parmi les personnes obèses, 61,2 % étaient de grade 1 (39,5 % femmes vs 21,8 % hommes); 24,5 % de grade 2 (18,4 % femmes vs 6,1 % hommes) et 14,3 % de grade 3 (12,2 % femmes vs 2 % hommes). Ces résultats confirment la relation entre l'obésité définie par l'IMC et l'obésité androïde. Ainsi, à IMC équivalent, les sujets souffrant d'obésité abdominale développent davantage de complications cardiovasculaires.

En ce qui concerne la distribution par sexe, les proportions de femmes présentant une obésité androïde sont élevées, indépendamment du grade de l'obésité. Ce constat est également observé en Algérie, où l'obésité androïde est plus fréquente chez les femmes que chez les hommes (75,02 % vs 35,43 %) âgés de 35 à 70 ans [21]. En Côte d'Ivoire, près de 82,1 % des hommes et 97,8 % des femmes avaient un TT anormal, selon une étude menée sur 255 patients en milieu urbain à l'Institut National de Santé Publique (INSP) à Abidjan [17]. Selon [3], l'obésité abdominale, lorsqu'elle est associée à d'autres facteurs de risque tels que la résistance à l'insuline, l'hyperglycémie, l'hypertriglycémie et l'hypertension artérielle (HTA), conduit au syndrome métabolique.

L'obésité est clairement identifiée comme un facteur de risque majeur pour l'hypertension artérielle et la tachycardie [22]. Une pression artérielle élevée et une tachycardie ont été observées au sein de la population étudiée. Nos résultats ont révélé une prévalence de 14,1 % d'hypertendus, ce qui corrobore l'impact négatif de l'obésité sur l'équilibre tensionnel. Cette prévalence est comparable à celle rapportée par [11], où 14,61 % des sujets étaient hypertendus. En revanche, nos résultats sont largement inférieurs à ceux obtenus par [23], [24], qui ont rapporté une prévalence de l'HTA de 32,5 % et 28,3 % respectivement dans une étude menée au Congo sur 1934 sujets âgés de 18 ans et plus. Par ailleurs, 50 % des femmes obèses au Maroc étaient hypertendues [25], et une prévalence de 49,3 % d'hypertendus a été rapportée dans une étude réalisée à Abidjan par [19].

Enfin, nos résultats ont également révélé une prévalence de 3,21 % de tachycardie chez les sujets obèses. Une observation similaire a été faite lors d'une étude menée au Burkina Faso, où la prévalence de la tachycardie était de 2,34 % [26]. Cette constatation pourrait être en partie expliquée par une présence d'hypertension artérielle.

5 CONCLUSION

Cette étude a mis en évidence la prévalence significative de l'obésité dans deux villages ruraux de Sikensi. L'analyse des paramètres anthropométriques a révélé une distribution des trois grades d'obésité, avec une prédominance du grade 1 selon l'indice de masse corporelle (IMC). L'obésité abdominale, évaluée par le tour de taille, a montré une prévalence remarquablement élevée de 94,22%, avec une disparité notable entre les femmes (99,04%) et les hommes (84,6%). La combinaison de l'IMC et du tour de taille a permis d'affiner la catégorisation, révélant 61,2% de cas d'obésité de grade 1, 24,5% de grade 2, et 14,3% de grade 3.

De plus, l'étude a identifié la coexistence de facteurs de risque cardiovasculaires: 14,1% des participants présentaient à la fois une obésité et une hypertension artérielle, suggérant un risque accru de syndrome métabolique. Par ailleurs, 3,21% des sujets manifestaient une tachycardie, un indicateur potentiel de complications cardiovasculaires. Ces résultats soulignent l'importance d'une approche globale dans la gestion de l'obésité en milieu rural. Ils mettent en lumière la nécessité d'interventions ciblées, particulièrement pour les femmes qui semblent plus touchées par l'obésité abdominale.

Pour approfondir ces observations, des investigations complémentaires sont prévues, notamment des analyses lipidiques, glucidiques et du stress oxydatif chez les sujets présentant une obésité de grade 3. Ces études permettront une évaluation plus complète des risques métaboliques associés et contribueront à l'élaboration de stratégies de prévention et de prise en charge adaptées au contexte local.

CONFLIT D'INTÉRÊT

Les auteurs déclarent qu'il n'existe aucun conflit d'intérêt dans la publication de cet article.

REFERENCES

- [1] J. Vague, Sexual Differentiation, a Factor Affecting the Forms of Obesity. *La Presse Médicale*, vol. 30, pp. 339-340, 1947.
- [2] D. Gallagher, M. Visser, D. Sepulveda, R. N. Pierson, T. Harris, S. B. Heymsfield, How useful is body mass index for comparison of body fatness accros age, sex, and ethnic group. *American Journal of Epidemiology*, vol. 143, no. 3, pp; 228-39, 1996.
- [3] E. Kassi, P. Pervanidou, G. Kaltsas, G. Chrousos, Metabolic syndrome: definitions and controversies. *BMC Médecine*, vol. 9, pp. 48, 2011.
- [4] Organisation mondiale de la santé (OMS), Obésité: prévention et prise en charge de l'épidémie mondiale. Rapport d'une consultation de l'OMS (OMS, Série de Rapports techniques 894), Genève, 2003. [En ligne] disponible: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/42734/1/WHO_TRS_894_fre.pdf?ua=1 (Juillet 25, 2024).
- [5] H. Dai, T. A. Alsah, N. Chalhaf, M. Riccò, N. L. Bragazzi, J. Wu, The global burden of disease attributable to high body mass index in 195 countries and territories, 1990-2017: An analysis of the Global Burden of Disease Study. *PLoS Medecine*; vol. 17, no. 7, e1003198, 2020.
- [6] M. Shekar, B. Popkin, Obesity: health and economic consequences of an impending global challenge. Human Development Perspectives series. Washington, DC: World Bank. 233p, 2020.
- [7] O. Oladeji1, Z.Chi, M. Tiam, T. Dharmesh, C. Andrew, M. Vukosi, D. Moinina, O. Elaine, Monitoring Information-Seeking Patterns and Obesity Prevalence in Africa with Internet Search Data: Observational Study. *JMIR Public Health Surveillance*, vol. 7, no. 4, e24348, 2021.
- [8] World Health Organization (WHO), Noncommunicable diseases country profiles 2011. World Health Organization, 2011. [Online] Available: <https://iris.who.int/handle/10665/44704> (July 25, 2024).
- [9] A. Kouakou, A. Kamagate, A. Yapo, Prévalence de l'obésité en milieu jeune en Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, vol. 13, no. 3, pp. 1857-7881, 2017.
- [10] K. Malik, A. Adoubi, A. Hounsa, J. Sackou, S. Oga, D. Meless, J. Kouame, J. Kouadio, Facteurs socio-demographiques associes à la surcharge ponderale chez la femme en milieu péri-urbain à Abidjan. *Cahier Santé Publique*, vol. 16, no. 2, pp. 17-26, 2017.
- [11] N. Ahouefa, I. Cissé, L. Soro, A. Yépié, J. Diagou, J. Yao, L. Atchibri, Facteurs de risque associés aux maladies non transmissibles dans trois sites en ivoire littoral: Une zone urbaine (Cocody), périurbaine (Abobo) et rurale (Yocoboué). *Sciences de l'alimentation et de la nutrition*, 12, pp. 462-478, 2021.
- [12] A. Koffi, K. Koko, A. Ehoué, B. Konan, Profil épidémiologique de l'obésité chez les adultes âgés de 21 à 65 ans vivant à Yopougon, Cocody et Abobo (District d'Abidjan, Côte d'Ivoire). *Journal des maladies endocriniennes et métaboliques*, vol. 13, pp. 191-216, 2023.
- [13] P. Zimmet, K. George, M. Alberti, S. Rios, A New International Diabetes Federation (IDF) Worldwide Definition of the Metabolic Syndrome: The Rationale and the Results. *Revista Española de Cardiología*, vol. 58, no. 12, pp. 1371-1376, 2005.
- [14] C. O. Chigbu, K. G. Parhofer, U. U. Aniebue, U. Berger, Prevalence and sociodemographic determinants of adult obesity: a large representative household survey in a resource-constrained African setting with double burden of undernutrition and overnutrition. *Journal of Epidemiol Community Health*, vol. 72, no. 8, pp.702-707, 2018.
- [15] Y. Morita, I. Iwamoto, N. Mizuma, T. Kuwahata, T. Matsuo, M. Yoshinaga, Precedence of the Shift of Body-Fat Distribution over the Change in Body Composition after Menopause. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*, vol. 32, pp. 513-516, 2006.
- [16] N. Farpour-Lambert, L. Ells, B. Martinez de Tejada, C. Scott, Obesity and Weight Gain in Pregnancy and Postpartum: An evidence review of lifestyle interventions to inform maternal and child health policies. *Frontiers in Endocrinology*, vol. 9, no. 546, pp.1-20, 2018.
- [17] J. Danho, O. Aké-Tano, A. Hué, F. K. Ekou, S. Sablé, A. Yao, S. Ahomagnon, A. N'Guessan, B. Yapo, P. Koffi-Dago, J. Abodo, Metabolic syndrome and overweight: Study of 255 cases at the Nutrition Department of the National Institute of Public Health (INSP) in Abidjan, Ivory Coast. *Medecine Des Maladies Metaboliques*, vol. 13, no. 3, pp. 300-305, 2019.
- [18] N. Zanoun, N. Hamadouche, F. Hamchaoui, K. Dahmoun, R. Belaoudmou, R. Dekkar, A. Nebab, Estimation de la prévalence de l'obésité dans la commune de Bab El Oued. *Algeria Journal of Medical Health Research*, vol. 2, no. 1, pp. 2830-8123, 2023.
- [19] J. Abodo, J. Danho, A. Yao, P. Koffi-Dago, A. Hué, F. Kouassi, A. N'Guessan, L. Ottoua, A. Lokrou, Syndrome métabolique en milieu professionnel: réévaluation des caractéristiques dans une population d'agents du service des impôts en Côte d'Ivoire, 8 années après une première campagne de dépistage. *Médecine des Maladies Métaboliques*, vol. 15, no. 3, pp. 311-317, 2021.
- [20] S. K. Malik, J. Kouame, M. Gbane, M. Coulibaly, M. D. Ake, O. Ake, Prevalence of abdominal obesity and its correlates among adults in a peri-urban population of West Africa. *AIMS Public Health*, vol. 6, no. 3, pp. 334-344, 2019.

- [21] Institut National de Santé Publique, L'obésité chez l'adulte de 35 à 70 ans en Algérie. Transition épidémiologique et système de santé Projet TAHINA. Contrat n° ICA3-CT-2002-10011, 2010.
- [22] S. Dalal, J. Beunza, J. Volmink, C. Adebamowo, F. Bajunirwe, M. Njelekela, Non-communicable diseases in sub-Saharan Africa: what we know now. *International Journal Epidemiol*, vol. 40, pp. 885-901, 2011.
- [23] B. Atoba, T. Kayembe, A. Batina, M. Mbo, W. Ngandu, K. Tsongo, B. Bolukaoto, B. Tshitenge, H. Bakili, K. Kambale, M. Kazadi, B. Ossinga, S. Poyo, L. Losimba, Prévalence, connaissance et degré de contrôle de l'hypertension artérielle à Kisangani, RD Congo. *Revue médicale d'information sur la recherche et de formation médicale*, vol. 5, no. 2, pp. 86-93, 2014.J.
- [24] J. L. K. Panda, J. L. Masumbukoc, P. MairiauxM, Prévalence de l'hypertension artérielle et les facteurs de risques en milieu professionnel en République démocratique du Congo: cas de la société textile de Kisangani. *Elsevier Masson; Ethics, Medicine and Public Health*, vol. 15, no. 100581, 2020.
- [25] E. Sellam, A. Bour, Obésité et l'hypertension artérielle chez des femmes en âge de procréer au Maroc. *Antropo*, vol. 36, pp. 57-66, 2016.
- [26] A. Thiam, G. Kinda, C. Tindano, H. Adoko, C. Bouda, Nobila, N. V. Yaméogo, G. Millogo, L. Kagambéga, J. Kologo, K. A. Samandoulougou, P. Zabsonré, Venous thromboembolic disease in Burkina Faso: results of the prospective registry REMAVET (registry of Venous Thromboembolic). *Open Journal of Cardiology*, vol. 6, no. 1, pp. 1-5, 2017.

Durabilité d'un sol ferrugineux tropical lessivé sous différents modes de gestion continue de résidus de récolte dans une rotation triennale coton-maïs-sorgho en zone semi aride de l'Afrique de l'Ouest

[Sustainability of a leached tropical ferruginous soil under different continuous crop residue management methods in a three-year cotton-maize-sorghum rotation in semi-arid areas of West Africa]

Pouya Mathias Bouinzwemwéné¹, Gnankambary Zacharia¹, Sempore Wendyam Aristide², Kiba Delwendé Innocent¹, Serme Ben Idriss¹, Lompo François¹, and Sedogo Michel¹

¹Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Burkina Faso

²Université Daniel-Ouezzin-COULIBALY, Burkina Faso

Copyright © 2025 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 semi-arid zones of West Africa, the relationships between organic matter management methods, soil quality who has resulted and cotton production, remains little or poorly known. In a simple non-randomized block design located at Boni in western Burkina Faso, we studied the impact of three organic matter management methods on soil quality and cotton yield over a period of thirty years. The three modes of crop residue management compared were: extensive management, where residues are exported (SI); semi-intensive management (SII); and intensive management of crop residues (SIII), corresponding to compost and recycled manure inputs respectively. The results showed that, over time, cotton yields and rainfall fluctuated almost identically, whatever the crop residue management method. In terms of soil chemical properties, compost (7.16 g.kg⁻¹) and manure (6.75 g.kg⁻¹) reduced the degradation of soil fertility compared with the initial soil (7.70 g.kg⁻¹).

Investigation into the determinants of cotton production at farm level showed that the factors controlling cotton yield are major elements (C, N, Pas and Kt), exchangeable bases (Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ and K⁺) and CEC.

Regardless of how soil fertility is managed, cultivation has led to a decline in soil fertility. This study served as a reminder of the benefits of good agricultural practices for sustainable soil fertility management.

KEYWORDS: soil fertility, cotton, Boni, Burkina Faso.

RESUME: En zones semi-arides de l'Afrique de l'Ouest, les relations entre les modes de gestion de la matière organique, la qualité du sol et la production cotonnière, qui en résultent, reste très peu ou mal connue. Dans un dispositif expérimental en blocs simples non randomisés localisé à Boni à l'Ouest du Burkina Faso, nous avons étudié sur une durée de trente années l'impact de trois modes de gestion de la matière organique sur le sol et sur le rendement du cotonnier. Trois modes de gestion des résidus de récolte sont mis en comparaison sont: la gestion extensive où les résidus sont exportés (SI); la gestion semi-intensive (SII) et la gestion intensive des résidus de récolte (SIII) correspondant respectivement aux apports de compost et de fumier recyclés. Les résultats ont montré sur la durée une fluctuation quasi-similaire des productions cotonnières et de la pluviosité quel que soit le mode de gestion des résidus de récolte. Sur les propriétés chimiques du sol, les apports de compost (7,16 g.kg⁻¹) et de fumier (6,75 g.kg⁻¹) ont permis d'atténuer le processus de dégradation de la fertilité du sol par rapport au sol de départ (7,70 g.kg⁻¹).

L'investigation sur les déterminants de la production cotonnière à l'échelle de l'exploitation a montré que les facteurs contrôlant le rendement du cotonnier sont les éléments majeurs (C, N, Pas et Kt) et les bases échangeables (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{+} et K^{+}) et la CEC. Quel que soit le mode de gestion de la fertilité des sols, la mise en culture des sols a entraîné une baisse de la fertilité des sols. Cette étude a servi de cadre pour rappeler les bénéfices des bonnes pratiques agricoles afin de gérer durablement la fertilité du sol.

MOTS-CLEFS: fertilité du sol, cotonnier, Boni, Burkina Faso.

1 INTRODUCTION

Le recyclage des résidus de cultures est une pratique ancienne qui se justifie pleinement par la valeur agronomique de ces résidus. Les résidus de cultures épandus sont avant tout des matières organiques et à ce titre leur apport a des effets qui sont entre autres, la stimulation globale des populations microbiennes ou de la faune et l'amélioration des propriétés physico-chimiques des sols (Amonmide *et al.*, 2019; Aune, 2020). Les résidus de cultures recyclés vont s'incorporer aux matières organiques du sol et donc participer à leur cycle biogéochimique (Biielders and Gérard, 2015; Brassard *et al.*, 2018). D'une manière générale, la matière organique des sols joue un rôle prépondérant dans la fertilité des sols et dans la réduction des gaz à effet de serre (Koulibaly *et al.*, 2016). Le mode de gestion des résidus de récolte influe directement sur la matière organique des sols (Bacye *et al.*, 2019). Pourtant, dans les systèmes de production à base de coton et de céréales, les résidus de récolte sont brûlés ou pâturés, ce qui entraîne souvent des bilans minéraux déficitaires (Duvvada and Maitra, 2020). Aussi on note une forte minéralisation de la matière organique du sol non compensée par des restitutions organiques adéquates qui se traduit par une baisse rapide de sa teneur dans le sol (Tittonnell *et al.*, 2010). Il se pose donc une rupture des équilibres écologiques liée aux modalités de gestion des terres. Dans les zones cotonnières du Burkina Faso, la mise en culture des sols est suivie d'une dégradation rapide de leur fertilité. Le cotonnier est pourtant très sensible à cette dégradation de la fertilité des sols qui se traduit par l'apparition généralisée des symptômes de déficiences minérales (Kindohoundé *et al.*, 2019). Cette baisse de la fertilité des sols est exacerbée par la crise cotonnière en Afrique de l'Ouest et la crise énergétique mondiale. En effet, c'est essentiellement à travers la filière coton que les agriculteurs de ces pays accèdent aux crédits sur les intrants agricoles. Les engrais acquis sont détournés au profit des céréales qui bénéficient déjà des arrières-effets des engrais appliqués en culture cotonnière (Koulibaly *et al.*, 2016). Cette pratique constitue des entraves à une gestion durable de la fertilité des sols dans les agro-systèmes cotonniers.

Partant de ce constat et des connaissances actuelles sur l'état de fertilité des sols en zones cotonnières du Burkina Faso, notre objectif est d'évaluer l'impact agro-pédologique de trois modes de gestion des résidus de récolte sous une rotation triennale coton-maïs-sorgho. Les résultats qui vont découler de cette étude permettront d'une part de faire des recommandations pour une meilleure gestion des résidus de récolte au niveau de l'exploitation agricole, et d'autre part, de mieux cerner l'interdépendance entre le flux des nutriments et les rendements du cotonnier.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 SITE D'ÉTUDE

Le dispositif expérimental est implanté depuis 1982 sur la ferme expérimentale de Boni au Burkina Faso (3°26' de longitude Ouest, 11°32' de latitude Nord et 302 m d'altitude) sur un sol ferrugineux tropical. Le climat est du type sud-soudanien avec une saison pluvieuse allant de mai à octobre et une saison sèche de novembre à avril. La pluviométrie moyenne du site de Boni varie entre 800 et 1000 mm, répartie sur 40 à 75 jours de pluie (Fontes J. et Guinko S., 1995).

2.2 DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

L'expérimentation est conduite sur six hectares subdivisés en 12 blocs simples non randomisés de 5000 m² cultivés selon une rotation triennale coton-maïs-sorgho. Trois modes de gestion des résidus de récolte combinés à des apports de phosphate naturel (25% P₂O₅ et 35% CaO) et d'engrais minéraux sont comparés:

- a. **Gestion extensive des résidus de récolte (SI).** Les tiges de maïs et de sorgho sont pâturées ou exportées de la parcelle. Tous les trois ans sur le maïs, 300 kg ha⁻¹ de phosphate naturel sont apportés à l'hersage.

- b. **Gestion semi-intensive des résidus de récolte (SII).** En moyenne 4 t ha⁻¹ de tiges de sorgho sont recyclées en compost après 45 jours de broyage par 20 bœufs dans un parc où on apporte 300 kg de phosphate naturel. Ce compost est appliqué tous les trois ans sur le maïs à 6 t ha⁻¹ et contient en moyenne: 28% de matière organique; 2,2 g kg⁻¹N; 1,9 mg kg⁻¹ P; 1,8 mg kg⁻¹ K et 0,3% S.
- c. **Gestion intensive des résidus de récolte (SIII).** Les 4 t ha⁻¹ de tiges de sorgho sont recyclées en fumier dans un parc d'hivernage sous l'action seule des eaux de pluies après 60 jours de broyage par 20 bœufs. Ce fumier de parc contient 28% de matière organique; 2,2 g kg⁻¹ N; 1,1 mg kg⁻¹ P; 1,7 mg kg⁻¹ K et 0,3% S. Il est utilisé à 6 t ha⁻¹ tous les trois ans sur le maïs avec 300 kg ha⁻¹ de phosphate naturel.

Sur les traitements SII et SIII, les tiges de maïs sont enfouies au sol par un labour de fin d'hivernage tandis que les tiges de cotonniers sont coupées et brûlées en petits tas sur tous les traitements. La fertilisation minérale (engrais solubles et phosphate naturel) ramenée à l'année, apporte par hectare 46 N, 25 P, 48 K, 18 S et 1 B sur le cotonnier (100 kg ha⁻¹ d'urée + 100 kg ha⁻¹ de K₂SO₄ + 4 kg ha⁻¹ boracine), 74 N, 25 P, 60 K sur le maïs (160 kg ha⁻¹ d'urée + 100 kg ha⁻¹ de KCl, 46 N et 25 P sur le sorgho (100 kg. ha⁻¹ d'urée).

Les variétés de cotonnier, de maïs et de sorgho utilisées ont des potentiels de rendement respectifs de 3 à 4 t.ha⁻¹, 4 à 5 t.ha⁻¹ et 2 à 3 t.ha⁻¹.

2.3 PRATIQUES CULTURALES

Un labour du sol au tracteur à partir de mai précède les semis effectués du 20 mai au 10 juillet selon les années. Un démariage est pratiqué 15 jours après la levée afin de ramener les trois cultures à une densité théorique de 62 500 plants ha⁻¹. La lutte contre les mauvaises herbes est réalisée par des désherbages chimiques, manuels et mécaniques. La protection du cotonnier est assurée par les programmes de traitements insecticides vulgarisés.

2.4 ECHANTILLONNAGE DU SOL

Des échantillons de sol ont été prélevés sur les parcelles de coton pour suivre l'évolution du carbone, de l'azote, du phosphore (total et assimilable), des bases échangeables, de la CEC et du pH eau et pH KCl. Chaque année, les rendements des trois cultures sont évalués.

2.5 ANALYSES STATISTIQUES

Le logiciel Rstudio a servi à l'Analyse en Composante Principale et à réaliser les boxplots. Le logiciel Genstat, 9^e édition a été utilisé pour l'analyse de variance des données et le test de Newman Kheuls pour la séparation des moyennes au seuil de probabilité de 5%.

Nous avons recherché des groupes de variables explicatives en fonction des aspects agronomiques et des propriétés des sols. C'est ainsi que deux groupes de variables ont été distingués: (i) l'un caractérisant la nutrition des végétaux (alimentation hydrique et alimentation minérale = eau, argile + limon, matière organique et N, P, K) et (ii) l'autre le complexe absorbant du sol (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺, CEC). Le logiciel Rstudio a servi à établir les interdépendances entre les deux groupes de variables et leurs relations avec les rendements. L'analyse en composante principale (ACP) a été menée à deux niveaux:

- **Au niveau de l'exploitation agricole**, représentée par toute l'expérimentation. Cette démarche est holistique et vise à comprendre les facteurs qui expliquent ou contribuent à l'élaboration de rendement du cotonnier.
- **Au niveau système**: il correspond à chaque mode de gestion des résidus de récolte. Cette analyse vise à évaluer les groupes de variables qui influencent le rendement du cotonnier de chaque système.

Pour l'analyse de la durabilité agronomique et pédologique, les logiciels Rstudio et Genstat 9^e édition ont permis de réaliser respectivement les boxplots et le calcul des variances. A cet effet, les caractéristiques physico-chimiques et les rendements du cotonnier ont été considérés sur dix cycles de rotations triennales coton-maïs-sorgho. Chaque cycle constitue une répétition.

3 RÉSULTATS

3.1 IMPACT DE TROIS MODES DE GESTION DE RESIDUS DE RECOLTE SUR LE RENDEMENT DU COTONNIER (1982-2012)

La figure 1 présente l'évolution des rendements en coton graine sur dix cycles de rotation triennale coton-maïs-sorgho selon la méthode des moyennes glissantes (sur 3 ans). La « moyenne glissante » permet le remplacement d'un point donné par la moyenne des points dans un intervalle centré autour de ce point de plus ou moins ample largeur. Pour la première année d'expérience (1982) et pour la dernière année de mesure des rendements (2012), l'ordonnée du point représente le rendement de l'année. On note une fluctuation générale des rendements du cotonnier d'une année à l'autre. L'analyse des courbes des rendements montre :

- Plusieurs épisodes baisse/remontée des rendements qui suivent l'évolution des variations interannuelles de la pluviosité ;
- Un effet net des différents modes de gestion des résidus de récolte, différencié et constant sur la durée ;
- Sur la durée de l'expérience, que la gestion extensive des résidus de récolte est la pratique la moins efficace comparativement à la gestion semi-intensive et à la gestion intensive des résidus de culture.

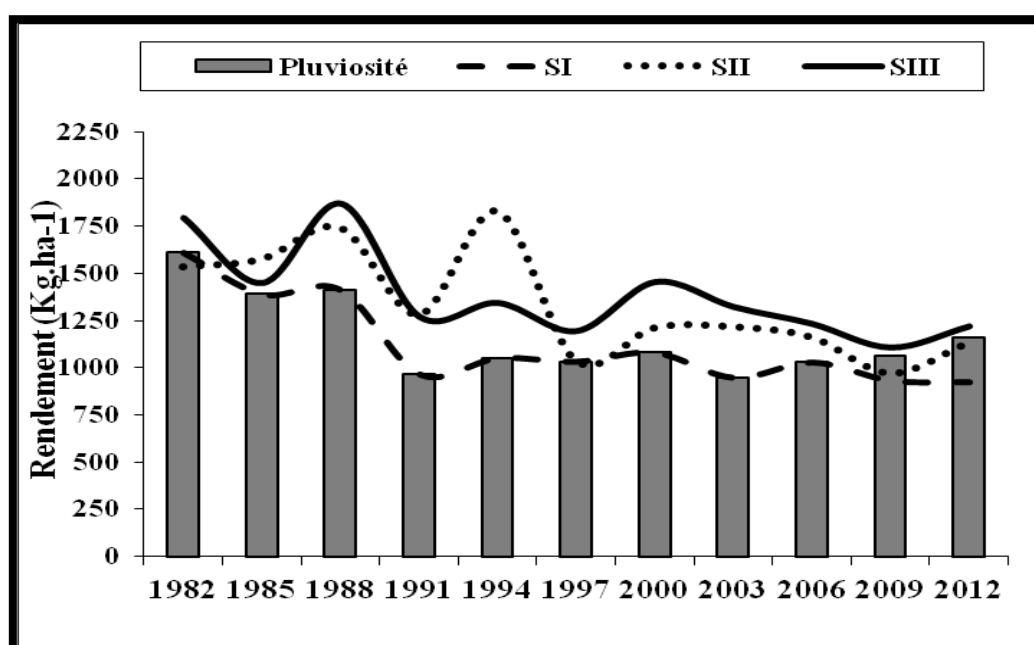


Fig. 1. Evolution des rendements en coton grain (moyennes glissantes, 3 ans)

SI: Gestion extensive des résidus de récolte (pâturage des résidus de maïs et de sorgho);

SII: Gestion semi-intensive des résidus de récolte (recyclage des résidus de sorgho en compost);

SIII: Gestion intensive des résidus de récolte (recyclage de tiges de sorgho en fumier dans un parc d'hivernage).

La figure 2 présente les rendements moyens en coton-graine sur 10 cycles de rotation triennale coton-maïs-sorgho. Sur trente années de gestion des résidus de récolte, on observe une efficacité agronomique des modes de gestion semi-intensive et intensive des résidus de récolte. L'exportation des résidus de récolte a induit le rendement moyen en coton-graine le plus faible. Cependant, les apports de compost et surtout de fumier ont permis d'avoir des rendements élevés comparés à la pratique traditionnelle.

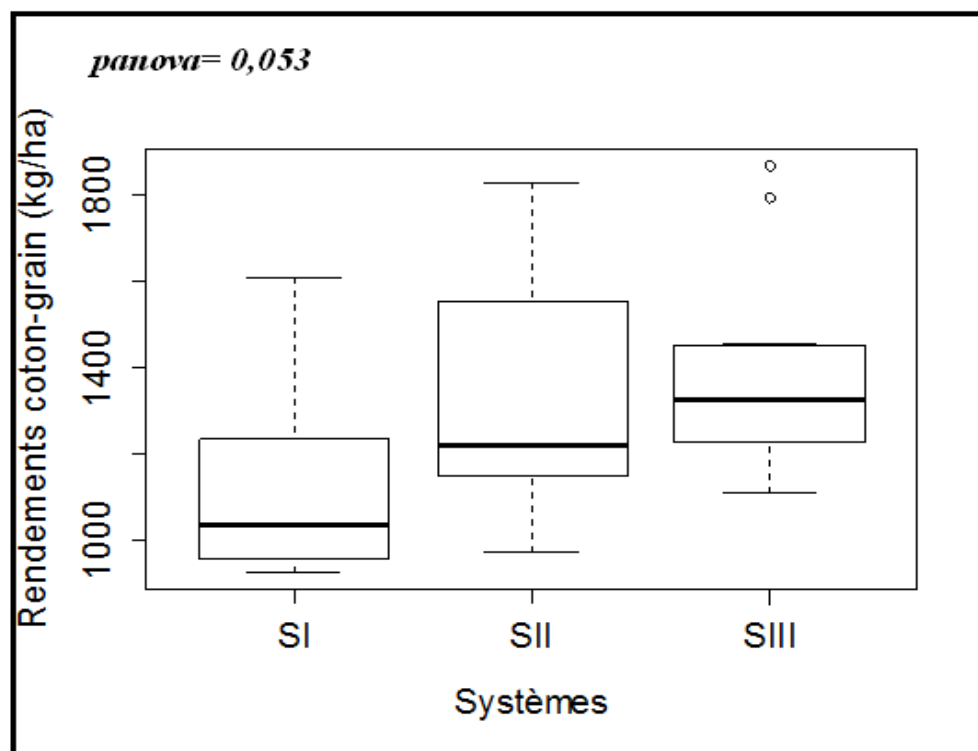


Fig. 2. Rendement moyen en coton grain sur 10 cycles de rotation triennale coton-maïs-sorgho

Le trait horizontal à l'intérieur des diagrammes en boîte représente la médiane.

SI: Gestion extensive des résidus de récolte (pâturage des résidus de maïs et de sorgho);

SII: Gestion semi-intensive des résidus de récolte (recyclage des résidus de sorgho en compost);

SIII: Gestion intensive des résidus de récolte (recyclage de tiges de sorgho en fumier dans un parc d'hivernage).

3.2 FACTEURS CONTROLANT LA PRODUCTION DU COTONNIER SOUS LES TROIS MODES DE GESTION DE RESIDUS DE RECOLTE À L'ECHELLE DE L'EXPLOITATION AGRICOLE

La figure 3 montre les résultats de l'analyse multivariée ACP sur l'influence des variables explicatives sur les rendements du cotonnier. Les modes de gestion des résidus de récolte à l'échelle de l'exploitation ont eu une influence significative ($F = 2,88$; $p = 0,036$) sur les rendements en coton graine avec respectivement 62 % (A) et 77% (B) de la variabilité expliquée par les deux axes canoniques de chaque ACP (A, B).

- En A, le premier axe expliquant 39 % de la variabilité est déterminé par le pH_{KCl} ($r = 0,49$) et la pluviométrie ($r^2 = 0,57$). Le second axe expliquant 23% de la variabilité est déterminé par le phosphore assimilable ($r^2 = 0,71$), l'azote total ($r^2 = 0,52$), le carbone total ($r^2 = 0,51$). Aussi entre l'azote et le carbone organique, l'azote et le phosphore assimilable il existe des corrélations respectives de 53% et 55%. Enfin une corrélation ($r^2 = 0,57$) existe entre le phosphore assimilable et le potassium.
- En B, l'ensemble des groupes de variables explicatives ont significativement influencé les rendements du cotonnier ($F = 3,88$; $p = 0,007$) avec près de 77% de la variabilité expliquée par les deux axes canoniques. Les nutriments qui expliquent le rendement en coton-graine sont pour la majorité expliquée par l'axe 1 avec près de 58% de la variabilité et sont représentés par le sodium, le potassium échangeable et le magnésium. Aussi la CEC joue un rôle important sur la production du cotonnier.

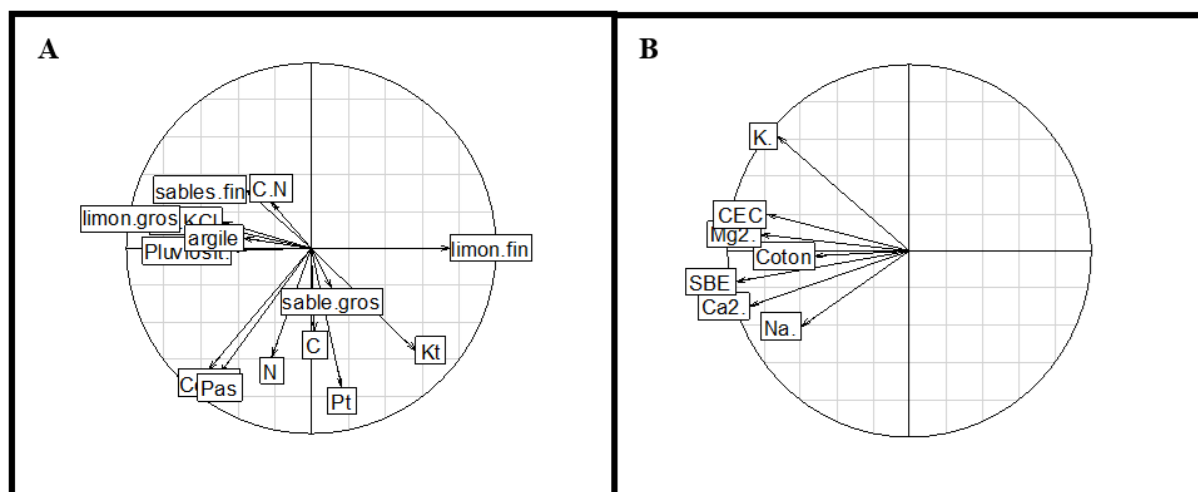


Fig. 3. Corrélation entre les propriétés physico-chimiques du sol (A), les oligo-éléments, la CEC et la SBE du sol (B), et interrelation de ces deux groupes de variables avec le rendement en coton-graine sous trois modes de gestion des résidus de récolte (SI, SII, SIII) à l'échelle de l'exploitation agricole) sur 10 cycles de rotation triennale coton-maïs-sorgho

Les vecteurs représentent les variables de l'ACP. La taille et l'orientation des vecteurs représentent les corrélations entre les variables et avec les axes. Coton = rendement coton, C = carbone, C/N = rapport C/N, N = azote, Kt = potassium, Pas = phosphore assimilable, Pt = phosphore total, CEC = capacité d'échange cationique, Mg^{2+} = ion magnésium, Ca^{2+} = ion calcium, Na^+ = ion sodium, SBE = somme des bases échangeables.

3.3 IMPACT DES TROIS MODES DE GESTION DES RESIDUS DE RECOLTE SUR LES PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES DU SOL

MODE DE GESTION DES RESIDUS DE RECOLTE SUR LES PROPRIETES CHIMIQUES DU SOL

Les résultats du tableau 1 montrent que la gestion à long terme des résidus de récolte a significativement influencé les propriétés chimiques du sol ($p < 0,05$), essentiellement le pHKCl, l'azote et le potassium. L'application continue du compost a donné pour les propriétés chimiques du sol des valeurs significativement plus élevées que celles observées sur les propriétés chimiques du sol avec les autres modes de gestion des résidus de récolte. Elle est suivie par la pratique d'apport de fumier de parc. La pratique traditionnelle de gestion des résidus a enregistré les plus faibles teneurs en nutriments. D'une manière générale, on a observé sur la durée de l'expérimentation, une baisse générale des teneurs en nutriments sous les trois modes de gestion des résidus de récolte (figure 7).

Sur la matière organique du sol, les apports de compost et de fumier ont contribué à freiner la baisse de teneur de la matière organique du sol par rapport à la pratique traditionnelle de gestion des résidus de récolte. Les pertes de matière organique sont estimées à 19,7%; 7% et 12,9 % respectivement avec les pratiques du pâturage des animaux, les apports de compost et de fumier. De même les trois modes de gestion des résidus de récolte ont entraîné une baisse des teneurs du sol: en azote de 11,8 à 30,9 %; en potassium total de 4,1 à 6,4% et en phosphore de 2,1 à 9,6%. Par contre l'apport de compost a influencé positivement le potassium et le phosphore total du sol soient 10,5% et 16,9 %.

Sur la teneur en oligo-éléments en CEC et en SBE, les pertes sont plus élevées sous la pratique de la gestion traditionnelle comparées aux modes d'applications de compost et de fumier (tableau 2). L'apport continu de fumier a réduit la perte des oligo-éléments et la baisse de la CEC et de la SBE. Aussi après trente années de gestion des résidus de récolte, on a noté une baisse générale de la teneur des oligo-éléments du sol comparativement aux teneurs observées dans le sol de départ (figure 8). On enregistre une baisse importante en magnésium avec l'exportation des pailles (43,2%) comparée avec l'application continue du compost et du fumier (35,5 et 19,8%). Pour le potassium échangeable, la pratique de l'exportation des résidus, les apports de compost et de fumier ont induit une perte respectivement de 48,8; 38,7 et 19,4 %. Les mêmes tendances de baisse sont observées avec la CEC et la SBE. Par ailleurs les apports continus de compost et de fumier ont respectivement amélioré la teneur du sol en calcium de 13,4% et en sodium de 20%.

Tableau 1. Teneurs moyennes des éléments chimiques du sol sur 10 cycles de rotation triennale sous différents modes de gestion des résidus de cultures

Système	Carbone	N total	K total	P total	Passimilable	C/N	pH KCl
	(g kg ⁻¹)		(mg kg ⁻¹)				
SD	7,7 0±0,85	0, 68 ± 0,42 b	1789 ± 124 ab	206,7 ± 3,0		11,50 ± 0,06	5,21 ± 0,23
SI	6,18 ± 0,69	0,47 ± 0,05 a	1675 ± 114 a	202,3 ± 7,4	11 ± 0,7	12,52 ± 1,08	5,45 ± 0,02
SII	7,16 ± 0,30	0,60 ± 0,04 ab	1976 ± 187 b	241,7 ± 32,0	13± 1,3	10,81 ± 0,63	5,40 ± 0,04
SIII	6,75 ± 0,12	0,55± 0,05ab	1716 ± 73 ab	186,8 ± 22,9	12,2 ± 0,5	10,96± 0,48	5,60 ± 0,16
Signification	NS	S	S	NS	NS	NS	S
Probabilité au seuil de 5%	0,061	<0,001	0,003	0,16	0,729	0,358	0,11

SD: sol de départ. SI: Gestion extensive des résidus de récolte (pâturage des résidus de maïs et de sorgho); SII: Gestion semi-intensive des résidus de récolte (recyclage des résidus de sorgho en compost); SIII: Gestion intensive des résidus de récolte (recyclage de tiges de sorgho en fumier dans un parc d'hivernage).

Tableau 2. Teneurs moyennes des bases échangeables sur 10 cycles de rotation triennale sous différents modes de gestion des résidus de cultures

Système	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na+	CEC	K+	SBE
	(cmol kg ⁻¹)					
SD	2,01 ± 0,01 ab	0,81 ± 0,22	0,05 ± 0,002	4,88 ± 0,58	0,31 ± 0,09	3,17 ± 0,31 ab
SI	1,73 ± -0,27 a	0,46 ± 0,13 a	0,04 ± 0,005	3,65 ± 0,66	0,16 ± 0,06	2,56 ± 0,41a
SII	1,99 ± 0,01 ab	0,52 ± 0,07 ab	0,06 ± 0,012	4,37 ± 0,07	0,19 ± 0,03	2,78 ± 0, 08 ab
SIII	2,28 ± 0, 28bc	0,65 ± 0,06 bc	0,04 ± 0,008	4,55 ± 0,25	0,25 ± 0,04	3,17± 0,31 b
Signification	S	S	NS	NS	NS	S
Probabilité au seuil de 5%	0,022	<0,001	0,6	0,368	0,21	0,031

SD: sol de départ. SI: Gestion extensive des résidus de récolte (pâturage des résidus de maïs et de sorgho); SII: Gestion semi-intensive des résidus de récolte (recyclage des résidus de sorgho en compost); SIII: Gestion intensive des résidus de récolte (recyclage de tiges de sorgho en fumier dans un parc d'hivernage).

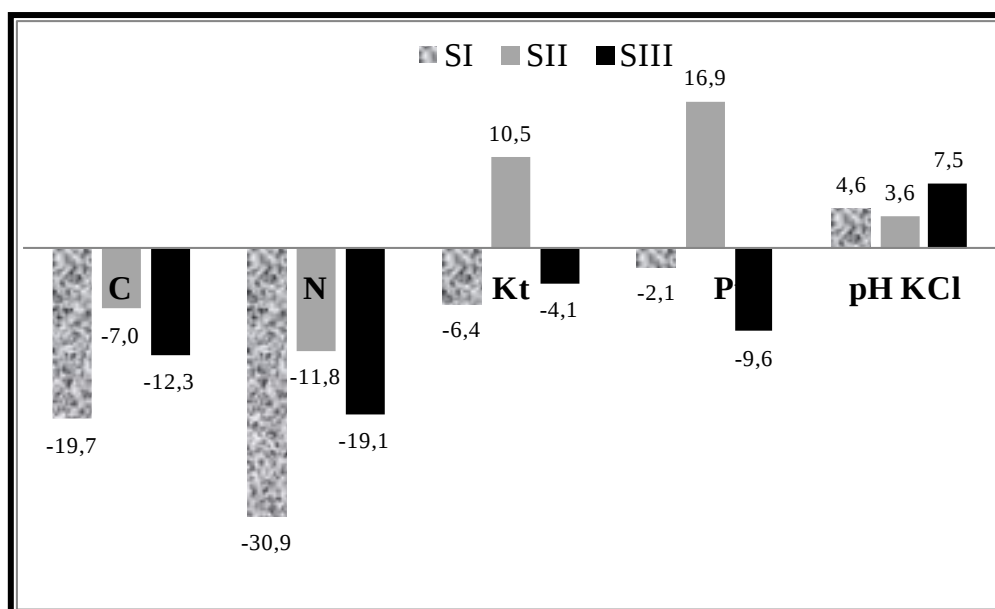


Fig. 4. Variation (%) des teneurs en nutriments par rapport au sol de départ

SI: Gestion extensive des résidus de récolte (pâturage des résidus de maïs et de sorgho);

SII: Gestion semi-intensive des résidus de récolte (recyclage des résidus de sorgho en compost);

SIII: Gestion intensive des résidus de récolte (recyclage de tiges de sorgho en fumier dans un parc d'hivernage).

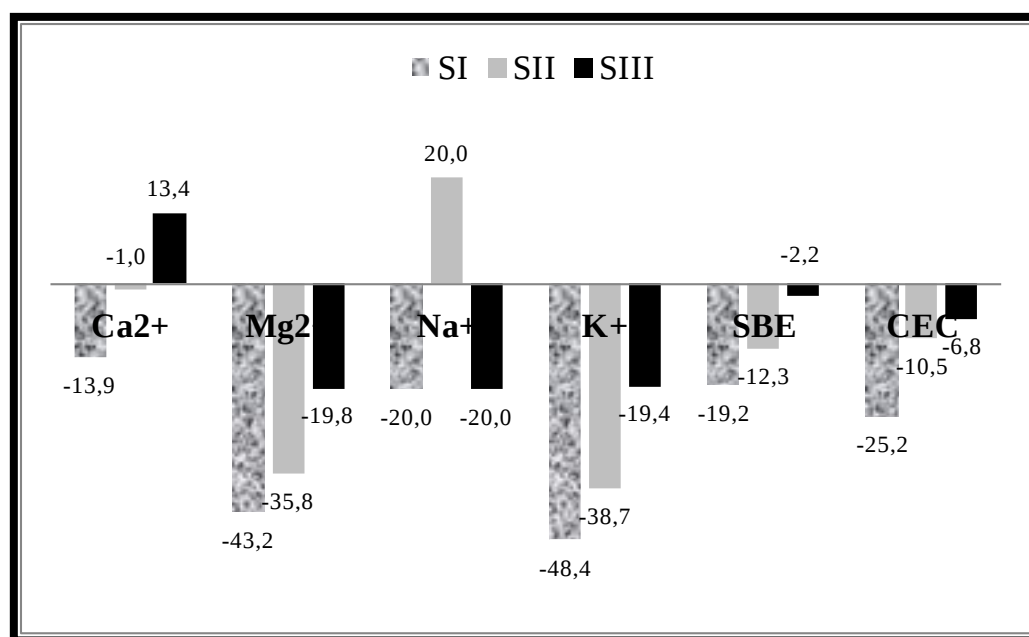


Fig. 5. Variation (%) des teneurs en bases échangeables par rapport au sol de départ

SI: Gestion extensive des résidus de récolte (pâturage des résidus de maïs et de sorgho);

SII: Gestion semi-intensive des résidus de récolte (recyclage des résidus de sorgho en compost);

SIII: Gestion intensive des résidus de récolte (recyclage de tiges de sorgho en fumier dans un parc d'hivernage).

4 DISCUSSION

Les résultats obtenus montrent des fluctuations interannuelles importantes des rendements du cotonnier suivant les régimes pluviométriques des dix cycles triennaux. Les fluctuations pluviométriques expliquent vraisemblablement la variabilité interannuelle des rendements du cotonnier. Les modes de gestion des résidus de récolte ont influencé les rendements du cotonnier. A partir de 1997, l'efficacité agronomique des modes de gestion des résidus de récolte a augmenté respectivement de la gestion traditionnelle à la gestion intensive des résidus de récolte en passant par la gestion semi-intensive des résidus de récolte. La durée de mise en culture des terres et l'évolution de la fertilité du sol sous les trois modes de gestion des résidus de récolte ont influencé à long terme les rendements en coton-graine. En effet, la variabilité des rendements d'une même exploitation serait liée à une variabilité temporelle et surtout spatiale des conditions édaphiques mais aussi et surtout à diverses pratiques agricoles (Dekoula *et al.* 2018; Faye *et al.* 2019). Pour Tittonell *et al.* (2010), la pluviométrie contribue à expliquer la variabilité des rendements d'une année à l'autre mais la variabilité spatio-temporelle des sols et les modes de gestion de la fertilité expliquent le devenir des rendements des cultures en Afrique.

Par ailleurs, après trente années de gestion des résidus de récolte, les résultats obtenus sur les rendements corroborent la thèse de Zingoré *et al.*, (2007) sur l'impact des trois modes de gestion des résidus de récolte sur les rendements du cotonnier. Ces modes de gestion ont influencé les propriétés physico-chimiques du sol et la production cotonnière. Diogo *et al.* (2010); Giller *et al.* (2011) ont montré que les différentes pratiques de gestion de la fertilité des sols ont des effets sur les propriétés chimiques des sols dont dépendent les rendements des cultures.

4.1 MODES DE GESTION DES RESIDUS DE RECOLTE ET LA PRODUCTION DU COTONNIER: FACTEURS CONTROLANT LES RENDEMENTS DU COTONNIER À L'ECHELLE DE L'EXPLOITATION AGRICOLE

L'étude des variables explicatives des rendements à l'échelle de l'exploitation permet de cerner la diversité des modes de gestion des résidus de récolte, des pratiques de fertilisation, et d'évaluer leur impact sur le rendement en coton-graine et les propriétés physico-chimiques du sol. Les différents résultats montrent que l'approche à l'échelle de l'exploitation agricole des modes de gestion de la matière organique explique mieux les relations entre les rendements du cotonnier et les propriétés physico-chimiques du sol qu'une analyse individuelle de chaque mode de gestion. A l'échelle de l'exploitation, plusieurs facteurs contrôlent le rendement du cotonnier. Ce sont notamment les éléments majeurs (C, N, P, K) et la pluviométrie. Comme

précédemment, la pluviosité résultant des dix cycles culturels contribue à expliquer les rendements du cotonnier. Aussi, les résultats ont montré que sur la durée, la pluviosité ne suffit pas à elle seule à expliquer les rendements du cotonnier. L'état de fertilité du sol résultant des diverses pratiques agricoles (Odhiambo *et al.*, 2011; Bacyé *et al.*, 2019) et les modes de gestion de la fertilité des sols (Neto *et al.*, 2010; Akpo *et al.*, 2016) contribuent à l'élaboration des rendements du cotonnier. En effet, l'apport de matière organique en surface favorise en début de cycle, le développement racinaire (Haileslassie *et al.*, 2006). Ceci induit une meilleure utilisation de l'eau et des éléments nutritifs du sol et par conséquent le développement accru de la plante permettant ainsi d'améliorer la production végétale (Bambara *et al.*, 2018; Bonkougou *et al.*, 2019). De plus, la matière organique joue un rôle capital dans la fourniture d'éléments nutritifs à la plante. Ce qui explique vraisemblablement la corrélation entre le carbone organique et l'azote.

Sur le même dispositif, Koulibaly *et al.* (2010) ont montré que l'apport de la matière organique à la culture du coton et du maïs sous forme de compost entraîne un bilan positif de l'azote. Par conséquent, la matière organique et l'azote sont deux facteurs très liés qui contrôlent à terme (30 ans) le rendement du cotonnier. Ainsi, pour une fumure azotée optimale, l'alimentation des céréales s'effectue aux $\frac{3}{4}$ à partir de la matière organique des sols (Brock *et al.*, 2011).

Entre l'azote et le phosphore assimilable, il existe un lien étroit. Ce lien s'explique par le fait que dans le continuum solution du sol-plantes, il y a une influence mutuelle dans l'absorption de ces deux éléments. En d'autres termes, l'azote peut constituer un facteur limitant à la nutrition phosphatée et vice versa. Leur carence est très souvent associée à des désordres nutritionnels pouvant compromettre les productions agricoles. En général, la carence en phosphore est une contrainte principale pour la production agricole en Afrique de l'Ouest. La réponse de l'azote devient importante lorsque l'eau et le phosphore sont non limitants (Lompo *et al.*, 2009; Koulibaly *et al.*, 2010). Il en est de même pour le transfert du phosphore et du potassium dans la plante, d'où cette apparente corrélation. Par conséquent, les teneurs du sol en phosphore assimilable, en carbone organique total et en azote total semblent déterminer le rendement du cotonnier. A cela s'ajoutent certains minéraux secondaires (magnésium, calcium) et cations (sodium, potassium échangeable) et la capacité d'échange cationique (CEC) qui sont nécessaires pour le fonctionnement normal du cycle biochimique du cotonnier. Le rôle du calcium et du magnésium au cours des principales phases de développement du végétal et dans la plupart des fonctions vitales des plantes n'est plus à démontrer (Elalaoui, 2007; Koulibaly *et al.*, 2016). Le calcium présent dans le suc cellulaire est indispensable pour le développement du cotonnier. Il est impliqué dans la division cellulaire et joue un rôle majeur dans le maintien de l'intégrité de la membrane. Le magnésium participe à la formation et à la mise en réserve des sucres, des hydrates de carbonate et des vitamines. De plus la chlorophylle, pigment vert de la plante, est de ce fait riche en magnésium. La capacité d'échange en cations (CEC) du sol quant à elle est un indicateur important de la qualité des sols. Elle donne une information sur la constitution du sol et notamment la contribution des argiles et des matières organiques (Monaco *et al.*, 2008; Koulibaly *et al.*, 2016). De ce fait, les cations échangeables, par leur grande contribution à la formation des différents axes dans l'ACP, revêtent une importance non négligeable dans la physiologie du cotonnier (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ et Na^+) et surtout dans l'état physico-chimique du sol (CEC)

4.2 IMPACT DES MODES DE GESTION DES RESIDUS DE RECOLTE SUR LES CARACTERISTIQUES DU SOL

4.2.1 IMPACT DES FUMURES ET DES RESIDUS DE RECOLTES SUR LES PROPRIETES CHIMIQUES DU SOL

La contrainte majeure des exploitants cotonniers du Burkina est la baisse progressive de la capacité de production des terres cultivées. En effet, la mise en culture des terres a entraîné une modification des propriétés physico-chimiques du sol. Après trente années de pratiques de différents modes de gestion des résidus de récolte, on observe une baisse des teneurs en éléments nutritifs du sol. Pourtant les travaux d'Ibrahima *et al.* (2009) en savanes soudano-guinéennes de Ngaoundéré au Cameroun ont montré que les modes de gestion de la matière organique restaurent efficacement la teneur en matière organique et le pH du sol, ainsi que N, P, Ca et Mg du sol. Aussi, les effets améliorateurs de ces substrats organiques sur les propriétés chimiques, physiques, biologiques et des rendements des cultures ont été démontrés par les travaux de Bosshard *et al.* (2009), Oberson *et al.* (2010). Les différences observées entre nos résultats et ceux obtenus par ces auteurs s'expliquent par les conditions pédo-climatiques différentes, les exportations par les cultures et l'état initial de la fertilité du sol. Les résultats de Koulibaly *et al.* (2010) sur ce dispositif ont mis en évidence une baisse graduelle de la fertilité avec la durée de mise en culture des parcelles. Cette baisse est plus accentuée sur le sol en mode de gestion traditionnelle des résidus de récolte. Par contre avec les apports de compost ou de fumier, la baisse des teneurs des différents éléments nutritifs est faible. L'apport de compost a permis de maintenir les teneurs en azote, en potassium, en phosphore total et phosphore assimilable des sols. A défaut de maintenir le potentiel de production, l'apport combiné des matières organiques et de la fumure minérale, réduit la baisse des rendements liée à l'exploitation continue des terres (Benjamin *et al.*, 2010). Aussi permettent-elles de réduire les risques d'une dégradation de la fertilité des sols (Porter *et al.*, 2010).

4.2.2 IMPACT DES FUMURES ET DES RESIDUS DE RECOLTE SUR LE COMPLEXE ABSORBANT

Les résultats enregistrés des sols ont montré un appauvrissement des parcelles de cotonnier en bases échangeables sous les trois modes de gestion de la matière organique. On a observé une baisse relativement importante des bases échangeables surtout avec l'exportation des résidus des cultures. Cela s'explique par la baisse des teneurs en carbone et aussi par les prélèvements de nutriments par le cotonnier. La pratique de l'agriculture minière a de lourdes conséquences sur la fertilité des sols et la production des cultures. Selon Autfray *et al.* (2012) les contraintes majeures dans les exploitations cotonnières de l'Afrique de l'Ouest sont les risques d'une dégradation de la fertilité du sol. Cette dégradation des sols est liée, d'une part, à la mise en culture des champs aggravés par une faible utilisation des engrais et, d'autre part, aux pratiques inappropriées de gestion de la fertilité des sols. Cela a pour conséquence une baisse importante du statut organique du sol et par suite un appauvrissement du sol en nutriments et en bases échangeables. Les apports de compost et du fumier ont permis d'atténuer cet appauvrissement du sol en bases échangeables et en capacité d'échange cationique. La CEC est un indicateur de l'état de fertilité chimique d'un sol. Pour Neto *et al.* (2008), une CEC élevée confère au sol une grande capacité de rétention des bases issues des cycles biochimiques du sol ou des apports externes.

La CEC donne une information sur la constitution du sol notamment la contribution des argiles et des matières organiques (Pernes-Debuyser et Tessier, 2002). Cela implique une étroitesse vraisemblable des relations entre ces trois paramètres. Ainsi la connaissance de la CEC et aussi du pH permet de caractériser le sol dans un état proche de celui *in situ* et donc de révéler les changements des propriétés des sols du fait de pratiques de fertilisation et d'amendements (Pernes-Debuyser et Tessier, 2002).

5 CONCLUSION

Diverses sources de matières organiques sont utilisées au Burkina Faso pour amender les champs. Ces amendements organiques sont très souvent considérés comme une alternative aux coûts des engrais. Les effets bénéfiques de ces substrats organiques sur les propriétés physico-chimiques et biologiques du sol ne sont plus à démontrer. Cette étude révèle qu'après trente années de gestion extensive des résidus de récolte, on a une tendance à la baisse des propriétés physico-chimiques du sol. Les apports du compost et du fumier ont permis d'atténuer cette baisse de fertilité du sol. Sur la durée, on note une fluctuation comparable de la pluviosité et des rendements en coton graine sous les trois modes de gestion de la fertilité des sols. La pluviosité s'est révélée être un des facteurs qui influence la production du cotonnier. Les fractions fines du sol se sont révélées être un facteur limitant la production du cotonnier dans les systèmes d'exploitation minière du sol. Cette étude a servi de cadre pour rappeler les bénéfices des bonnes pratiques agricoles afin de gérer durablement la fertilité du sol par l'utilisation combinée des engrais minéraux et des amendements.

Le compost et le fumier utilisés à la dose de 6 t.ha⁻¹ tous les trois ans (ou 2 t.ha⁻¹an⁻¹) ne permettent pas de maintenir efficacement la fertilité des sols. L'application bisannuelle de 6 t.ha⁻¹ de fumier et de compost apparaît plus appropriée pour freiner la dégradation du sol. En outre une application de 300 kg ha⁻¹ de phosphates naturels en fumure de fond la première année plus 100 kg ha⁻¹ en fumure complémentaire annuelle de 100 kg ha⁻¹ s'inscrit comme une stratégie pour résoudre durablement la problématique de fertilité des agro-systèmes tropicaux très carencés en phosphore. Ceux-ci peuvent directement être utilisés lors du compostage pour permettre une solubilisation des phosphates naturels et ainsi améliorer l'efficacité de l'utilisation du phosphore par les cultures. Il s'en suit la nécessité d'intensifier l'utilisation des amendements organiques et des phosphates naturels au niveau des exploitations cotonnières pour augmenter la qualité du substrat organique et par conséquent la production agricole et pérenniser le potentiel du capital productif des sols. L'utilisation des pailles posant des contraintes de compétition pour les divers usages et de non-disponibilité en quantité suffisante, il est recommandé la pratique du parage des animaux dans les champs et celle des fosses fumières pour améliorer la qualité des matières organiques et ainsi accroître les rendements des récoltes. Aussi, les résidus de coton peuvent être valorisés en compost par des techniques de compostage appropriées afin de contribuer à augmenter les sources de matière organique pour enrichir le sol.

REFERENCES

- [1] Akpo M.A., Saïdou A., Yabi L., Baalogoun I. et Biobigou B.L., 2016. Indicateurs paysans d'appréciation de la qualité des sols dans le bassin de l'Okpara au Bénin. *Etude et Gestion des Sols*, 23: 53-65.
- [2] Amonmide, I., Dagbenonbakin, Gustave, Agbangba, Emile, Akponikpe, Irenikatche. 2019. Contribution à l'évaluation du niveau de fertilité des sols dans les systèmes de culture à base du coton au Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. DOI: 10.4314/ijbcs.v13i3.52.
- [3] Aune J. B., Tadesse B. A., Coulibaly A. Borgvang S., 2020. L'intensification agricole au Mali et au Soudan à travers l'amélioration de la fertilité du sol et la mécanisation. 105: 87-105. *International Environment and Development Studies*, Noragrich <https://hdl.handle.net/11250/2687892>.
- [4] Autfray P., Sissoko F., Falconnier G., Ba A., Dugué P., 2012. Usages des résidus de récolte et gestion intégrée de la fertilité des sols dans les systèmes de polyculture élevage: étude de cas au Mali-Sud. *Cahiers Agricultures* 21: http://www.jle.com/fr/revues/agro_biotech/agr/sommaire.phtml?cle_parution=3731225-34.
- [5] Bacyé B., Kambiri H. S. et Somé A. S., 2019. Effets des pratiques paysannes de fertilisation sur les caractéristiques chimiques d'un sol ferrugineux tropical lessivé en zone cotonnière à l'Ouest du Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13 (6): 2930- 2941.
- [6] Bambara D., Bilgo A., Sawadogo J., Gnankambary Z. et Thiombiano A., 2018. Evaluation de la diversité et de la qualité de pratiques d'agriculteurs face à la dégradation du milieu biophysique au Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences*, 125: 12551-12565.
- [7] Benjamin J.G., Halvorson A.D., Nielsen D.C., Mikha M.M., 2010. Crop management effects on crop residue production and changes in soil organic carbon in the Central Great Plains. *Agronomy Journal*, 102, pp. 990-997.
- [8] Bielders C. L and Gérard B., 2015. Millet response to microdose fertilization in south-western Niger: Effect of antecedent fertility management and environmental factors. *Field Crops Research*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2014.10.008> 0378-4290/© 2014 Elsevier B.V. All rights reserved.
- [9] Bonkougou J., Compaoré J., Traoré F., Beucher O. et Bikienga I., 2019. Analyse de vulnérabilités des systèmes agraires de la région de la Boucle du Mouhoun au Burkina Faso. *European Scientific Journal ESJ*, 15 (2), 104–120.
- [10] Bosshard C., Sorensen P., Frossard E., Dubois D., Mäder P., Nanzer S., Oberson A., 2009. Nitrogen use efficiency of 15N-labelled sheep manure and mineral fertiliser applied to microplots in long-term organic and conventional cropping systems. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 83, 271-287.
- [11] Brassard, P., Godbout, S., Palacios, J. H., Jeanne, T., Hogue, R., Dubé, P., Limousy, L., & Raghavan, V. (2018). Effect of six engineered biochars on GHG emissions from two agricultural soils: A short-term incubation study. *Geoderma*. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.04.022>
- [12] Bray RH, Kurtz LT. 1945. Determination of total, organic, and available forms of phosphorus in soils. *Soil Science* 59: 39-45.
- [13] Brock C., Fliessbach A., Oberholzer H. R., Schulz F., Wiesinger K., Reinicke F., Koch W., Pallutt B., Dittman B., Zimmer J., Hülsbergen K. J., Leithold G., 2011. Relation between soil organic matter and yield levels of nonlegume crops in organic and conventional farming systems. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 2011, 174: 568–575.
- [14] Coulibaly K., Gnissien M., Yaméogo T. J., Traoré M. et Nacro B. H., 2016. Perception des producteurs sur l'utilisation des déjections de chenilles dans la gestion de la fertilité des sols dans la région des Hauts-Bassins au Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences*, 108: 10531-10542.
- [15] Dekoula, C. S., Kouame, B., N'goran, E. K., Yao, F., Ehounou, J. N., & Soro, N. (2018). Impact de la variabilité pluviométrique sur la saison culturale dans la zone de production cotonnière en Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, ESJ, 14 (12), 143-156.
- [16] Diogo R.V.C., Buerkert A., Schlecht E., 2010. Horizontal fluxes and food safety in urban and peri-urban vegetable and millet cultivation of Niamey, Niger. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 87, 81-102.
- [17] Duvvada, S.K. and Maitra, S. 2020. Sorghum-based intercropping system for agricultural sustainability. *Indian J. Nat. Sci.*, 10 (60): 20306-20313.
- [18] Elalaoui A. C., 2007. Fertilisation minérale des cultures. Les éléments minéraux secondaires et oligo-éléments. Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès. MAPM/DERD/ Septembre 2007.
- [19] Faye B, Dome T, Ndiaye D, Diop C, Faye G, Ndiaye A (2019) Évolution des terres salées dans le Nord de l'estuaire du Saloum (Sénégal). *Géomorphologie: relief, processus, environnement* 25 (2): 81–90.
- [20] Fiala K., Tuma I. & Holub P., 2009. Effect of Manipulated Rainfall on Root Production and Plant Belowground Dry Mass of Different Grassland Ecosystems. *Ecosystems* 12, 906- 914.
- [21] Fliessbach A., Oberholzer H.R., Gunst L., Mäder P., 2007. Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming, *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118 (2007) 273–284.

- [22] Fontes J. et Guinko S., 1995. Carte de la végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso. Notice explicative. ICIV, IDR, Ministère de la Coopération Française (Projet Campus 88313101), 53 p.
- [23] Giller K. E., Corbeels M., Nyamangara J., Triomphe B., Affholder F., Scopel E., Titttonell P., 2011. A research agenda to explore the role of conservation agriculture in African smallholder farming systems, *Field Crops Research* 124, 468–472.
- [24] Hailelassie, A., Priess J.A., Veldkamp, E., Lesschen, J. P., 2006. Smallholders' soil fertility management in the Central Highlands of Ethiopia: implications for nutrient stocks, balances and sustainability of agroecosystems, *Nutr Cycl Agroecosyst*, 75: 135–146.
- [25] Ibrahima A., Abib Fanta C. et Ndjouenkeu R., 2009. Impact de la gestion de la matière organique sur le statut minéral des sols et des récoltes dans les savanes soudano-guinéennes de Ngaoundéré, Cameroun. In: Seiny-Boukar L., Boumard P. (Eds). *Savanes africaines en développement: innover pour durer*, Actes du colloque, Garoua, Cameroun, pp 1-10.
- [26] Hien E., 2004. Dynamique du carbone dans un Acrisol ferrique du Centre-Ouest Burkina: Influence des pratiques culturales sur le stock et la qualité de la matière organique. Doctorat en Sciences du Sol à l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier. 138p.
- [27] Kindohoundé et al., J. Appl. Biosci. 2019 Importance des manifestations des symptômes de déficience minérale du palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.) dans les plantations paysannes au Sud-Bénin en Afrique de l'Ouest. *Journal of Applied Biosciences* 143: 14701 - 14712 ISSN 1997-5902.
- [28] Koulibaly B., Traoré O., Dakuo D., Zombré P.N., Bondé D., 2010. Effets de la valorisation des résidus de récolte sur la nutrition minérale du cotonnier et les rendements d'une rotation coton-maïs-sorgho dans l'Ouest du Burkina Faso. *International Journal of Biology and Chemistry Sciences* 4: 2120-2132.
- [29] Lompo F., Segda Z., Gnankambary Z., Ouandaogo N., 2009. Influence des phosphates naturels sur la qualité et la biodégradation d'un compost de pailles de maïs. *Tropicultura*, 27 (2): 105-109.
- [30] Luo, Y.Q., 2004. Progressive nitrogen limitation of ecosystem responses to rising atmospheric carbon dioxide. *Bioscience* 54, 731-739.
- [31] Magani I.E. and Kuchinda C., 2009. Effect of phosphorus fertilizer on growth, yield and crude protein content of cowpea (*Vigna unguiculata* [L.] Walp) in Nigeria, *Journal of Applied Biosciences* 23: 1387 – 1393.
- [32] Monaco S., Hatch D.J., Sacco D., Bertora C., Grignani C., 2008. Changes in chemical and.
- [33] biochemical soil properties induced by 11-yr repeated additions of different organic materials in maize-based forage systems. *Soil Biology & Biochemistry* 40: 608-615.
- [34] Neto M.S., Scopel E., Corbeels M., Cardoso A.N., Douzet J.M., Feller C., Piccolo M., Cerri C.C., Bernoux M., 2010. Soil carbon stocks under no-tillage mulch-based cropping systems in the Brazilian Cerrado: An on-farm synchronic assessment. *Soil & till Res.* 110: 187 -195.
- [35] Oberson A. Tagmann H.U., Langmeier M., Dubois D., Mäder P., Frossard, E., 2010.
- [36] Fresh and residual phosphorus uptake by ryegrass from soils with different fertilization histories. *Plant Soil* 334, 391-407.
- [37] Odhiambo J. J. O., 2011. Potential use of green manure legume cover crops in smallholder maize production systems in Limpopo province, South Africa, *African Journal of Agricultural Research* 6 (1): 107-112.
- [38] Pernes-Debuyser A. et Tessier D., 2002. Influence de matières fertilisantes sur les propriétés des sols: Cas des 42 parcelles de l'INRA à Versailles. INRA Science du Sol, Route de St Cyr, 78026 Versailles Cedex. *Étude et Gestion des Sols, Volume 9, 3, 2002 - pages 177 à 186.*
- [39] Porter C. H. Jones J.W., Adiku S., Gijsman A. J., Gargiulo O. & Naab, J. B., 2010. Modeling organic carbon and carbon-mediated soil processes in DSSAT V4.5. *Operational Research* 10, 274–278.
- [40] Steinaker D.F., Wilson S.D. & Peltzer, D.A., 2010. Asynchronicity in root and shoot phenology in grasses and woody plants. *Global Change Biology* 16: 2241-2251.
- [41] Titttonell P., Muriuki A., Shepherd K.D., Mugendi D., Kaizzi K.C., Okeyo J., Verchot L., Coe R., Vanlauwe B., 2010. The diversity of rural livelihoods and their influence on soil fertility in agricultural systems of East Africa – A typology of smallholder farms, *Agricultural Systems* 103: 83–97.
- [42] Traoré A., Yaméogo L. P., DA I. A. N., TRAORE K., BAZONGO P. et TRAORE O., 2020. Effet de la formule unique d'engrais 23-10-05 +3,6S+2,6Mg+0,3Zn sur le rendement du maïs Barka dans la zone Sud-soudanienne du Burkina Faso. *Afrique SCIENCE*, 16 (1) 260-270.
- [43] Ulrich, S., Tischer S., Hofmann B., Christen, O., 2010. Biological soil properties in a long-term tillage trial in Germany, *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 173: 483-489.
- [44] Vagen T. G., Lal R. & Singh B.R., 2005. Soil carbon sequestration in sub-Saharan Africa: a review. *Land Degradation & Development* 16: 53-71.
- [45] Zougmore R., Mando A., Stroosnijder L., 2010. Benefits of integrated soil fertility and water management in semi-arid West Africa: an example study in Burkina Faso. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 88: 17-2.

Dynamique de la végétation d'une savane mise en défens contre le feu à Ibi-village en République Démocratique du Congo

[Dynamics of the vegetation of a savannah protected against fire in Ibi-village in the Democratic Republic of Congo]

Henri Paul Eloma Ikoleki^{1,2}, Ruffin Nsielolo Kitoko³, and Jean Lejoly⁴

¹Université Pédagogique Nationale, Faculté des Sciences, Département de Biologie, RD Congo

²École de Télécommunication et Télédétection Spatiale (ETS, UPN), RD Congo

³Université du Kwango, Faculté des Sciences Agronomiques et de Gestion Durable des Ressources Naturelles, BP. 41 Kinshasa I. Laboratoire de Systématique végétale, Biodiversité et Gestion de Ressources Naturelles (LSVBandGRN), Kenge, RD Congo

⁴Université Libre de Bruxelles, Herbarium de l'Université Libre de Bruxelles, Belgium

Copyright © 2025 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 was carried out at Ibi on the Batéké Plateau in the Democratic Republic of Congo, with the aim of investigating the vegetation dynamics of a savannah subjected to anthropogenic action and burnt every year (protected savannah), in contrast to a savannah put out to pasture, both separated by a transition zone (ecotone or edge) which has not been regularly burnt like the first.

To study vegetation dynamics, 30 floristic inventory plots were set up, with 10 plots per savanna type. The sampling plan for our data collection was designed in two periods, in April 2022 during the rainy season and in July of the same year during the dry season.

A total of 144 plant species, divided into 23 genera and 40 families, were inventoried. Of the three experimental zones, the edge had the highest biodiversity, with 73 species (50.3%). The protected savannah totaled 36 species, representing 24.8%, compared with 35 species (24.1%) in the protected savannah.

It should be noted that the control savannah is dominated by herbaceous plants (*Poaceae*), since it burns every year. On the other hand, the protected savannah and the fringe, separated from the control savannah by the fact that they have been protected from bush fires, have evolved differently. In both areas, shrub and tree strata dominate, with the presence of gallery forest species such as *Alchornea cordifolia*, *Allophylus africanus*, *Anthocleista schweinfurthii*, *Chaetocarpus africanus*, *Millettia laurentii* and others. These strata increase biomass storage capacity through the diameter, height and density of shrub stems.

KEYWORDS: evolution, floristic diversity, Ibi-village, DRC.

RESUME: Cette étude a été menée à Ibi sur le plateau des Batéké en République Démocratique du Congo dans le but d'étudier la dynamique de la végétation d'une savane soumise à des actions anthropiques et brûle chaque année (savane-témoin), à l'opposé de celle mise en défens, séparées toutes deux par une zone de transition (écotone ou lisière) qui n'a pas régulièrement brûlée comme la première.

Pour étudier la dynamique de la végétation, 30 placettes d'inventaire floristique ont été mises en place en raison de 10 placettes par type de savane. Le plan d'échantillonnage de collecte de nos données a été conçu en deux périodes, en avril 2022 pendant la saison pluvieuse et en juillet de la même année pendant la saison sèche.

Au total 144 espèces végétales réparties en 23 genres et 40 familles ont été inventoriées. Parmi les trois zones d'expérimentation, c'est la lisière qui a la plus forte biodiversité puisque regorgeant à elle seule 72 espèces soit 50,3%. La savane-témoin a totalisé 36 espèces qui représentent 24,8% contre la savane mise en défens qui en a 35 espèces soit 24,1%. Il convient de signaler que la savane-témoin par le fait qu'elle brûle chaque année est dominée par les herbacées (*Poaceae*). En revanche, la savane mise en défens et la lisière, séparées de la savane-témoin, par le fait qu'elles ont été protégées contre les feux de brousse, ont évolué différemment. Dans ces deux aires, les strates arbuste et arborée dominent avec la présence des espèces de galeries forestières comme *Alchornea cordifolia*, *Allophylus africanus*, *Anthocleista schweinfurthii*, *Chaetocarpus africanus*, *Millettia laurentii*, etc. Ces strates augmentent la capacité de stockage de la biomasse par le diamètre, la hauteur et la densité des tiges des arbustes.

MOTS-CLEFS: évolution, diversité floristique, Ibi-village, RDC.

1 INTRODUCTION

Les savanes de la République Démocratique du Congo (RDC) couvrent 76,8 millions d'hectares et constituent le second type d'écosystème après les forêts denses [1]. Elles occupent 67% de la superficie du territoire national [2], [3]. Elles constituent de ce fait une ressource en terre dont la mise en culture n'est pas difficile, cependant, elles sont généralement caractérisées par des sols de faibles réserves organiques et minérales qui ne leur assurent qu'un équilibre fragile [4].

Souvent négligées, ces formations herbeuses, arbustives et arborées aussi riches en diversité biologique, fournissent énormément des services écosystémiques aux riverains qui y habitent. Malheureusement, ces savanes sont parcourues annuellement par des feux courants sans que l'on puisse établir une règle générale quant à leur fréquence et date [5].

En RDC, ces feux sont précoces pendant la petite saison sèche de mi-janvier à février et tardifs pendant la grande saison sèche de juillet à août et présentent de ce fait le seul facteur anthropique freinant indubitablement la progression de la forêt [6].

Sur le plateau des Bateké en RDC, plusieurs initiatives dont on peut citer Ibi-village, Mampu et Ntsio, sont mises en place depuis des décennies pour valoriser ces écosystèmes savanicoles de manière à répondre à l'importante demande de terres agricoles et de charbon de bois pour la ville de Kinshasa et aussi régénérer la forêt par la technique de mise en défens contre le feu. La combinaison agroforestière originale Acacia-Manioc-Maïs développée sur ce plateau a la capacité naturelle d'enrichir le sol, créer un microclimat favorable à l'agriculture, sédentariser la population et réduire la pression sur la forêt (les galeries forestières autour des cours d'eau du plateau des Batéké). C'est ainsi que notre étude est orientée vers des mises en défens pour étudier la dynamique de la végétation naturelle des ligneux après l'application de cette technique.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 AIRE D'ÉTUDE

Situé sur le plateau des Batéké en RDC, Ibi-village est notre lieu d'expérimentation. Le site appartient, administrativement à la Commune urbano-rurale de Maluku, ville de Kinshasa. La station Ibi-village, de forme triangulaire s'étend sur 20.000 hectares (**Figure.1**).

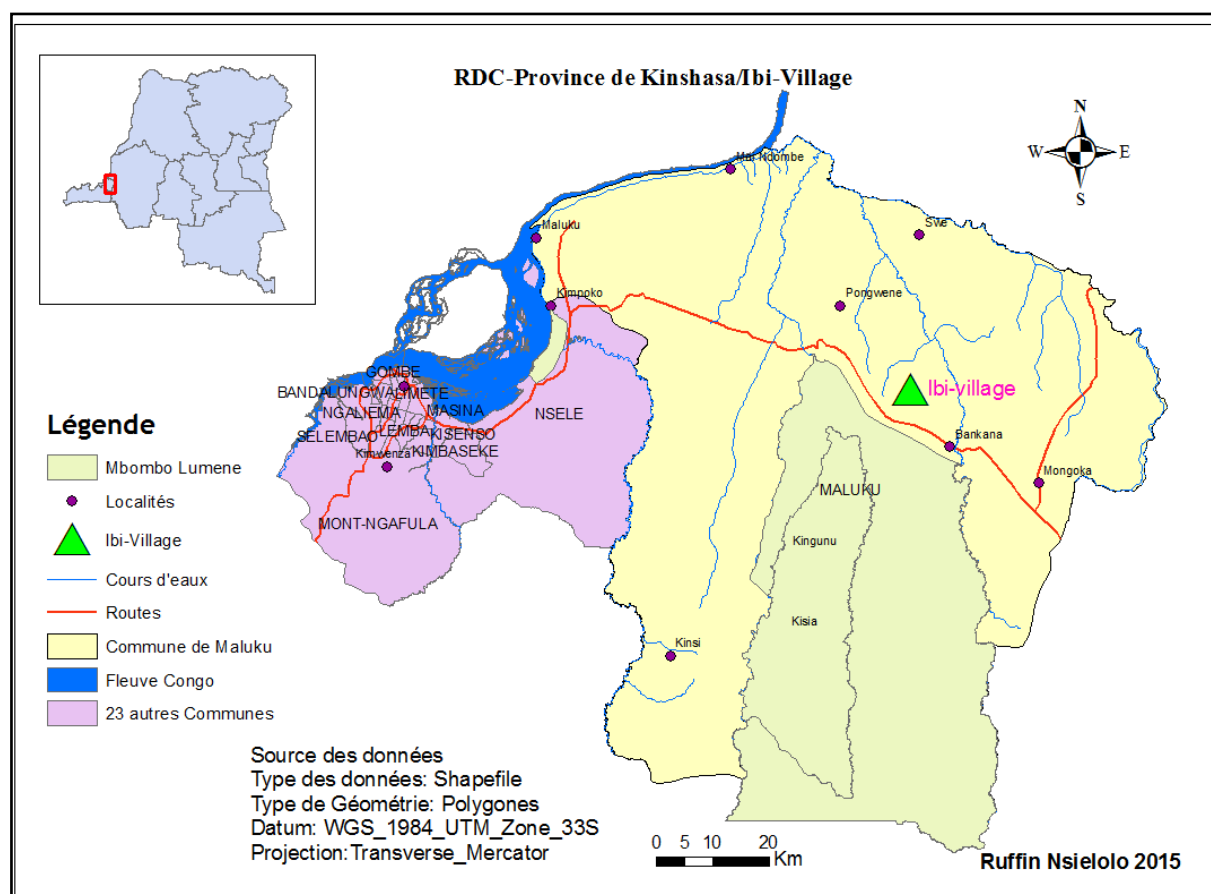


Fig. 1. Carte de localisation de la Station Ibi-village

Source: [7]

Depuis 2020, il s'observe sur ce plateau des fluctuations brutales des températures et des précipitations dont la moyenne des précipitations atteint 1800 mm depuis 2019 (**Figure 2**).

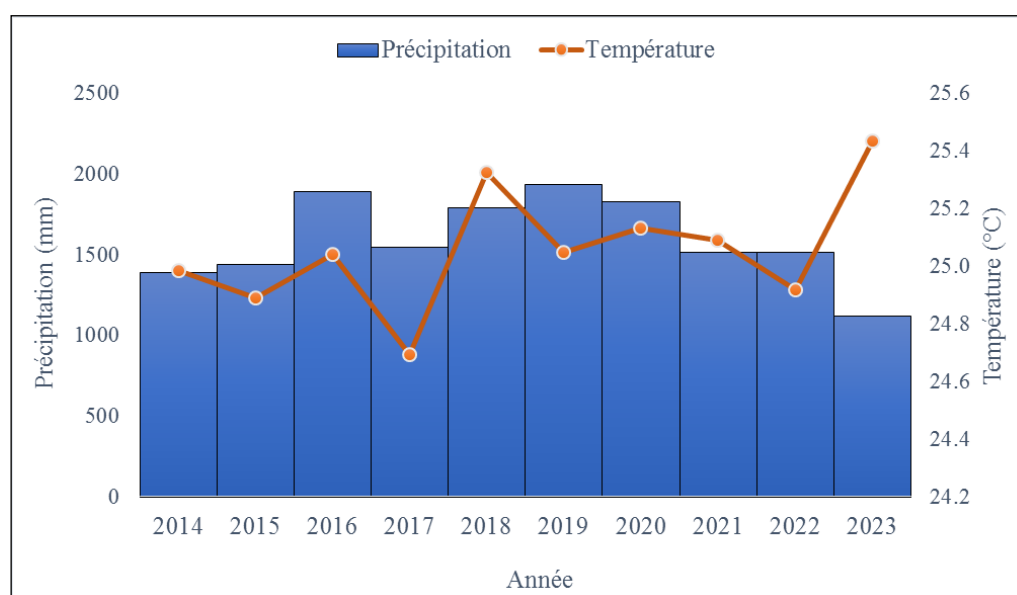


Fig. 2. Moyennes des précipitations annuelles à Ibi-Baté de 2002 à 2022

Les sols sont sablonneux (plus de 90% de sable), acides, chimiquement pauvres, d'une très faible capacité de rétention d'eau et de capacité d'échange des cations [8].

2.2 MATÉRIELS ET MÉTHODE

Les différentes espèces végétales constituent nos matériels biologiques. Pour réaliser cette étude, nous nous sommes servis de quelques matériels d'usage courant à savoir, des carnets de terrain avec des stylos, des jalons et un décamètre rubané, d'un GPS (Garmin 60 Cx), des sécateurs.

Pour étudier la dynamique de la végétation, le plan d'échantillonnage de collecte de nos données a été conçu en deux périodes selon les saisons sur le plateau de Batéké de la RDC; en avril 2022 pendant la saison pluvieuse et en juillet de la même année pendant la saison sèche de manière à y placer des parcelles permanentes dans les trois différents types de végétations rencontrées sur le site à savoir: (1) la savane témoin, celle qui brûle chaque année; (2) la savane mise en défens contre le feu depuis 8 ans et (3) la lisière, écosystème intermédiaire entre les deux savanes séparées par un coupe-feu de 30 mètres de largeur sur une superficie d'environ 40 hectares.

Les données sur l'inventaire floristique ont été collectées sur un total des 30 placettes d'inventaires permanents en raison de 10 placettes (**Figure 3**) dans chaque type de savane en utilisant les carrés de 5x5 m soit 25 m² [6].

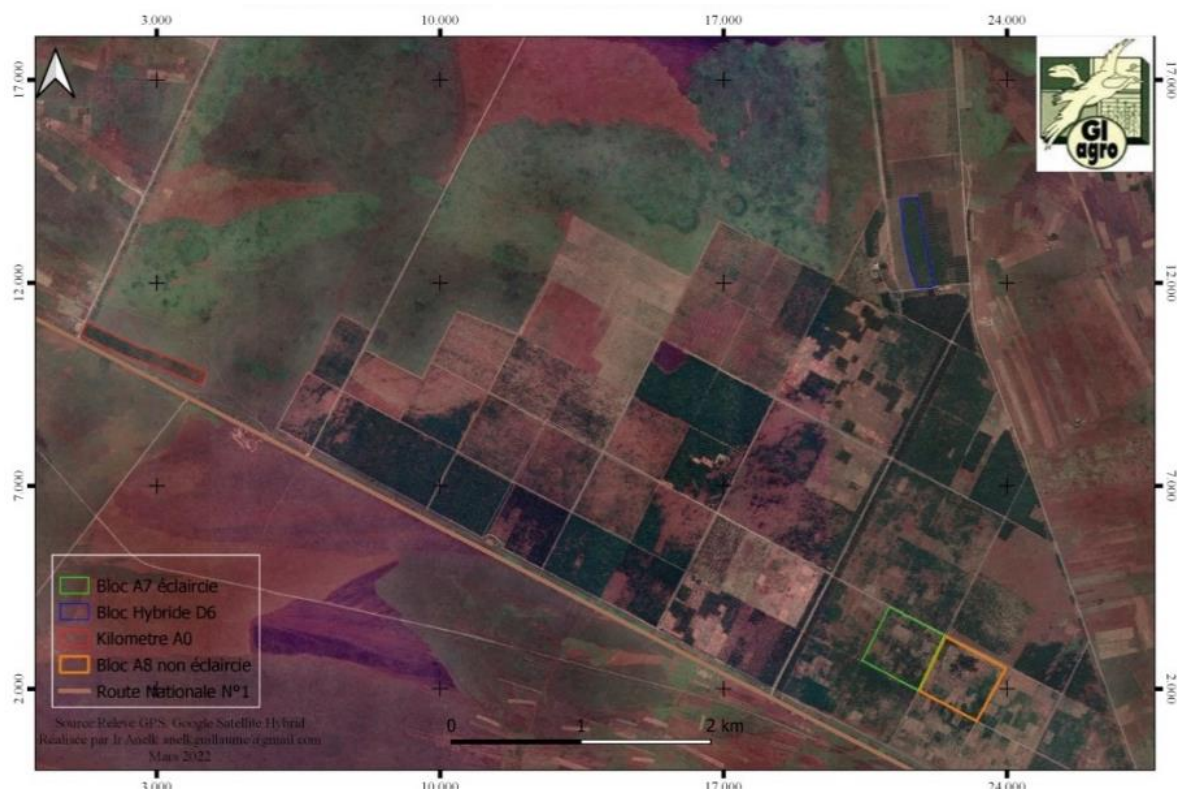


Fig. 3. Localisation de la zone d'étude

2.3 TYPES BIOLOGIQUES (Tb)

Les types biologiques pris en compte sont ceux de Raunkiaer (*Life forms*) actualisés par [9] dans une combinaison de caractéristiques morphologiques issues des adaptations des espèces aux conditions environnementales des autres auteurs comme [10] en y associant également le jugement d'expert. C'est ainsi que nous les classons en:

- i. Phanérophytes (Ph): arbres, arbustes et arbrisseaux, lianes;
- ii. Chaméphytes (Ch): sous-arbrisseaux;
- iii. Hémicryptophytes (Hc): herbacées pérennes;
- iv. Géophytes (G): plantes à tubercules, rhizomes ou bulbes;
- v. Thérophytes (Th): plantes annuelles.

2.4 TYPES PHYTOGÉOGRAPHIQUES (TP)

Les principaux types phytogéographiques (TP) utilisés sont ceux basés sur les grandes subdivisions chorologiques établies pour l'Afrique par certains auteurs comme [11], [13], [14] dont les principaux sont:

1) Espèces à large distribution qui regroupent:

- Cosmopolites (Cosm) = espèces largement répandues à la surface du globe;
- Pantropicales (Pan) = espèces réparties dans toutes les régions tropicales: Asie, Afrique, Amérique;
- Afro-malgache (AM) = plantes connues dans l'ensemble de l'Afrique tropicale et au Madagascar;
- Afro-américaines (AA) = espèces présentes en Afrique et en Amérique tropicale;

2) Espèces pluri-régionales africaines qui renferment:

- Soudano-zambésiennes (SZ) = espèces présentes à la fois dans les Centres Régionaux d'endémisme Soudanien et Zambésien;
- Afro-tropicales (AfrTrop) = espèces distribuées dans toute l'Afrique tropicale;
- Afro-malgaches (AM) = espèces distribuées en Afrique et au Madagascar;
- Plurirégionales africaines (PA) = espèces dont l'aire de distribution s'étend à plusieurs Centres Régionaux d'endémisme;
- Guinéo-congolaises (GC) = espèces largement distribuées dans la Région guinéo-congolaise;
- Soudano-guinéennes (SG) = espèces présentes à la fois dans les Centres Régionaux d'endémisme Soudanien et guinéo-congolais.

Des spectres pondérés de [15] ont été utilisés pour mettre en évidence la dominance de chaque type biologique ou phytogéographique.

2.5 INDICES DE DIVERSITÉ BIOLOGIQUE

L'analyse de la diversité biologique a été calculée sur base de quelques indices selon certains auteurs qui ont déjà travaillé dans le même sens comme [16], [17]:

L'indice de diversité de Shannon et Weaver (ISH) comme signalé par [18] est calculé pour chaque groupement végétal, il mesure la composition en espèce d'un peuplement en se basant sur la richesse spécifique et de l'abondance relative.

$$ISH = - \sum_{i=1}^N P_i \log_2 P_i \text{ où } P_i = (n_i/N)$$

Avec N = effectif des S espèces considérées; N_i = effectif des individus d'une espèce i ; P_i = abondance relative de l'espèce i . Cet indice nous a permis de mesurer la composition en espèces des peuplements en tenant compte du nombre d'espèces et de leur abondance relative.

Cet indice varie de 0,5 (une seule espèce présente, indice de diversité très faible) à 4,5 où toutes les espèces présentes ont une même abondance, donc bonne diversité.

- L'indice d'équitabilité (E): décrit la répartition des effectifs des différentes espèces d'un peuplement.

$$E = I / \log_2 S$$

Avec I = diversité observée; $\log_2 S$ = diversité théorique maximale.

Si $0 < E < 0,5$ la diversité est faible;

Si $0,5 < E < 0,7$ la diversité est moyenne;

Si $E > 0,7$ la diversité est forte.

- La richesse spécifique (S) est le nombre total d'espèces d'une communauté végétale, [17].

L'étude de génération des peuplements ligneux dans la savane mise en défens et la lisière a été évaluée à partir de deux indicateurs qui sont l'indice spécifique de régénération (ISR) et le taux de régénération du peuplement (TRP). Ces deux paramètres ont été obtenus comme dans [19] à travers les formules suivantes:

$$ISR = \frac{\text{Nombre total des jeunes plants d'une espèce}}{\text{Nombre total des jeunes plants dénombrés}} \times 100$$

$$TRP = \frac{\text{Effectif total des jeunes plants}}{\text{Effectif total du peuplement}} \times 100$$

2.6 ANALYSE DES DONNÉES ET CORRECTION DES NOMS SCIENTIFIQUES

Les différentes espèces végétales inventoriées ont été identifiées à l'aide de la combinaison de diverses clés d'identification de [20], [21], [22], [23], [24].

La classification botanique a tenu compte d'*Angiosperm Phylogeny Group* (APG IV) d'APG IV [25]. L'actualisation des noms scientifiques et familles botaniques des espèces a été faite à l'aide des informations mises à jour sur la base des données de la flore mondiale en ligne de [26].

Les données ont été saisies à l'aide de Microft Excel 2010. L'analyse de la variance à un facteur (*one-way analysis of variance*) entre les groupes et à l'intérieur des groupes a été facilitée à l'aide de logiciel Past version 2 et de la statistique de [27] avec:

$$ddl = n-1$$

ddl: Degré de liberté

$$ppds = t_{1-\alpha/2} \sqrt{\frac{2CE}{n}} ; \alpha=0,05$$

ppds: Plus petite différence significative

$$\text{Moyenne de carré } (\bar{x}) = \frac{\text{Somme de carré}}{ddl}$$

$$F = \frac{\text{Carré } \bar{x} \text{ de traitement}}{\text{Carré de l'erreur}}$$

F: valeur critique de F

3 RÉSULTATS

3.1 RICHESSE FLORISTIQUE

L'analyse de la richesse floristique globale de trois écosystèmes (Savane témoins, Savane mise en défens et lisière comme le présente le tableau 1 ci-dessous, nous montre un total de 145 espèces réparties en 43 familles et 23 genres. Il ressort de ces résultats que la lisière contient la plus forte biodiversité puisque regorgeant à elle seule 74 espèces soit 51%. La savane témoin a 36 espèces qui représentent 24,8% contre la savane mise en défens où l'on a identifié 35 espèces soit 24,1%.

Il convient de signaler que la savane témoin par le fait qu'elle brûle chaque année est caractérisée par les herbacées comme *Anisophyllea quangensis*, *Indigofera congesta*, *Aframomum albobolaceum*, *Asparagus flagellaris*, *Pteridium centrali-africanum*, *Tephrosia nana* et des *Poaceae* comme *Hyparrhenia diplandra*, *Pennisetum purpureum* avec la présence de quelques arbustes et arbres dont *Ochna afzelii*, *Psorospermum febrifugum*, *Hymenocardia acida*, *Maprounea africana*.

Tableau 1. Richesse floristique en nombre d'espèces végétales, familles et ordres

Ecosystèmes	Nombre d'espèces	Moyenne	%	Familles botaniques	%	Ordres	%
Savane témoin	36	19±10,5	24,8	20	26,7	14	31,1
Savane mise en défens	35	18±10,2	24,1	18	24,0	10	22,2
Lisière	73	38±21,5	50,3	37	49,3	21	46,7

La savane mise en défens et la lisière à côté, par le fait qu'elles ont bénéficié la protection contre les feux, ont évolué différemment, où les strates arbuste et arborée dominent avec la présence des espèces de galeries forestières comme

Alchornea cordifolia, *Allophylus africanus*, *Anthocleista schweinfurthii*, *Chaetocarpus africanus*, *Gaertnera paniculata*, *Hymenocardia ulmoides*, *Oncoba welwitschii* dont leur présence serait justifiée essentiellement par la zoochorie et l'anémochorie.

Il en est de même pour les 75 familles botaniques inventoriées, dont la lisière totalise à elle seule 37 familles soit 49,3%; la savane témoin en a 20 soit 26,7 contre la savane mise en défens qui en a 18 soit 24%.

Tableau 2. Présence des espèces végétales, familles et ordres par écosystème

Espèces	Familles	Ordres	Savane témoin	Lisière	Savane mise en défens
<i>Abrus canescens</i>	<i>Fabaceae</i>	<i>Fabales</i>	X	X	
<i>Aframomum alboviolaceum</i>	<i>Zingiberaceae</i>	<i>Zingiberales</i>	X	X	X
<i>Ageratum conyzoides</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Asterales</i>		X	
<i>Albizia adiantilia</i>	<i>Fabaceae</i>	<i>Fabales</i>		X	X
<i>Alchornea cordifolia</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Malpighiales</i>		X	X
<i>Allophylus africanus</i>	<i>Sapindaceae</i>	<i>Sapindales</i>		X	X
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	<i>Fabaceae</i>	<i>Fabales</i>		X	
<i>Anisophyllea quangensis</i>	<i>Rhizophoraceae</i>	<i>Cucurbitales</i>	X	X	
<i>Annona senegalensis</i>	<i>Annonaceae</i>	<i>Magnoliales</i>	X	X	
<i>Antheophora cristata</i>	<i>Poaceae</i>	<i>Poales</i>		X	
<i>Anthocleista schweinfurthii</i>	<i>Loganiaceae</i>	<i>Gentianales</i>			X
<i>Asparagus flagellaris</i>	<i>Asparagaceae</i>	<i>Asparagales</i>	X		
<i>Asystasia gangetica</i>	<i>Acanthaceae</i>	<i>Laurales</i>		X	
<i>Biophytum sensitivum</i>	<i>Oxalidaceae</i>	<i>Oxalidales</i>		X	
<i>Boerhavia diffusa</i>	<i>Nyctaginaceae</i>	<i>Caryophyllales</i>		X	
<i>Bridelia ferruginea</i>	<i>Phyllanthaceae</i>	<i>Malpighiales</i>	X	X	X
<i>Cathormion leptophyllum</i>	<i>Fabaceae</i>	<i>Fabales</i>		X	X
<i>Chaetocarpus africanus</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Malpighiales</i>		X	X
<i>Chlorophytum stolzii</i>	<i>Asparagaceae</i>	<i>Asparagales</i>	X		
<i>Chromolaena odorata</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Asterales</i>	X	X	X
<i>Cissus rubiginosa</i>	<i>Vitaceae</i>	<i>Vitales</i>		X	X
<i>Cogniauxia podolaena</i>	<i>Cucurbitaceae</i>	<i>Cucurbitales</i>		X	
<i>Combretum psidioides</i>	<i>Combretaceae</i>	<i>Myrtales</i>		X	
<i>Commelina diffusa</i>	<i>Commelinaceae</i>	<i>Commelinales</i>		X	
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	<i>Rubiaceae</i>	<i>Gentianales</i>		X	X
<i>Croton hirtus</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Malpighiales</i>	X	X	
<i>Cyathula prostrata</i>	<i>Amaranthaceae</i>	<i>Caryophyllales</i>		X	
<i>Dalbergia saxatilis</i>	<i>Fabaceae</i>	<i>Fabales</i>		X	X
<i>Desmodium velutinum</i>	<i>Fabaceae</i>	<i>Fabales</i>		X	
<i>Dialium englerianum</i>	<i>Fabaceae</i>	<i>Fabales</i>	X	X	
<i>Dichrostachys cinerea</i>	<i>Fabaceae</i>	<i>Fabales</i>	X	X	
<i>Dissotis glaberrima</i>	<i>Melastomataceae</i>	<i>Myrtales</i>	X	X	
<i>Dissotis hensii</i>	<i>Melastomataceae</i>	<i>Myrtales</i>	X	X	
<i>Ectadiopsis oblongifolia</i>	<i>Apocynaceae</i>	<i>Gentianales</i>		X	X
<i>Emilia longiramea</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Asterales</i>		X	
<i>Eriosema glomeratum</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Asterales</i>	X		
<i>Gaertnera paniculata</i>	<i>Rubiaceae</i>	<i>Gentianales</i>		X	X
<i>Gloriosa simplex</i>	<i>Colchicaceae</i>	<i>Liliales</i>	X		
<i>Hibiscus mehovii</i>	<i>Malvaceae</i>	<i>Malvales</i>		X	

<i>Hymenocardia acida</i>	Phyllanthaceae	Malpighiales	X	X	X
<i>Hymenocardia ulmoides</i>	Phyllanthaceae	Malpighiales		X	X
<i>Hyparrhenia diplandra</i>	Poaceae	Poales	X	X	
<i>Indigofera congesta</i>	Fabaceae	Fabales	X		
<i>Indigofera hirsuta</i>	Fabaceae	Fabales		X	
<i>Indigofera paracapitata</i>	Fabaceae	Fabales		X	
<i>Lactuca longespicata</i>	Asteraceae	Asterales	X		
<i>Landolphia dewevrei</i>	Apocynaceae	Gentianales	X		
<i>Landolphia lanceolata</i>	Apocynaceae	Gentianales	X	X	X
<i>Landolphia owariensis</i>	Apocynaceae	Gentianales	X		
<i>Lannea antiscobutica</i>	Anacardiaceae	Sapindales		X	
<i>Lippia multiflora</i>	Verbenaceae	Lamiales		X	
<i>Macaranga monandra</i>	Euphorbiaceae	Malpighiales		X	X
<i>Macaranga spinosa</i>	Euphorbiaceae	Malpighiales		X	X
<i>Maprounea africana</i>	Euphorbiaceae	Malpighiales		X	X
<i>Mariscus alternifolius</i>	Cyperaceae	Poales		X	
<i>Markhamia tomentosa</i>	Bignoniaceae	Lamiales			X
<i>Melinis amethystea</i>	Poaceae	Poales		X	
<i>Millettia drastica</i>	Fabaceae	Fabales	X	X	X
<i>Millettia laurentii</i>	Fabaceae	Fabales		X	X
<i>Millettia theuszii</i>	Fabaceae	Fabales			X
<i>Millettia versicolor</i>	Fabaceae	Fabales		X	
<i>Ochna afzelii</i>	Ochanaceae	Malpighiales	X	X	X
<i>Oldenlandia corymbosa</i>	Rubiaceae	Gentianales		X	
<i>Oncoba welwitschii</i>	Salicaceae	Malpighiales			X
<i>Parinari capensis</i>	Chrysobalanaceae	Malpighiales		X	
<i>Paropsia brazzaeana</i>	Passifloraceae	Malpighiales	X	X	X
<i>Pennisetum purpureum</i>	Poaceae	Poales	X		
<i>Pentaclethra eetveldeana</i>	Fabaceae	Fabales			X
<i>Pentaclethra macrophylla</i>	Fabaceae	Fabales			X
<i>Phyllanthus niruroides</i>	Euphorbiaceae	Malpighiales		X	
<i>Polycarpaea corymbosa</i>	Caryophyllaceae	Caryophyllales		X	
<i>Psophocarpus scandens</i>	Fabaceae	Fabales		X	
<i>Psorospermum febrifugum</i>	Hypericaceae	Malpighiales	X	X	X
<i>Pteridium centrali-africanum</i>	Hypolepidaceae	Polypodiales	X	X	
<i>Pteridium aquilinum</i>	Hypolepidaceae	Polypodiales		X	X
<i>Schwenckia americana</i>	Solanaceae	Solanales		X	
<i>Smilax anceps</i>	Smilacaceae	Liliales	X	X	
<i>Sphenostylis stenocarpa</i>	Fabaceae	Fabales	X		
<i>Sporobolus centrifugus</i>	Poaceae	Poales		X	
<i>Striga asiatica</i>	Orobanchaceae	Lamiales	X		
<i>Strychnos cocculoides</i>	Loganiaceae	Gentianales		X	
<i>Strychnos pungens</i>	Loganiaceae	Gentianales	X	X	
<i>Syzygium guineense</i>	Myrtaceae	Myrtales		X	
<i>Tephrosia nana</i>	Fabaceae	Fabales	X	X	
<i>Tetracera poggei</i>	Dilleniaceae	Dilleniales		X	X
<i>Triclisia dictyophylla</i>	Menispermaceae	Ranunculales		X	
<i>Triumfetta setulosa</i>	Malvaceae	Malvales		X	
<i>Uraria picta</i>	Fabaceae	Fabales		X	

<i>Urena lobata</i>	Malvaceae	Malvales	X		
<i>Vernonia brazzavillensis</i>	Asteraceae	Asterales			X
<i>Vernonia conferta</i>	Asteraceae	Asterales	X		
<i>Vernonia potamophila</i>	Asteraceae	Asterales		X	X
<i>Vernonia smithiana</i>	Asteraceae	Asterales	X		
<i>Vitex ferruginea</i>	Verbenaceae	Lamiales		X	X
Total			36	73	35

Les résultats du **tableau 2** présentent la présence de chaque espèce dans son habitat, pour certaines espèces, leur présence est signalée dans les trois savanes, elles sont qualifiées « espèces de liaison », c'est le cas de *Aframomum albobviolaceum*, *Milletia drastica*, *Chromolaena odorata*, *Landolphia lanceolata*, *Ochna afzelii* et *Paropsia brazzaeana*.

D'autres pionnières de la savane et sont indicatrices de passage de feu dont on peut citer: *Hyparrhenia diplandra*, *Antheaphora cristata* et *Melinis amethystea*.

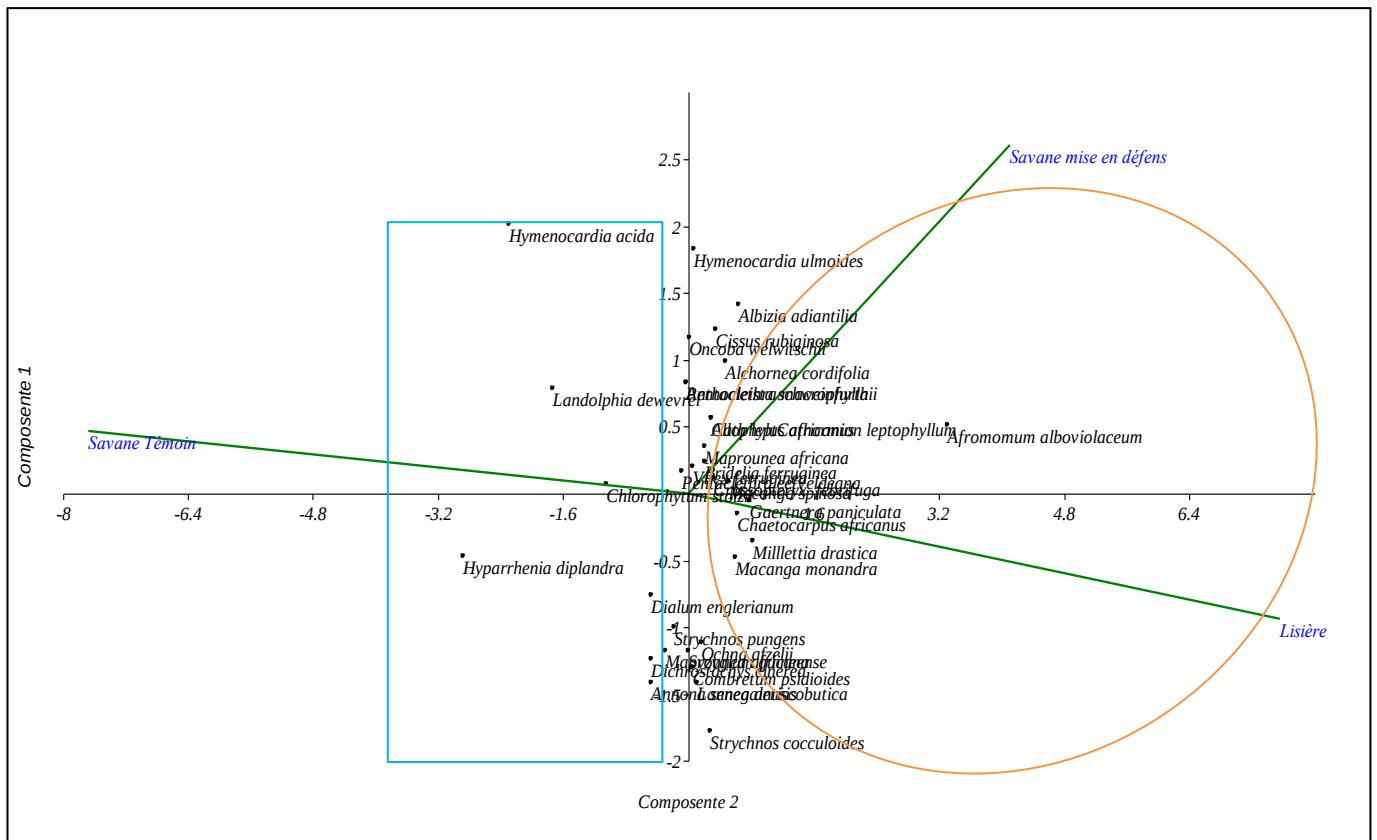


Fig. 4. Analyse en composante principale (ACP)

L'Analyse en composante principale a permis le regroupement des espèces végétales selon leurs habitats. Il ressort de ces résultats que la savane mise en défens et la lisière partagent en commun un certain nombre d'espèces comme *Hymenocardia ulmoides*, *Macaranga monandra*, *M. spinosa* qui sont essentiellement les espèces forestières; alors que la savane témoin est colonisée par la strate herbacée à dominance d'*Hyparrhenia diplandra*.

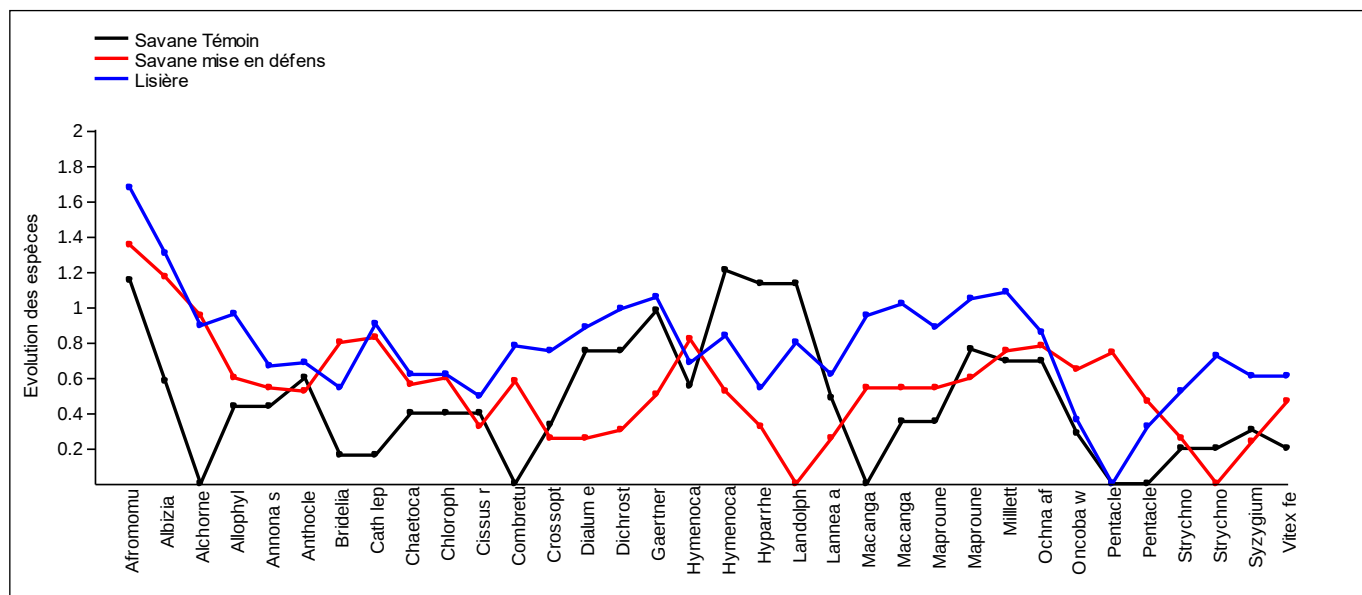


Fig. 5. Evolution des espèces selon les écosystèmes

La figure 5 ci-dessus montre l'évolution des espèces selon les habitats. Comme nous pouvons le constater, la lisière vient en première position en nombre d'espèces, regorgeant des espèces de la savane qui brûle et celles de celle mise en défens, la savane témoin malgré qu'elle occupe la deuxième position; est colonisée par les graminées à l'opposé de la savane mise en défens bien qu'elle vienne en troisième position, mais elle est plus dominée par les ligneux (les arbres), ce qui est avantageux par rapport au stockage de la biomasse.

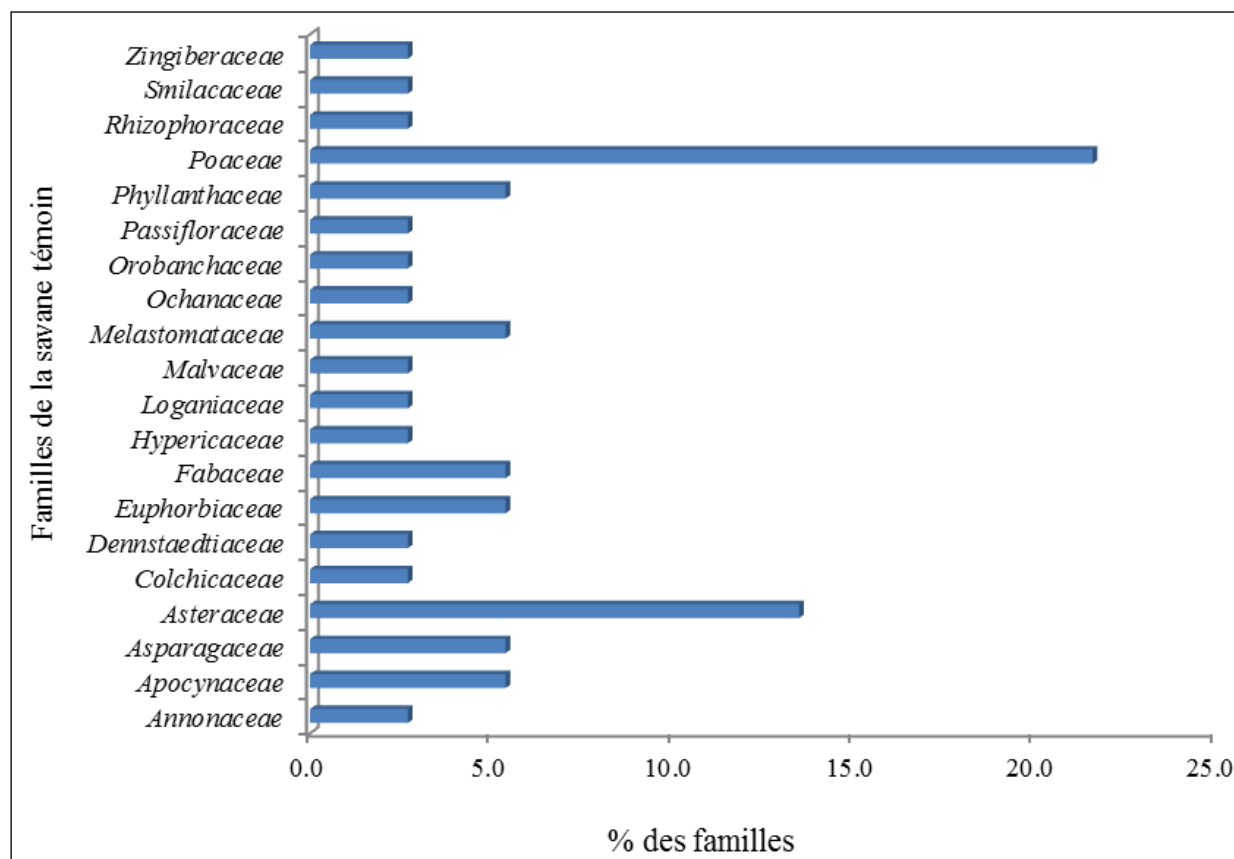


Fig. 6. Différentes familles inventoriées dans la savane témoin

Les familles les plus représentées dans la savane-témoin (**Figure 6**) sont celles des *Poaceae* (21,6%) et des *Asteraceae* (13,5%).

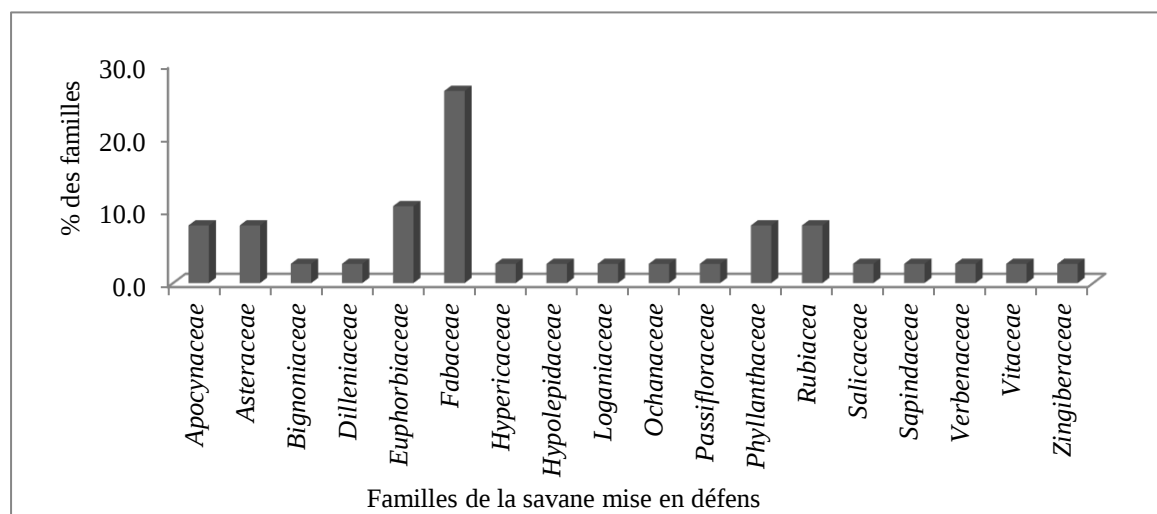


Fig. 7. Différentes familles inventoriées dans la savane mise en défens

Les familles les plus abondantes dans la savane mis en défens (**Figure 7**) sont celles des *Fabaceae* (26,3%) et des *Euphorbiaceae* (10,5%).

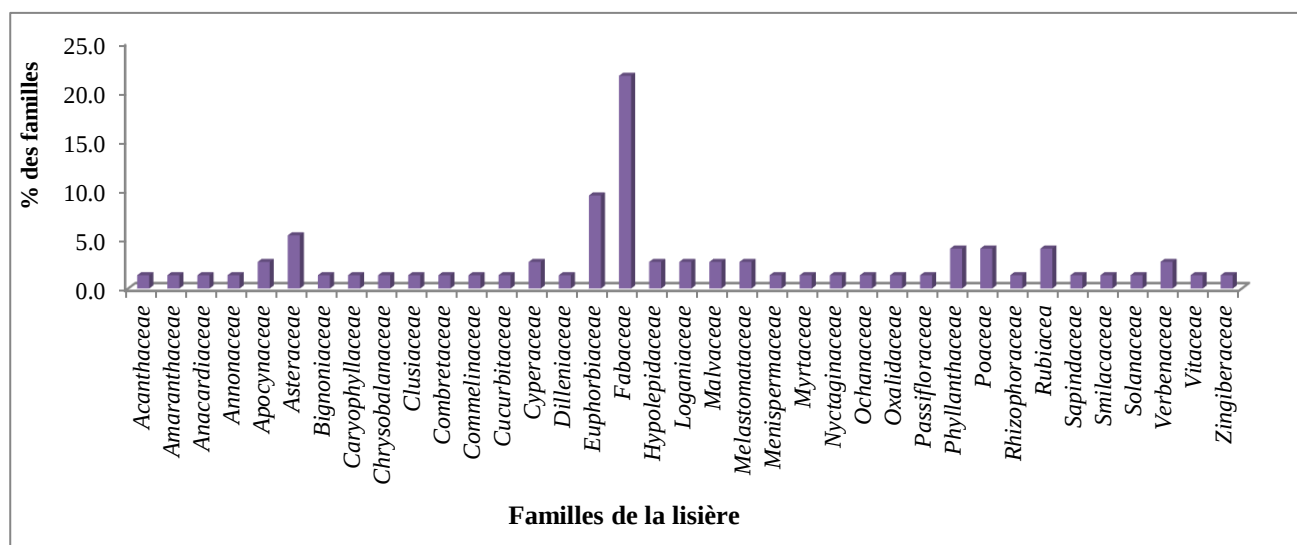


Fig. 8. Différentes familles inventoriées dans la lisière

Parmi les familles inventoriées dans la lisière (**Figures 8**), les *Fabaceae* occupent la première place avec 21,6%, les *Euphorbiaceae* viennent en deuxième position avec 9,5%, les autres familles sont faiblement représentées.

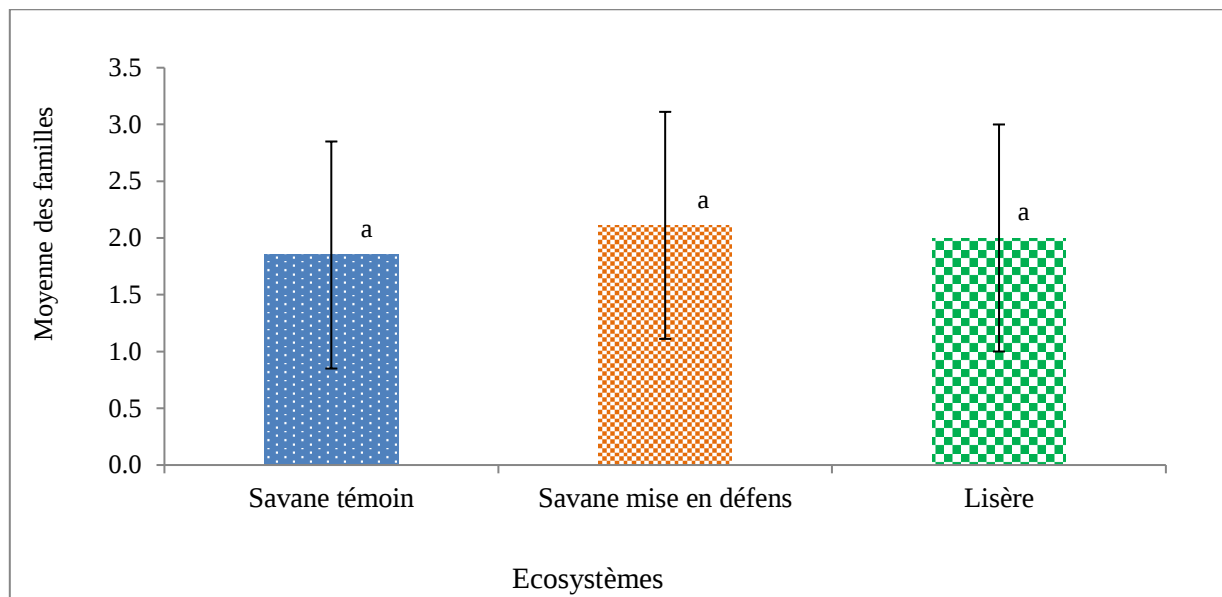


Fig. 9. Analyse de la variance à un seul facteur

L'analyse de la variance à un seul facteur au seuil de 0,05 a été utilisée, il ressort de ces résultats aucune différence significative ($P=0,94$) n'a été constatée entre les trois milieux.

3.2 INDICES DE DIVERSITÉ BIOLOGIQUE

Tableau 3. Indices de diversité biologique

Indice de diversité	Savane Témoin	Savane mise en défens	Lisière
Richesse spécifique (S)	36	35	74
Indice de Dominance (D)	0,07	0,04	0,06
Shannon (H)	3,01	3,37	3,32
Simpson (1-D)	0,92	0,95	0,93
Equitability (J)	0,83	0,94	0,84

Les indices de diversité varient selon les milieux (**Tableau 3**), l'indice de dominance (D) est inférieur à 1 varie très peu; il est de 0,07 dans la savane témoin; 0,04 dans la savane mise en défens et 0,06 dans la lisière. L'indice de Shannon (H) a permis d'exprimer la diversité spécifique de peuplement étudié. Il est de 3,01 dans la savane témoin; 3,37 dans la savane mise en défens et 3,32 dans la lisière. Nous constatons qu'il est supérieur à 0, ce qui explique que le peuplement étudié est hétérogène à l'opposé d'un peuplement homogène, où il serait égal à 0. L'équitabilité de Pielou varie de 0,83 à 0,94.

3.3 TYPES BIOLOGIQUES

Les résultats des types biologiques étudiés par milieux sont présentés par les figures suivantes:

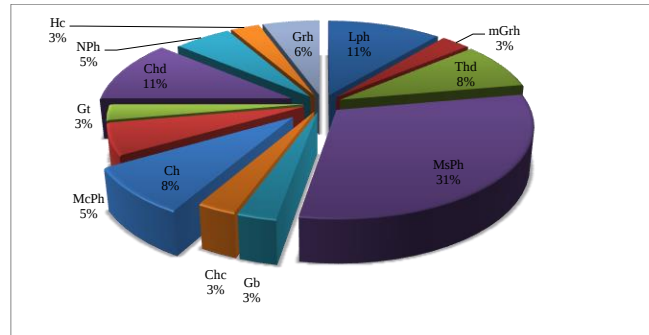


Fig. 10. Types biologiques de la savane témoin

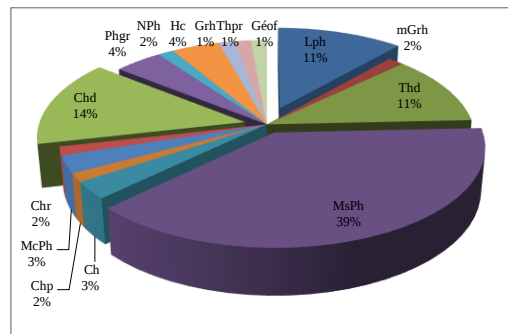


Fig. 11. Types biologiques de la lisière

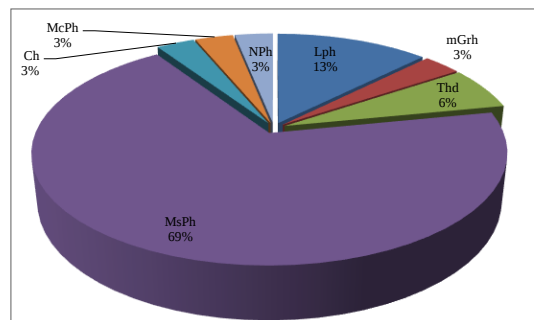


Fig. 12. Types biologiques de la savane mise en défens

Tableau 4. Légende sur les types biologiques

A.	Phanérophytes (Ph)	Mégaphanérophytes (MgPh) ; Mésophanérophytes (MsPh) ; Microphanérophytes (Mcph) ; Nanophanérophytes (Nph) ; Phanérophytes lianeux (Lph) et grimpants (Phgr).
B.	Chaméphytes (Ch)	Chaméphytes dressés (Chd) ; Chaméphytes prostrés (Chp) ; Chaméphytes rampants (Chr) ; Chaméphytes grimpants (Chg).
C.	Hémicryptophytes (H)	Hémicryptophytes cespiteux (Hce)
D.	Géophytes (G)	Mégagéophytes (mG) ; Géophytes rhizomateux (Grh) ; Géophytes bulbeux (Gb). Géophytes tubéreux (Gt) ; Géophytes épiphytes (Gép).
E.	Thérophytes (Th)	Thérophytes dressés (Thd) ; Thérophytes prostrés (Thp) ; Thérophytes grimpants (Thg).

Il ressort de ces résultats (**Figure 10, 11 et 12**) que les Mésophanérophytes (MsPh), arbres ayant le tronc dressé supérieur à 5 mètres dominant et totalisent à eux seuls 31%; 39% et 69% respectivement dans la savane témoin, lisière et savane mise en défens.

3.4 SPECTRES DE DISTRIBUTION PHYTOGÉOGRAPHIQUE

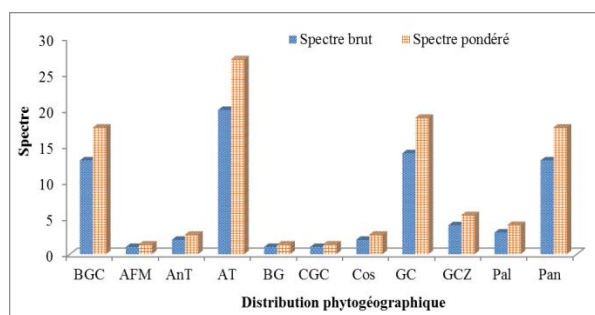


Fig. 13. Spectres de distribution phytogéographique des espèces de la liège

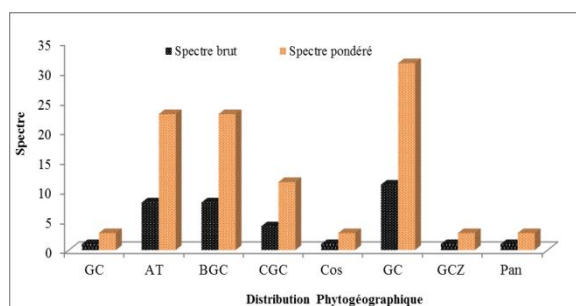


Fig. 14. Spectres de distribution phytogéographique de la savane mise en défens

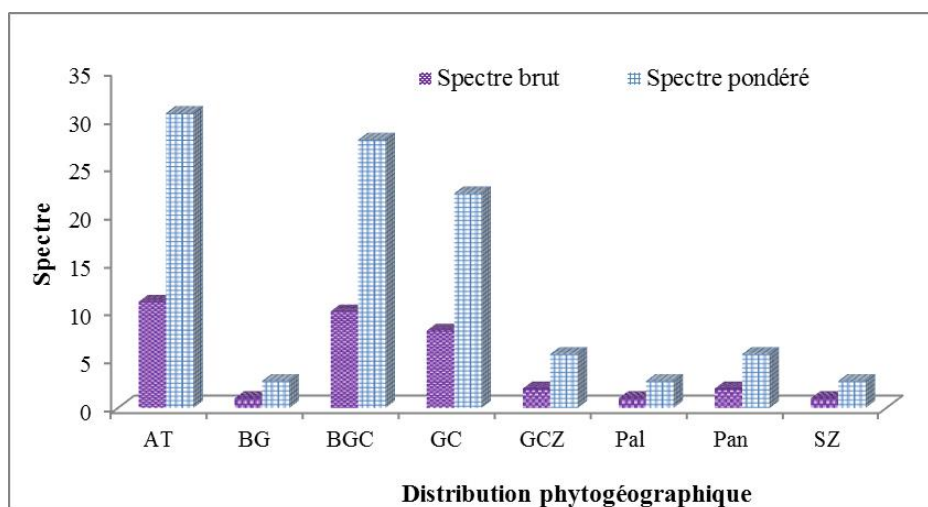


Fig. 15. Spectres de distribution phytogéographique de la savane témoin

Les spectres brut et pondéré de distribution phytogéographique dans la liège (Figure 13) montrent la prédominance des espèces Afro-Tropicales (AT), leurs valeurs spectrales respectives sont 20 et 27% pour les AT, 14 et 18,9% pour les éléments Guinéo-congolaises (GC) puis 13 et 17,6% respectivement pour les espèces Bas-guinéennes congolaises (BGC) et Pantropicales (Pan), les autres spectres sont faiblement représentés.

Dans la savane mise en défens (Figure 14), les spectres brut et pondéré montrent que les espèces Guinéo-congolaises (GC) sont prédominantes avec 11 et 31,4%; tandis que les spectres des espèces Afro-Tropicales (AT) et Bas-guinéennes congolaises (BGC) occupent la deuxième place et ont respectivement 8 et 22,9%. Par ailleurs, dans la savane témoin (Figure 15), les espèces Afro-Tropicales (AT) sont plus représentées avec 11 et 30,6%; les Bas-guinéennes congolaises (BGC) et Guinéo-congolaises (GC) viennent en deuxième et troisième position avec 10 et 27,8% contre 8 et 22,2%.

3.5 MODE DE DISSÉMINATION DES DIASPORES

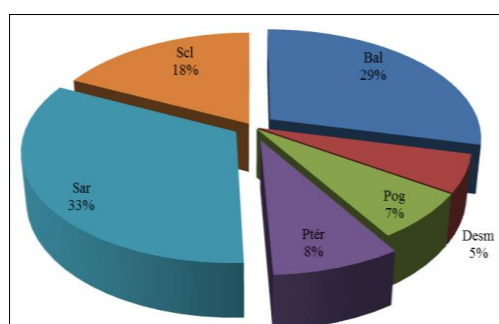


Fig. 16. Type des diaspores dans la lisière

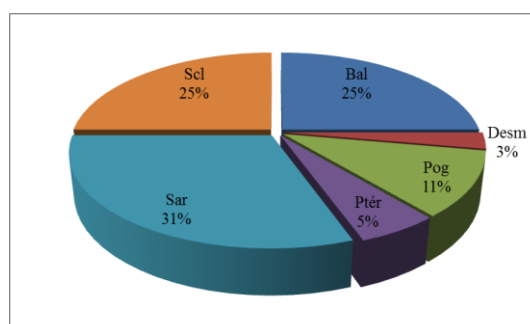


Fig. 17. Type des diaspores dans la savane témoin

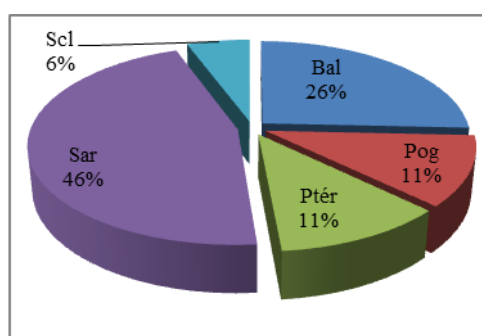


Fig. 18. Type des diaspores dans la savane mise en défens

Desmochore (Desm), Pogonochore (Pog), Ptérochore (Ptér), Sarchochore (Sar).

Les spectres brut et pondéré des types de dissémination des diaspores montrent que les Sarchochores (Sar) sont plus abondantes dans les trois savanes et représentent 24 et 33% dans la lisière, 11 et 31% dans la savane témoin, 16 et 46% dans la savane mise en défens. Les Balochores (Bal) viennent en deuxième position avec 21 et 29% dans la lisière, 9 et 25% dans la savane témoin, 9 et 26% dans la savane mise en défens.

4 DISCUSSION

4.1 DIVERSITÉ SPÉCIFIQUE

Le nombre d'espèces est variable par écosystèmes soit 74 dans la lisière, 36 dans la savane témoin et 35 espèces dans celle mise en défens avec une composition floristique calculée de 145 espèces dans l'ensemble. Ces valeurs faibles de diversité par rapport à celles de 254 espèces trouvées par [6] s'expliquent par le fait que ces derniers avaient mené l'étude sur 4 sites avec un nombre différent des placettes. Mais ce qui est avantageux est que les résultats confirment que la lisière regorge un

nombre assez important d'espèces que les autres écosystèmes. Ces résultats corroborent ceux de [28], selon lesquels la lisière est le milieu le plus riche et le plus diversifié en espèces. Ces mêmes résultats sont aussi confirmés dans l'étude menée par d'autres auteurs comme [29] dans la même région et ont montré que la lisière est un éco-complexe avec une abondance, une diversité floristique élevée.

Les spectres de diversité taxonomique de genres et de familles montrent que les *Fabales* (*Fabaceae*) et les *Malpighiales* (*Euphorbiaceae*) sont les plus représentés avec respectivement 32 soit 21,9% et 13 soit 8,9%.

4.2 TYPES BIOLOGIQUES

Quant aux types biologiques, les Phanérophytes (Mésophanérophes) sont les plus abondants soit 31%, 39% et 69% respectivement dans la savane témoin, lisière et savane mise en défens; ils présentent un recouvrement relatif supérieur aux autres formes de vie étant donné que ces dernières sont en grande partie dans les savanes arbustives protégées contre le feu comme le confirment [30] de même que les familles les plus représentées sont les *Poaceae*, les *Fabaceae* et les *Asteraceae* comme nous l'avons aussi remarqué.

4.3 EVOLUTION DE LA SAVANE

Les savanes, par le fait qu'elles brûlent chaque année, une ou deux fois sans que l'on puisse établir une règle générale quant à la date et à la fréquence de ces feux courants comme le signalent [5], notre étude a permis de constater également en appuyant ces résultats que la savane témoin est caractérisée par une forte dominance de la strate herbacée à *Hyparrhenia diplandra*, *Smilax anceps*, *Pteridium centrali-africanum*, *Asparagus flagellaris*, les herbacées de grande taille sont fortement représentées *Pennisetum purpureum*, nos observations viennent appuyer celles faites par [6], [31] qui avaient déjà démontré l'instabilité d'une savane régulièrement parcourue par le feu et est par conséquent dominée par une strate graminéenne continue avec un petit nombre des ligneux.

En revanche, la savane mise en défens et la lisière ont connu une protection contre les feux de brousse, elles évoluent et sont caractérisées par la strate arborée avec abondance des ligneux. Nos résultats vont dans le même sens que ceux de [32] qui confirment que ces zones de transition comportent des milieux dynamiques en forte mutation et la rapidité de ces milieux de se transformer en écosystèmes forestiers. D'autres auteurs comme [33] ont aussi montré évolution progressive des ligneux d'une savane protégée contre les feux et la mise en défens stimule l'installation des espèces forestières, et par le fait même accélère la production de biomasse et donc la fixation de carbone [1], [6].

5 CONCLUSION

Les résultats de cette étude nous ont permis de cerner la dynamique globale de l'évolution de trois types des savanes dont la première en brûlant chaque année, elle a une physionomie homogène, dominée par la strate graminéenne (*Poaceae*), la deuxième constituant un écotone entre la précédente et celle mise en défens n'ayant pas connu régulièrement l'influence de feux de brousse, la végétation a évolué différemment vers la strate arbustive pendant que la troisième protégée contre les feux a changé totalement la physionomie et est dominée par la strate arborée.

Le gain d'évolution de la végétation de ces trois écosystèmes a été observé dans le secteur phytogéographique marqué par une forte présence des Mésophanérophes allant de 31% à 39% puis 69% respectivement dans la première, deuxième et troisième savane; ces changements ont été possibles grâce à une absence de récurrence de feux de brousse.

Dans l'ensemble des biotopes inventoriés, seule la savane mise en défens révèle la présence d'une espèce végétale à statut particulier (*Millettia laurentii*) qui souffre déjà des multiples pressions anthropiques depuis plusieurs décennies sur ce plateau dont sa présence nécessite une attention particulière. Il est donc admis qu'une savane protégée contre les feux peut évoluer vers un écosystème forestier.

CONFLIT D'INTÉRÊTS

Les auteurs de cet article déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts.

REFERENCES

- [1] Lubalega T.: Évolution naturelle des savanes mises en défens à Ibi-village, sur le plateau des Bateke, en République Démocratique du Congo, Thèse de doctorat, Université Laval Québec, Canada et Université de Kinshasa, République Démocratique du Congo, 2016.
- [2] Eba'a A.R. et Bayol N.: Les Forêts de la République Démocratique du Congo. Etats des Forêts, 2008.
- [3] Eba'a A.R., Hiol Hiol F., Lescuyer G., Mayaux P., Defourny P., Bayol N., Saracco F., Pokem D., Sufo Kankeu R., Nasi R.: Les forêts du bassin du Congo: Etat des Forêts 2021. Bogor, Indonésie: CIFOR, 2022.
- [4] Yoka J, Loumeto JJ, Vouidibio J.: Quelques caractéristiques écologiques des savanes de la zone d'Ollombo (cuvette Congolaise, République du Congo), Faculté des Sciences. Annales de l'Université Marien Ngouabi, Sciences et Techniques, Vol. 8, N°4: pp. 74-87, 2007.
- [5] Achoundong, G, Bonvallot, J, Happi, Y: Le contact Forêt-Savane dans l'Est du Cameroun et *Chromolaena odorata*: Considérations Préliminaires. Orstom, Yaoundé, Cameroun; Orstom, Yaoundé, Cameroun. pp. 99-108, 2007.
- [6] Nsielolo KR, Lejoly J, Habari M JP, Aloni KJ: Effets de lisière et de litière dans des savanes mises en défens contre les feux à Ibi village/République Démocratique du Congo, Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo Volume 5. pp.54-61, 2015.
- [7] Nsielolo K.R.: Régénération forestière assistée avec *Millettia laurentii* De Wild. dans les savanes mises en défens à Ibi-village au plateau des Batéké/RDC, Thèse de Doctorat, École Régionale Postuniversitaire d'Aménagement et de Gestion intégrés des Forêts et Territoires tropicaux (ERAIFT), Kinshasa, pp. 177, 2016.
- [8] Bisiaux F, Peltier R, Muliele JC: Plantations industrielles et agroforesterie au service des populations des plateaux Batéké, Mampou, en République Démocratique du Congo, Bois et Forêts des Tropiques, Vol.301, N°3, pp. 21-32, 2009.
- [9] Sirvent L.: Les types biologiques: Etat de l'art, actualisation des définitions et mise en place d'un référentiel. Conservatoire botanique national méditerranéen de Porquerolles. pp.1-64, 2020.
- [10] Miabangana ES, Lubini AC: Analyse floristique et phytogéographique de la végétation de l'île Loufézou à Brazzaville (République du Congo), Geo-Eco-Trop, Vol.39, N°1, pp. 55-66, 2015.
- [11] N'da DH, Yao ACY, Kouakou NE, Moussa K, Yao SC, Analyse de la diversité floristique du parc national de la Marahoué, Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire, Afrique SCIENCE Vol.04, N° 3, pp.552 – 579, 2008.
- [12] Gonmadje C, Doumenge C, Sunderland TCH, Balinga MPB, Sonké B, Analyse phytogéographique des forêts d'Afrique centrale: le cas du massif de Ngovayang (Cameroun). Plant Ecology and Evolution, Vol.145, N°2: pp.152–164, 2012.
- [13] Senterre B.: Recherches méthodologiques pour la typologie de la végétation et la phytogéographie des forêts denses d'Afrique tropicale Thèse de Doctorat, Université Libre de Bruxelles (ULB), Faculté des Sciences, p. 477, 2005.
- [14] Melom S, Mbayngone E, Bechir AB, Ngadoum R, Mapongmetsem PM: Caractéristiques floristique et écologique des formations végétales de Massenya au Tchad (Afrique centrale), Journal of Animal & Plant Sciences, Vol.25, N°1, pp. 3799-3813, 2015.
- [15] Taonda A, N'guessan AE, N'dja KJ: Dynamique de reconstitution de la biodiversité végétale de la forêt classée de Foubou (Nord de la Côte d'Ivoire). Int. J. Biol. Chem. Sci. Vol.15 N°6, pp. 2607-2624, 2021.
- [16] Bokatola MC, Yoka J, Loumeto JJ, Djego J: Caractéristiques phytoécologiques des formations herbeuses exploitées pour la pêche, l'élevage et l'agriculture en zones humides de la cuvette congolaise, République du Congo. Afrique SCIENCE Vol.16, N°1 pp.134 – 146, 2020.
- [17] Sané B, Laveissière C, Meda HA: Diversité du régime alimentaire de *Glossina palpalis* en zone forestière de Côte d'Ivoire: relation avec la prévalence de la trypanosomiose humaine africaine. Tropical Medicine and International Health. Volume 5, N° 1, pp.73-78, 2000.
- [18] Sehoubo YJ, Meda M, Kabre WO, Yelemou B, Hien M: Caractérisation et structure de la végétation ligneuse des parcs agroforestiers en zone nord soudanienne au Burkina Faso. Int. J. Biol. Chem. Sci. Vol 17, N°2, pp. 325-348, 2023.
- [19] Latham P., Konda K.M.: Quelques Plantes Mellifères de la Province du Kongo-Central, République Démocratique du Congo. Troisième édition, p. 265, 2017.
- [20] Kouao JK, Champluvier D, Danho FRN, De Canniere C, Dossahoua T, Lejoly J, Robbrecht E, Bogaert J: Analyse de la distribution spatiale des *Acanthaceae* en Afrique centrale et comparaison avec les théories phytogéographiques de Robyns, White et Ndjele, Sciences & Nature Vol. 5 N° 2, pp.101 – 110, 2008.
- [21] Latham P., Konda K.M.A., Alliez J.L., Plantes utiles du Kongo Central Province, République Démocratique du Congo. Quatrième édition, p. 455, 2021.
- [22] Pauwels L. Nzayilu N. Guide des arbres et arbustes de la région de Kinshasa-Brazzaville. J.B.N.B Meise, p. 495, 1993.
- [23] Muhashy H.F., Lukebakio N., Ngaliema M., Habitats de la Réserve et Domaine de chasse de Bombo-Lumene (R.D. Congo). Lexique Kiteke des plantes observées dans ces milieux. Institut royal des Sciences naturelles de Belgique (IRSNB), Bruxelles, p.124, 2011.
- [24] Jhaix J., Angiosperm Phylogeny APG IV, 2023.

- [Online] Available <https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox/FMfcgzQVxttXcngnhGpjuCblrDXtbbjx> (October 10, 2023).
- [25] La flore mondiale en ligne (World Flora Online), 2023. [Online] Available <http://www.worldfloraonline.org> (December 10, 2023).
- [26] Dagnelie P: Statistique Théorique et Appliquée. 2 inférence statistique à une et à deux dimensions. 3ème édition, De Boeck, Bruxelles, p. 320, 2011.
- [27] Iyongo WML, Marjolein V, De Cannière C, Verheyen E, Dudu AB, Ulyel APJ, Bogaert J: Anthropisation et effets de lisière: impacts sur la diversité des rongeurs dans la Réserve Forestière de Masako (Kisangani, R.D. Congo). Tropical Conservation Science Vol.5, N°3: 270-283. 2012.
- [28] Makumbelo EC, Lukoki LF, Belesi KH, Lungumbudila MO: Dynamique de la biocénose à la lisière forêt-formation herbacée: caractéristiques des espèces recensées à Bombo Lumene (RD Congo), Int. J. Biol. Chem. Sci. Vol 17, N°4, pp. 1672-1683, 2023.
- [29] Masharabu T, Noret N, Lejoly J, Bigendako MJ, Bogaert J: Etude comparative des paramètres floristiques du Parc National de Ruvubu, Burundi, Geo-Eco-Trop., N° 34: pp.29-44, 2010.
- [30] Wendpanga Jacques Ismaël TARAMA, Jérôme Tégawindé YAMEOGO, Boalidia TANKOANO et Namwinyoh Antoine SOME: Diversité et structure floristique des formations végétales dans la forêt classée de Kuinima en zone soudanienne du Burkina Faso, Int. J. Biol. Chem. Sci. Vol. 17, N°1, pp. 50-62, 2023.
- [31] Koffi MISSA, Konan YAO, Jean Kouao KOFFI et Kafana SORO: Diversité floristique et structure de la végétation d'une carrière de granite dans le district de Yamoussoukro, Centre de la Côte d'Ivoire, Int. J. Biol. Chem. Sci. Vol.17 N°4, pp. 1519-1529, 2023.
- [32] Achour, A., Aroui, A., Defaa, C., EL Mousadik, A., Msanda, F., Effet de la mise en défens sur la richesse floristique et la densité dans deux arganeraies de plaine. Actes du Premier Congrès International de l'Arganier, Agadir 15-17: 90-68, 2011.

Characterisation of microbiological and sensory properties of chicken sausage processed with natural preservatives

Agoura Diantom¹, Nerine Akwa², Yao Hoekou¹, Akpéné Akakpo², Bouraïma Djeri³, and Damintoti Karou^{2,3}

¹Laboratoire des Sciences Biomédicales, Alimentaires et Santé Environnementale (LaSBASE), Ecole Supérieure des Techniques Biologiques et Alimentaires (ESTBA), Université de Lomé, Togo

²Centre d'Excellence Régional sur les Science Aviaires (CERSA), Université de Lomé, Togo

³Laboratoire de de Microbiologie et de Contrôle de Qualité des Denrées Alimentaires (LAMICODA), Ecole Supérieure des Techniques Biologiques et Alimentaires (ESTBA), Université de Lomé, Togo

Copyright © 2025 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: Poultry meat products especially sausage (hotdogs) is among the fastest growing food commodities on the markets in many parts of the world. In order to fulfil consumer's desire for healthier chicken sausage, local chickens were used to process low-fat sausage using sunflower oil as pork-fat replacer. Chicken breast meat was extracted, ground, mixed with spices (ginger, garlic, chilli pepper, cloves, thyme, black pepper, white pepper, coriander, rosemary, cumin) which were used to replace the harmful chemical additives. Two different samples unpasteurized and pasteurized sausage were successfully processed. Microbiological and sensory analysis were carried out. The heat significantly decreased the microorganism level up to obtain an acceptable product according to the food quality assessment criteria. The mean score percentage showed that 84.66% of the panellists accepted the local chicken sausage. Purchase power Analysis revealed that more than 81% of the panellists declared that they will buy the product. This research work results successfully created a standardized method of sausage formulation using natural spices as preservatives and which can easily be adopted by households.

KEYWORDS: poultry, sausage, pasteurization, physicochemical, microbiology.

1 INTRODUCTION

Poultry meat demand is increasing enormously around the world but in particular in developing countries due to the relative low cost and nutritional relevance [1], [2]. Poultry meat refers to the edible portions of any domesticated avian species, such as chicken, duck, turkey, geese, guinea fowl, and Japanese quail [3]. That edible portions of poultry meat can be cooked to eat or processed in different poultry meat products such as sausage, frankfurter, salami, hamburger and meatballs. The word sausage is from the Latin word "salsus", which means salted meat or preserved by salting [4]. Sausage is defined as a mixture of mostly ground meat, fatty tissue, curing agent, salt, nitrite, sugar and spices filled into casings and further processed by using different processing methods such as cooking, pressure heating, drying, fermentation and canning [5], to improve the nutritional and health qualities of the products. The microbiological stability of fresh or pasteurized sausages may be increased by the addition of curing ingredients such as salt, nitrate and other ingredients that significantly modify the physical, chemical and microbiological properties of the meat products [6]. The food industry extensively uses synthetic chemical preservatives to delay degradation, which is caused by microbial growth, enzymatic activities and oxidative reactions. Preservatives normally stops microbes from multiplying and thereby preventing the spoilage in the processed food product [7]. As their name suggests, synthesis or artificial food additives are synthetic ingredients added to food to enhance its colour or flavour, taste, texture, and extend its shelf life, or improve it in some way [7]. Reference [8] ensures that all food additives on the market are safety for use. Nevertheless, most food industries have abused the used of these artificial food additives for selfish interest. However, due to the synthetic preservatives in meat, potential health damage such as cardiovascular diseases, neurodegenerative

diseases, cancers among others may occur, consumers are becoming sceptical to buy meat products containing such additives [9]. Therefore, there is the growing consciousness among customers for food with high nutritional value, free from chemical preservatives, and microbiological safety [9]. In spite of modern improvements in slaughter hygiene and food production techniques, food safety is an increasingly important public health issue and most food industries are now intensively interested in finding natural food preservatives. These food preservatives can be extracted from natural sources such as olives, fruits, grapes, vegetables, spices, herbs, algae, and among others. The meat preservatives restrict microbial activity, enzymatic chemical and physical reactions, extend shelf life and improve sensory characteristics of the food product [10]. Species such as thyme, white pepper, black pepper, ginger, garlic, chilli pepper, cumin and oregano have increasingly gained the interest of researchers and food processors as potential natural antimicrobial and antioxidant agents [11]. Therefore, the aim of this study was to produce and characterize the microbiological and sensorial analysis of local processed sausage with local spices.

2 MATERIAL AND METHODS

2.1 MATERIAL

Fresh local matured Birds (30 weeks old) were obtained from CERSA (Centre d'Excellence Régional sur les Sciences Aviaires) at Université of Lomé, Togo. African spices (ginger, garlic, cloves, black pepper, white pepper, chilli pepper, coriander, cumin, rosemary), sunflower oil, cellulose casing, cow intestine, wheat flour, lemon juice and salt were purchased at the local market of Lomé, Togo.

PRODUCTION OF SAUSAGE

In this experiment, the halal (permissible) rules of slaughtering were applied at the slaughterhouse. Ten kilograms of chicken breast meat without bones and skin was ground with the help of a food processor (FUNKOL 800W Electric Meat Grinder) equipped with a 14-cm blade for 5 minutes at the highest speed. 7% of the mixed spice composing of ginger, garlic, chilli pepper, cloves, thyme, black pepper, white pepper, coriander, rosemary and cumin were added in bits to the ground meat while processing. Salt (2%), was added to the minced meat. Then 5% sunflower oil was added and homogenised using a hand-held food mixer for 1 minute to form a coarse emulsion. 2% of wheat flour as a binding agent was added. The minced meat was placed in the deep freeze for 1hour 30 minutes. Then it was removed from the fridge and put in the meat grinder for filling into stuffed artificial cellulose casings. Each stuffed sausage weighed approximately 300g and had a size of approximately 14cm to 18cm. sausage was then cooked at 100°C for 10 minutes. Then the samples were used to explore the microbiological and sensory analysis.

2.2 METHODS

2.2.1 CARCASS YIELD/DRESSING PERCENTAGE

Dressing percentage or carcass yield, as it is sometimes referred to as, is the proportion of ending live weight yielded after animals have been stunned (desensitized), exsanguinated, skinned or scalded, and eviscerated. The term 'dressing percent' is frequently used in slaughtering procedure. The carcass weight is expressed as a percentage of the weight of the live animal just before slaughtered and the weight after slaughtered. Feed withdrawal for the birds was done 12 hours before slaughtering of the animal early in the morning. The weight of each bird was taken and recorded before it was slaughtered. This same procedure was carried at each production time.

Carcass Yield/killing-out percentage = (carcass weight/live weight) *100.

2.2.2 MICROBIOLOGICAL ANALYSIS

This aspect of analysis was based on the assessment of the possible microbes present in the processed sausage samples (pasteurized and unpasteurized) before the sensorial analysis. It started with the preparation of disposable Petri dishes, 0.1% sterile peptone water, preparation of media, serial dilution, labelling of Petri dishes, plating/incubation and ended with counting (enumeration) of observed microbes. Two (2) samples were analyzed according to the reference [12]. The different methods used for the enumeration of the sausage microorganism were shown in Table 1.

Table 1. Different food microbes enumerated in the chicken sausage samples

Germ	Reference of the method used	Reactive culture media	Level of dilution	Temperature/duration of incubation
Total aerobic mesophilic germs	NF EN ISO 4833-1	Plate Count Agar	-1, -3, -5	30°C/24 -72hours
Enterobacteria	NF EN ISO 21528-2	VRBL	0, -1	30°C/24hours
<i>E. coli</i>	NF EN ISO 16649-2	Brilliance E-Coli	0, -1	44°C/ 24hours
Anaerobic Sulphite Reductors Germs	NF EN ISO 15213	Typotone sulfite Neomycine		37°C/24-48hours
<i>Staphylococcus aureus</i>	NF EN ISO 6888-1	Baird Parker	-1, -2, -3	37°C/24-48hours
<i>Salmonella</i> sp.	NF EN ISO 6579-1	EPT, Rappaport, Hektoen, Galery API 20 ^E		37°C/24hours
Yeast and Molds	NF EN ISO 21517-152	Sabourand Chloramphenicol ⁺	0, -2	30°C/48-72hours

2.2.3 SENSORY EVALUATION OF THE CHICKEN SAUSAGE

Sensory Evaluation is a scientific method that evokes, measures, analyses, and interprets responses to products, as perceived by the senses of sight, smell, touch, taste, and sound. Sensory quality is very vital to the realization of a consumer's food preference. It consists of qualitative, quantitative, or hedonic quality measurement. Ideal poultry meat is considered to have high nutritive value and great functional roles such as flavour, tenderness, juiciness of the pasteurized product among others [13]. For chicken sausage, the main sensory features are: colour, tenderness, juiciness and flavour [14]. A total of 42 (48% Male and 52% Female) un-trained panellists who were however familiar with sensory evaluation but not with this particular product. The panellist was asked to evaluate the different sensory attributes of the processed sausage sample. Sample were pasteurized and served at room temperature. Sausage samples were sliced to 1-cm thick, put on a white dish, which was individually labelled with 3-digit random numbers, and served to panellists in a random order. Each judge was introduced to a sensory evaluation score sheet. The ranking of the different sensory attributes ranged from 1-7. The following attributes; taste, colour, aroma, texture and overall acceptability were evaluated. Each attribute was discussed and tests were initiated after panellists have been familiarized with the scales.

1: dislike very much, 2: dislike moderately, 3: dislike slightly, 4: neither like nor dislike, 5: like slightly, 6: like moderately, 7: excellently like it.

The purchase intention of fresh products was assessed as well by using a 5-point scale where;

1 = I would certainly buy, 2 = I would probably buy, 3 = maybe I would buy / not buy, 4 = I would probably not buy, 5 = I would certainly not buy.

2.2.4 DATA ELABORATION

Microsoft Excel 2013 spreadsheet was used in organising the raw data, calculating the mean and standard deviation and plotting a radar graph for sensory analysis.

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 CARCASS WEIGHT

The mean live weight of the bird was 1192.93 ± 189.35 g and the average carcass weight was 815.55 ± 153.80 g. The mean carcass yield or dressed percentage was obtained at 68.37%. The live weight obtained in this study was almost the same as that of the reference [15], where they mentioned that, the average live weight of local chickens aged 35 weeks ranged from 1,200-1,500g. Reference [16] stated in their work that, broiler chickens with a harvest age of 30-35 days have a body-weight range of 1,500-2,000g. Sources of variation include broiler strain, age, sex, type of feed, maintenance management (cage density, presence or absence of access outside the cage) or natural conditions such as ambient temperature, humidity and air pressure [17]. The carcass yield was similar to those observed in ducks at 49 days [18].

3.2 MICROBIOLOGICAL ANALYSIS

The results of microbiological analysis were represented in Table 2. The Total Aerobic Mesophilic Flora Count was found to be 15.10^3 UFC / g in cooked sausage compared to uncooked sample (25.10^6 UFC / g). These microorganisms can provide a general indication of the microbiological quality of a food and will not make the difference between the natural microflora of a food, spoilage microorganism, added organisms to fermented food or pathogenic microorganism. According to the the Australia New Zealand Food Standards, a ready-to-eat foods in which all components are fully cooked for immediate sale or consumption has to have the total germ count $< 10^4$ UFC/g for good product and $< 10^5$ UFC/g for acceptable product [19]. In this study the cooking was applied in manner to obtain a product that can be subjected to the sensory analysis. That means our cooked sausage was acceptable and can be used for human consumption. In fact, it was reported that the value of the total plat count germs in chicken sausages retailed for sale in Iraq was $3.65.10^5$ UFC/g [20], which is unsatisfactory product according to Australia food authority ($\geq 10^5$ UFC/g). Reference [21] reported that all street vended food that they analysed had an acceptable aerobic plat count germ ($\geq 10^3$ et $< 10^5$ UFC/g). Enterobacteria and *Escherichia coli* were found to be 75 UFC/g and 40 UFC/g in cooked sausage respectively. According to reference [19] our cooked sausage was good for Enterobacteria ($< 10^2$ UFC/g) and acceptable for *E. Coli* (3 to $< 10^2$ UFC/g). That means the cooking process is efficient because the presence of both microorganisms at high value is due to the poor hygiene or inadequate heat treatment. However, it was reported that ready-to-eat samples from Iraq showed high quantity of *E. Coli* [20]. *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp, ASR, Yeast and molds were not found in our cooked sausage. These results might suggest that our laboratory sausage would not affect the consumer's health. However, ready-to-eat samples were reported to contain *Staphylococcus aureus* and *Salmonella* spp [20].

Table 2. Results of microbiological analysis

Germ	Pasteurized sausage (UFC/g)	Unpasteurized sausage (UFC/g)
Total aerobic mesophilic germs	1.5×10^4	2.5×10^7
Enterobacteria	75	2×10^4
<i>E. coli</i>	40	3.5×10^4
Anaerobic Sulphite Reductors Germs	0	< 10
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	0
<i>Salmonella</i> sp.	0	0
Yeast and Molds	0	1000

3.3 SENSORY EVALUATION ATTRIBUTES

Colour is an essential attribute in a food product because it appeals before consumers eat or buy the food product [22]. The mean score percentage indicated that 74.21% of the panellists moderately liked the colour of the sausage. In food products, especially meat products, the consumer often assesses the initial quality by their colour and appearance; These attributes are the primary indicators of perceived quality [23].

The **aroma** is defined as a stimulus produced by a food ingredient easily recognized by the sense of smell. The aroma can influence consumer's judgment, even before consuming foods [24]. In terms of aroma/favour 86.06% of the panellist liked the aroma excellently. Seasoning used in food production can also affect the level of **taste** [22]. A total mean score of 80.13% of the panellist accepted the taste and juiciness of the sausage. The different spices used specific intrinsic taste that was preferred by most people.

Texture looks at the granularity and consistency of the sausage. Average score percentage result was 62.36% panellists moderately accepting the texture of the sausage. This might be because the fat content in the local chicken meat was low and fat can maintain the stability of the emulsion, making sausage more elastic and softer [25]. Due to increase in the demand on low-fat frankfurters by customers, modified quantity of starches was utilized in this study for the purpose of "fat mimic" and this also follows the works of reference [26], who used modified starch in sausage processing to achieved the same agenda.

The **overall acceptability** parameter is the panellist's assessment of all sensory attributes: the colour, aroma, texture, and taste of sausage. The mean score percentage showed that 84.66% of the panellists accepted the local chicken sausage (local hotdogs). Therefore, we can conclude that the different ingredient and spices introduced during the processing of the sausage did not only serve as a preservative but enhance the taste, odour, colour and texture of the product. Customer's acceptability was based on these above mention attributes. Reference [27] did similar work on pork sausage using two African spices (white

pepper and ginger) and had a higher level of acceptability comparatively to the sausage without the spices. Our present study builds on existing evidence from many researches works, that a good combination of spices enhances the taste, aroma, colour and total acceptability of any food product.

Purchase Power Analysis Level: from the sensory evaluation carried out, the mean score percentage showed that 81% will buy the product with 55% saying they will certainly buy the product, 26% recorded they will probably buy. The rest of panellists (19%) said they might or might not buy. This gives us a partial understanding of how the product will be received in the market, therefore the rate of sausage importation could be reduced.



Fig. 1. Sensory evaluation Attributes

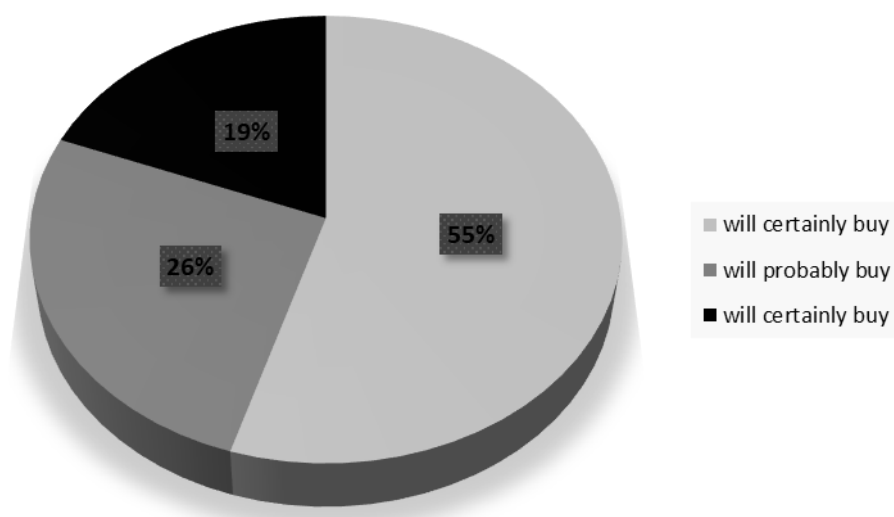


Fig. 2. Purchase power Analysis of the chicken Sausage

4 CONCLUSION

Using the natural preservatives, a low-fat chicken sausage was successfully processed in the laboratory. A standardized method of sausage formulation was achieved and this method can easily be adapted by firms and households. The African spices improved the taste, aroma, texture and appearance of the chicken sausage. The processed chicken sausage was highly appreciated and acceptable by consumers. The consumers declared that they will buy the new product.

REFERENCES

- [1] FAO (2002). Global Production and Consumption of Animal Source Foods. Presented at the conference «Animal Source Foods and Nutrition in Developing Countries» held in Washington, D.C. June 24-26.
- [2] FAO (2010). Poultry Meat and Eggs, agribusiness hand book. www.eastagri.org. Accessed on 4/3/2012.
- [3] Kumar, P., Verma, A.K., Umaraw, P., Mehta, N. and Sazili, A.Q. 2022. Processing and preparation of slaughtered poultry. In *Postharvest and Postmortem Processing of Raw Food Materials* (pp. 300-314). Woodhead Publishing.
- [4] Pearson, A.M., Gillett, T.A., Pearson, A.M. and Gillett, T.A. 1996. Sausages. *Processed meats*, pp.210-241.
- [5] Cobos, A., & Díaz, O. (2015). Chemical composition of meat and meat products. *Handbook of food chemistry*, 1, 471-510.
- [6] Venturini AC, AD Cavenaghi, CJC Castillo and EM Quiñones. 2011. Sensory and microbiological evaluation of uncured fresh chicken sausage with reduced fat content, *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 31: 629-634.
- [7] Dave, D. and Ghaly, A.E., 2011. Meat spoilage mechanisms and preservation techniques: a critical review. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 6 (4), pp.486-510.
- [8] Food and Drug Administration (FDA), U.S Department of Agriculture (USDA), Food Safety and Inspection Service (FSIS), Association of Food and Drug Officials (AFDO), U.S. 2014.
- [9] Batiha, G.E.S., Hussein, D.E., Algammal, A.M., George, T.T., Jeandet, P., Al-Snafi, A.E., Tiwari, A., Pagnossa, J.P., Lima, C.M., Thorat, N.D. and Zahoor, M., 2021. Application of natural antimicrobials in food preservation: *Journal Food Control*, 126, p.108066.
- [10] Botsoglou, N.A., Grigoropoulou, S.M., Botsoglou, E., Govaris, A. and Papageorgiou, G. 2003. The effects of dietary oregano essential oil and α -tocopheryl acetate on lipid oxidation in raw and pasteurized turkey during refrigerated storage. *Journal Meat Science*. 65, 1193-1200.
- [11] Bensid, A., Ucar, Y., Bendeddouche, B. and Ozogul, F. 2014. Effect of the icing with thyme, oregano and cloves extract on quality parameters of gutted and beheaded anchovy (*Engraulis encrasicolus*) during chilled storage. *Journal Food Chemistry*. 145, 681-686.
- [12] Parisi, S., Delia, S., Ceccio, C., Crupi, D., Quartarone, F., & Laganà, P. (2010). Simplified Analysis Plans in accordance with the Regulation (EC) No. 1441/2007.
- [13] Santé V, Fernandez X, Monin G and JP Renou. 2001. Nouvelles methods de mesure de la qualité de la viande de volaille. *INRA Productions animales*; 14 (4): 247- 254.
- [14] White EC, Hanson HL, Klose AA and H Lineweaver. 2000. Evaluation of toughness differences in turkeys. *Journal of Food Science*; 29: 673-678.
- [15] Sjoefjan O, Djunaedi IH 2016. Pengaruh beberapa jenis pakan komersial terhadap kinerja produksi kuantitatif dan kualitatif ayam pedaging. *Bull. Peternak.*, 40 (3): 187-192. <https://doi.org/10.21059/buletinpeternak.v40i3.11622>.
- [16] Liani YA, Munthe IR, Irmayani D, Broto BE, Yanris GJ, Prasetya DA, Arifuddin R. 2021. The broiler chicken coop temperature monitoring use fuzzy logic and Lorawan. In *2021 3rd International Conference on Electronics Representation and Algorithm (ICERA)*: pp. 161-166. <https://doi.org/10.1109/ICERA53111.2021.9538771>.
- [17] Fanatico AC, Pillai LC, Cavitt CM, Owens and Emmert JL. 2005. Evaluation of slower-growing broiler genotypes grown with and without outdoor access: Growth performance and carcass yield. *Poultry Science.*, 84: 1321–1327. <https://doi.org/10.1093/ps/84.8>.
- [18] Baltić, M. Ž., Starčević, M. D., Bašić, M., Zenunović, A., Ivanović, J., Marković, R.,... & Mahmutović, H. (2015). Effects of selenium yeast level in diet on carcass and meat quality, tissue selenium distribution and glutathione peroxidase activity in ducks. *Animal Feed Science and Technology*, 210, 225-233.
- [19] Authority, N. F. (2009). Microbiological quality guide for ready-to-eat foods: a guide to interpreting microbiological results. NSW/FA/CP028/0906, 32, 08-017.
- [20] Yassin, H. A. (2018). Microbiological evaluation of Sausages retailed for sale in Al Ramadi, Iraq. *Journal of Advanced Pharmacy Education and Research*, 8 (3-2018), 53-58.
- [21] Asiegbu, C. V., Lebelo, S. L., & Tabit, F. T. (2020). Microbial quality of ready-to-eat street vended food groups sold in the Johannesburg Metropolis, South Africa. *Journal of food quality and hazards control*.
- [22] Spence, C. (2015). Multisensory flavor perception. *Cell*, 161 (1), 24-35.
- [23] Lawless, H. T. Heymann, H. 1999. Sensory evaluation of food: principles and practices. Gaithersburg: Aspen Publishers; p. 827.
- [24] Ployon, S., Morzel, M., & Canon, F. 2017. The role of saliva in aroma release and perception. *Journal of food chemistry*, pp 226, 212–220.
- [25] Adiaprana, R., Ma'ruf, W. F., & Anggo, A. D. 2016. Study of the stability quality of semi-refined carrageenan (SRC) and konjac flour emulsions in tilapia fish sausages (*Oreochromis sp.*). *Journal of Fishery Product Processing and Biotechnology*, 5 (1), 23–27.

- [26] Keeton, J. T. 2001. Formed and emulsion products. In A. R. Sams (Ed.), Poultry meat processing (pp. 195e226). Boca Raton: CRC Press.
- [27] Coleman, F. N. (2018). Evaluation of Selected Local Spices on Sensory and Microbial Characteristics of Fresh Pork Sausage (Doctoral dissertation, University of Ghana).

Analyse des tendances des pluies extrêmes dans le département du Mono, République du Bénin (Afrique de l'Ouest)

[Analysis of trends in extreme rainfall in the department of Mono, Republic of Benin (West Africa)]

Modestine Victoire Bessan¹, Expédit Wilfrid Vissin¹, Katchele Faustin Ogou², and Euloge Ogouwale¹

¹Laboratoire Pierre Pagney Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement (LACEEDE), Université d'Abomey-Calavi, 03 BP 1122, Jéricho, Bénin

²Laboratory of Atmospheric Physics, Department of Physics, Faculty of Science and Technology, University of Abomey-Calavi, Godomey, Bénin

Copyright © 2025 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The study of extreme rainfall events is of paramount importance for socio-economic management and safeguarding. Road infrastructure, population, agricultural activities are among the sectors most affected by these events. To take the measures to reduce the impacts of these events, this work aims to characterize extreme rainfall in the Mono department over the period from 1960 to 2022. Daily rainfall data for the above-mentioned period interval are used. The methods used are: linear regression, generalized extreme values and the return period based on the Gumel formula and the standardized rainfall index. Trends in maximum daily rainfall were also explored for rainfall amounts ≥ 10 mm and 20 mm, 95th, 99th and 99.5th percentiles. In general, a positive trend of the extremes events is observed at the district of Grand-Popo (0,207 mm/year) while in Athieme (-0,216 mm/year) and Bopa (-0,114 mm/year), a decrease in these extremes events is evident, but with a slight increase over the department. The return periods between 2 and 5 years have experienced rainfall amounts varying between 80 and 125 mm throughout the department. These results are useful for water resources management and consequently those of agricultural activities as well as climate change adaptation and resilience.

KEYWORDS: climate change, extremes rainfall, standardized precipitation index.

RESUME: L'étude des événements extrêmes de pluie revêt d'une importance capitale pour la gestion et la sauvegarde socio-économiques. Les infrastructures routières, la population, les activités agricoles font partie des secteurs les plus touchés par ces événements. Pour pouvoir prendre des dispositions afin de réduire les impacts de ces événements, ce travail se veut de caractériser les pluies extrêmes dans le département du Mono sur la période de 1960 à 2022. Les données journalières de pluie pour l'intervalle de période ci-mentionnée sont utilisées. Les méthodes employées sont: la régression linéaire, les valeurs extrêmes générales et la période se basant la formule de Gumel et l'indice standardisé de pluie. Les tendances de pluie maximum journalière, des quantités de pluie ≥ 10 mm et 20 mm, des 95^e, 99^e et 99,5^e percentiles ont été également explorées. En général, une tendance des plus extrêmes sont observées au niveau de Grand-Popo (0,207 mm/an) pendant qu'au niveau de Athieme (-0,216 mm/an) et Bopa (-0,114 mm/an), une diminution de ces extrêmes est évidente mais une légère augmentation au niveau départemental. Les périodes de retour comprises entre 2 à 5 ans ont connu des quantités de pluie variant entre 80 à 125 mm sur tout le département. Ces résultats sont utiles pour la gestion des ressources en eau et par conséquent celles activités agricoles.

MOTS-CLEFS: changement climatique, pluies extrêmes, indice standardisé de pluie.

1 INTRODUCTION

L'ensemble du globe connaît de bouleversements sur plusieurs plans dont l'un d'eux le plus vécu par la planète terre est l'environnement. Ainsi, les événements extrêmes causent d'énormes dégâts tant au niveau global [1], région par exemple en Afrique de l'Ouest [2,3] et pays [4,5]. Ces événements hasardeux sont souvent causés par le changement et ou la variabilité climatique. Une étude antérieure a montré que l'impact socio-économique des extrêmes est important [6]. Les régions tropicales et en particulier celles du golfe de Guinée subissent les événements hydro climatiques extrêmes à l'instar des précipitations violentes, les inondations et les sécheresses et ont des conséquences néfastes sur vie humaine ainsi que sur les activités socio-économiques [7]. Des études ont caractérisé les événements extrêmes au Bénin [4,8] avec un fort lien entre les transports de l'humidité des océans vers la terre et les événements extrêmes [8].

Afin de réduire les désastres dus à ces variations climatiques, il est nécessaire d'en avoir une compréhension profonde qui permettra d'adopter de stratégies de résilience, de préparation pour s'y accommoder. Les mécanismes liés à ces événements sont diverses et incluent plusieurs paramètres climatiques tels que la température, la précipitation, les vents, etc. La précipitation étant l'une des plus importants paramètres dans l'occurrence des événements hasardeux, notre étude est focalisée sur cette variable pour analyser les tendances des événements extrêmes dans le département du Mono.

L'objectif spécifique de cette étude est de caractériser les événements extrêmes pluviométriques dans le département du Mono. L'originalité de cette étude réside dans sa version plus récente d'une part et d'autre part, la première à se focaliser sur le département. En effet, plusieurs études sont focalisées sur le bassin Mono [9–11] qui ont inclus une partie du Togo dont les résultats sont bénéfiques surtout aux riverains de la vallée. La commune de Bopa a enregistré d'inondations dans ses sept (07) communes et près de 150km d'infrastructures routières dégradées [12]. La période d'étude couvre l'intervalle 1960 à 2022 avec les données de stations du département. Les Techniques utilisées dans cette analyse sont: le calcul des percentiles, et la régression linéaire et le calcul des périodes de retour des extrêmes pluviométriques.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 DONNÉES ET ZONE D'ÉTUDE

Le département du Mono est localisé au Sud-Ouest du Bénin entre 6°15' et 7° N 45' de latitude d'une part, et entre 1°35' et 2°E13' de longitude d'autre part (figure 1). Il est limité au Nord par les départements du Couffo, au Sud par l'océan Atlantique, à l'Ouest par la république du Togo et à l'Est, par le département de l'Atlantique. Le département se retrouve globalement dans la région du golfe de Guinée et ses parties hautes et moyennes sont en grande partie sur le territoire togolais [13]. La zone d'étude couvre les communes de Lokossa, Athiémé, Grand-Popo, Houéyogbé, Comè et Bopa comme le montre la figure 1 ci-dessous.

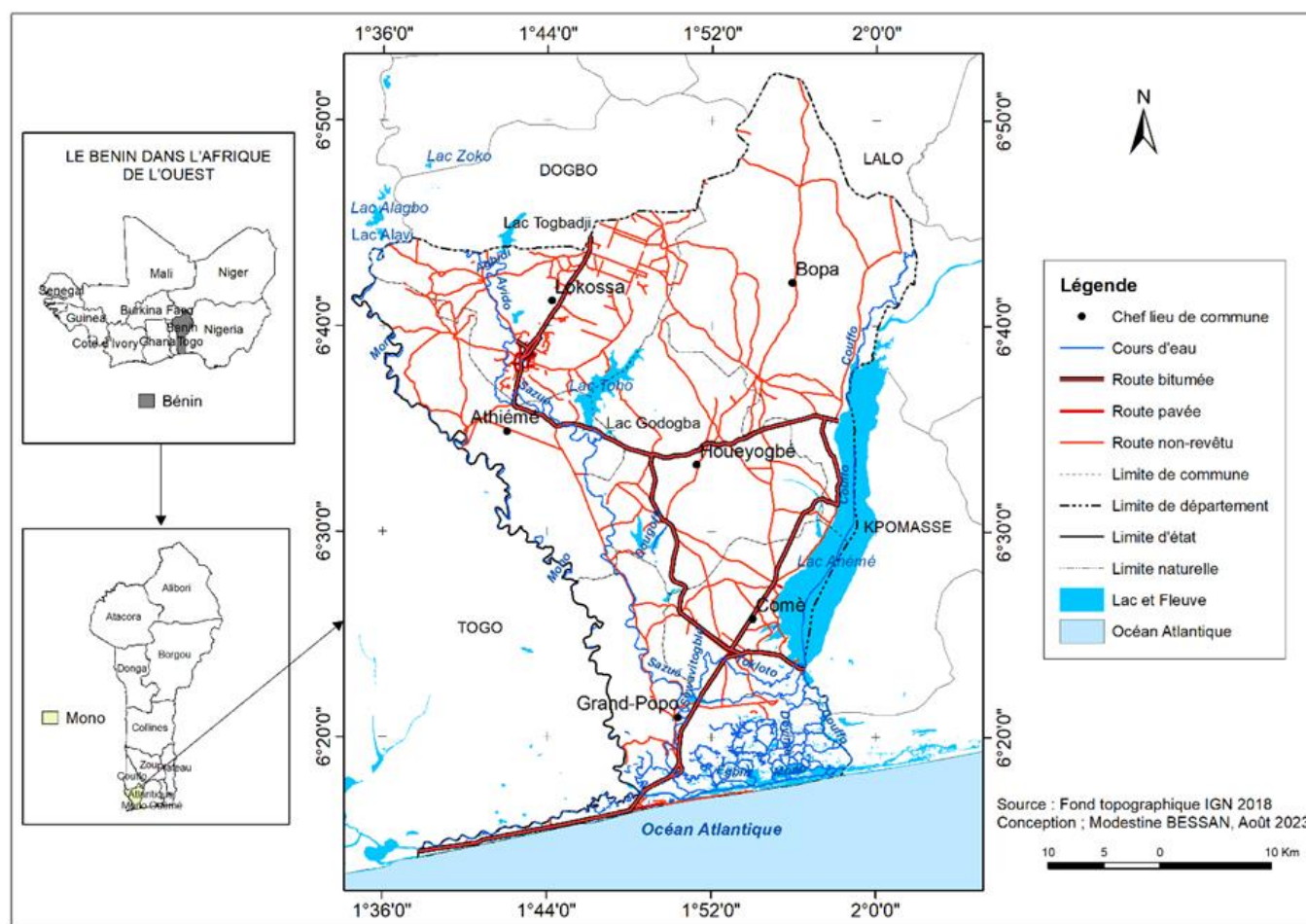


Fig. 1. Carte de localisation du département du Mono

Les données utilisées dans cette étude sont obtenues de l'Agence nationale de la Météorologie du Bénin. Au nombre des stations disponibles, seulement quelques-unes remplissent les conditions de données manquantes ayant une portion moins de 10% ont été retenues pour les études ultérieures. Il s'agit de pluviométrie des stations de Bopa, Grand-Popo et Athiémé couvrant la période de 1960 à 2022.

2.2 DONNÉES

Elles constituent des données pluviométriques obtenues à l'Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar (ASECNA) sis à Cotonou et à Météo-Bénin.

Des séries pluviométriques journalières de 1960 à 2022 provenant de dix (10) stations situées dans le département du Mono et dans son environnement immédiat (Aplahoué, Athiémé, Bopa, Lonkly, Dogbo, Grand-Popo, Bohicon, Cotonou, Abomey et Ouidah) sont obtenues. Dans le but d'assurer une bonne couverture spatiale en termes de champ de pluie, des données de neuf (9) autres stations pluviométriques environnantes (Agouna, Allada, Lomé-Ville, Tchetti, Toffo, Atapkamè, Tabligbo, Lokossa et Niaouli) ont été complétées pour le remplissage des données manquantes avec les stations les plus proches.

2.3 MÉTHODOLOGIE

2.3.1 INDICES ET ANALYSE DE LA TENDANCE DES EXTRÊMES PLUVIOMÉTRIQUES

Plusieurs indices d'analyse de l'évolution des événements extrêmes existent: la lame d'eau moyenne précipitée par jour humide (Simple day intensity index, SDII), le nombre total de jours caractérisés par des précipitations ≥ 10 mm et ≥ 20 mm (P10 et P20), etc., [14,15]. Dans la présente thèse, six (6) indices pluviométriques ont été déterminés et ont permis d'explorer la

série chronologique journalière des pluies dans le département du Mono et d'y analyser la dynamique des événements extrêmes. Il s'agit du total pluviométrique, du nombre total de jours humides (avec des pluies journalières ≥ 1 mm), de la pluviométrie maximale enregistrée en 1 jour (Px1J) et de trois autres indices basés sur les 95e, 99e et 99,5e percentiles. Les tendances linéaires sont évaluées en utilisant le model commun suivant:

$$Y_i = \alpha X_i + \beta \quad (1)$$

Où α et β désignent respectivement le coefficient de régression et la constante. Pour $\alpha < 0$ indique une tendance à la baisse alors que $\alpha > 0$ indique une tendance à la hausse de la droite de régression tandis que $\alpha = 0$ représente un état statique de celle-ci.

2.3.2 ANALYSE DES PÉRIODES DE RETOUR DES EXTRÊMES PLUVIOMÉTRIQUES

Un modèle d'analyse tout à fait approprié pour résoudre un éventail de problèmes liés aux extrêmes climatiques [16] et, fondé sur les lois de probabilité est employé. Il offre un cadre mathématique très rigoureux pour l'estimation des valeurs rares à extrêmes d'un aléa naturel [17]. Il comprend la loi généralisée des extrêmes, Generalized Extreme Value (GEV) distribution [18] et la loi de Pareto généralisée, Generalized Pareto (GP) distribution [19]. Ces deux lois permettent respectivement de caractériser le comportement en loi de maxima annuels et de dépassements de seuils élevés. Spécifiquement, l'estimation des périodes de retour des événements extrêmes du département du Mono s'est basée sur la distribution Générale des Valeurs Extrêmes (GEV) et de son cas particulier, la distribution de Gumbel.

- **Présentation des distributions GEV et Gumbel**

La fonction de répartition de la loi générale des valeurs extrêmes (GEV) est donnée par l'expression suivant:

$$F(x) = \exp \left\{ - \left[1 + k \left(\frac{x-a}{b} \right) \right]^{-1/k} \right\} \quad (2)$$

Où k est un paramètre de courbure et imposé non nul; et où, a et b sont respectivement les paramètres de localisation (position) et d'échelle; x est la variable (les hauteurs de pluie).

Lorsque le paramètre k devient nul, la distribution GEV se réduit à la distribution de Gumbel [20]. La loi de Gumbel s'exprime alors par la formule suivante:

$$F(x) = \exp \left[- \exp \left(- \frac{x-a}{b} \right) \right] \quad (3)$$

Où a est le paramètre de position, b le paramètre d'échelle, x la variable (hauteurs de pluie).

Il a été utilisé ici la distribution de Gumbel parce qu'elle est décrite par deux paramètres alors que celle de GEV nécessite trois paramètres, d'où Gumbel présente une expression mathématique plus simple. Cette hypothèse a de plus, été déjà préalablement testée et validée au moyen de différents tests statistiques [21].

- **Identification de la période de retour**

Les valeurs extrêmes de pluie s'obtiennent en inversant la fonction de répartition correspondant à la loi de probabilité sous-jacente aux valeurs maximales annuelles. Le quantile x_q ayant une période de retour T est défini par la grandeur x vérifiant l'expression:

$$F(x_q) = 1 - \frac{1}{T} \quad (4)$$

La fréquence d'un événement pluvieux x caractérisé par la quantité de pluie tombée, mesure la rareté de cet événement exprimée par un paramètre dénommé la période de retour T qui est l'inverse de sa probabilité de dépassement annuelle d'après la formule [22]:

$$PR = \frac{1}{1-F(x_i)} \quad (5)$$

Avec $F(x_i)$ = la probabilité de non-dépassement qu'il convient d'attribuer à chaque valeur x_i .

• Qualification des événements pluvieux extrêmes

Une fois, les périodes de retour (Q) identifiées, elles ont permis de qualifier les événements extrêmes. Ainsi, selon la classification internationale des événements extrêmes [23], un événement pluvieux est qualifié de: normal si le $Q < 6$ ans; d'anormal si le $Q = 6$ ans; très anormal si le $Q = 10$ ans; d'exceptionnel si le $Q = 30$ ans; très exceptionnel si le $Q = 100$ ans. Il convient de noter que le logiciel Hydrologic Engineering Center Statistical Software Package (HEC-SSP) a été utilisé pour cette analyse (période de retour).

3 RÉSULTATS

3.1 TENDANCE DE LA PLUVIOMÉTRIE MAXIMALE ENREGISTRÉE EN UN JOUR (Px1J)

La figure 2 ci-dessous présente la tendance des hauteurs de pluie maximales enregistrées en un jour au niveau du bassin du Mono. La tendance linéaire des pluies au niveau de ces stations n'est pas significative au seuil de confiance de 5% avec des valeurs de coefficient de régression $\alpha = 0,190$; $\alpha = 0,071$ et $\alpha = 0,100$ respectivement pour les stations d'Athiémé, Bopa et Grand-Popo. Pendant que les stations d'Athiémé et de Bopa montrent une tendance à la baisse, celle de Grand-Popo montre une tendance à la hausse avec un coefficient de régression de -0,216 mm, -0,114 mm et 0,207 mm par an respectivement.

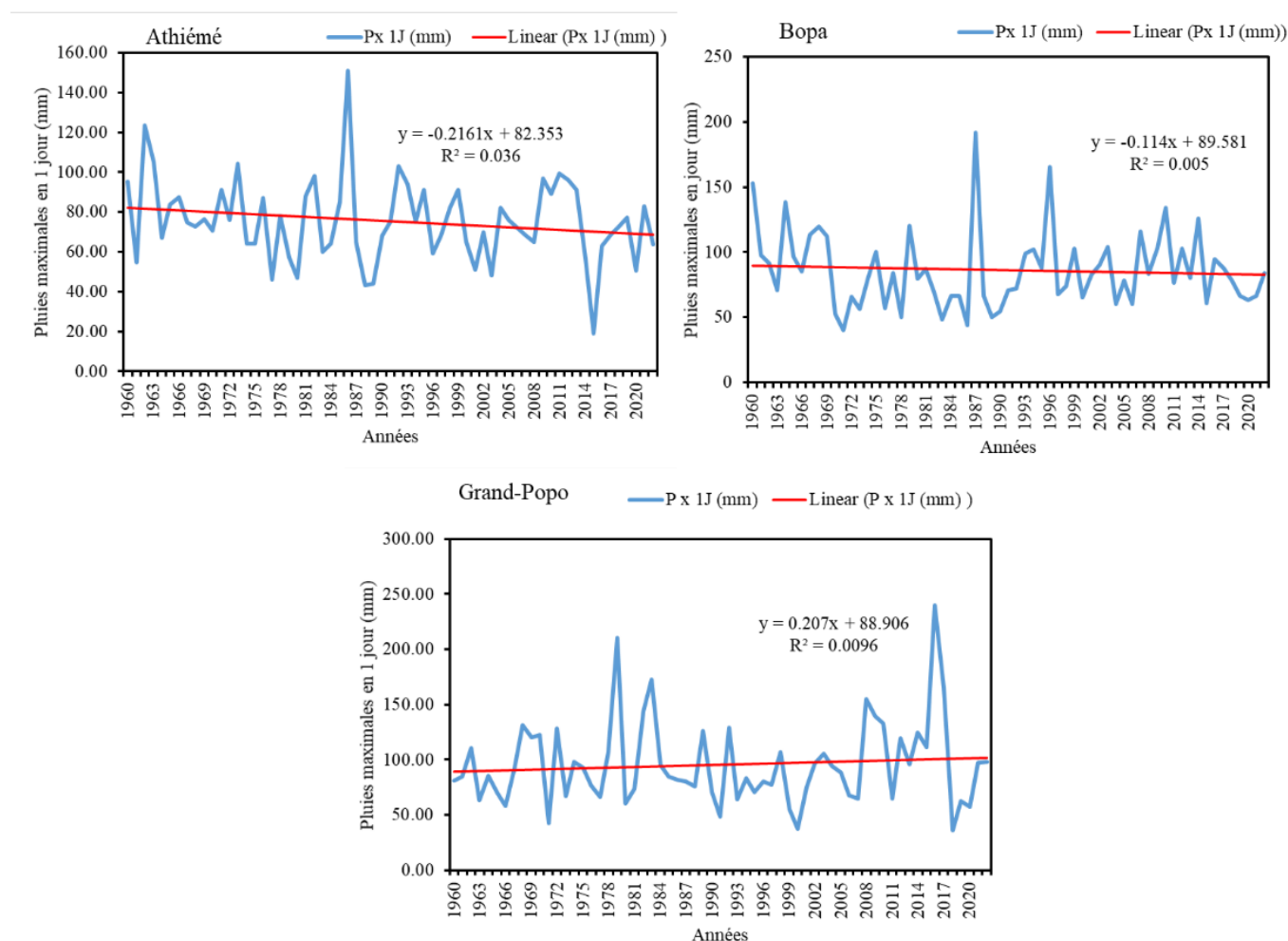


Fig. 2. Tendence des pluies maximales enregistrées en un jour (Px1J) dans le bassin du Mono

De l'analyse de cette figure (figure 2), il ressort que la hauteur de pluie maximale enregistrée en un jour présente une tendance à la baisse au niveau des communes et stations d'Athiémé et Bopa et une tendance à la hausse à Grand-Popo, soit 67% de baisse et 33% de hausse. Soumises au test t de Student, aucune de ces deux tendances n'est statistiquement significative au seuil de 95%. Le tableau 1 ci-dessous dresse les valeurs des probabilités p du test statistique t de Student.

Tableau 1. Valeurs des probabilités p et des coefficients de régression du Px1J

Indice	Pluviométrie maximale (mm) enregistrée en 1 jour (Px1J)		
Communes/Stations	Athiémé	Bopa	Grand-Popo
Coefficients de régression	-0,216	-0,114	0,207
Probabilités p de test "t" au seuil de confiance de 95%	0,136	0,582	0,444

Les faibles valeurs des coefficients de régression des équations enregistrées dans le tableau 1 indiquent que les tendances observées sont très légères. Ceci est confirmé par les valeurs de " p " qui sont toutes, très supérieures à 0.05 ($p > 0.05$). Ainsi, on constate qu'au bout de 100 ans, la pluie maximale quotidienne baisse de 21.6 mm à Athiémé et de 11.4 mm à Bopa par contre à Grand-Popo, cette pluie maximale en un jour connaît une hausse de 20,7 mm de pluie.

3.2 INDICE TOTALE PLUIE ET TENDANCES

La figure 3 suivante décrit la tendance de totale pluie sur la période qui concerne les trois stations d'étude. Il est évident que la pluie totale a connu une diminution dans les stations de Athiémé et de Bopa pendant que l'on observe une augmentation de la pluie à Grand-Popo. Ces taux de variation sont de -2,925 mm; -1,038 mm et 8,962 mm par an pour lesdites stations respectivement. Toutefois, ces coefficients de régression ne sont pas significatifs au seuil de confiance de 5%.

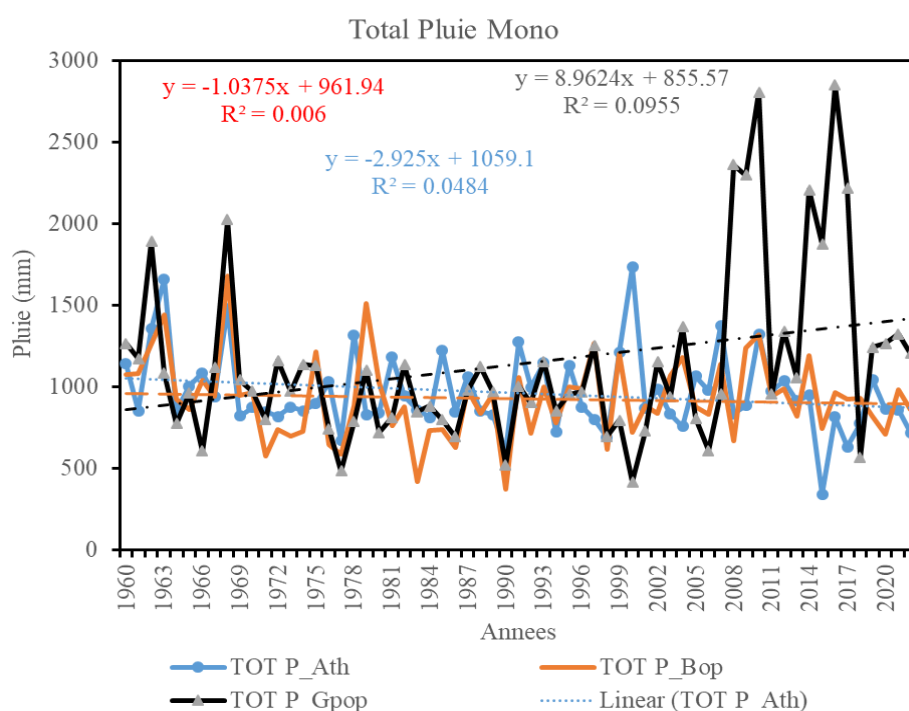


Fig. 3. Evolution de la pluie totale dans les trois stations pluviométriques dans le Mono. TOT P_Ath: précipitation totale Athiémé; TOT P_Gpop: précipitation totale Grand-Popo et TOT P_Bop: précipitation totale Bopa

3.3 TENDANCES DES JOURS DE PLUIE SUPÉRIEURS OU ÉGAUX À 10 MM ET 20 MM DANS LE MONO

La Figure 4 décrit les évolutions du nombre de jours à chaque station dans le Mono sur l'intervalle de temps de 1960 à 2022. Les tendances du nombre de la pluie supérieure ou égale à 10 mm et 20 mm au niveau de chacune des trois stations décroissent. Cela implique le nombre de jours où ces quantités de pluie sont reçues a diminué sur la période d'étude. La tendance à la baisse est plus importante au niveau de la station de Grand-Popo alors qu'à Bopa, bien qu'elle décroisse également, cette tendance à la baisse reste faible. Il importe de noter que les ratios de change ne sont pas significatifs au seuil de 5% de confiance. Une analyse plus poussée permet de déduire deux périodes importantes.

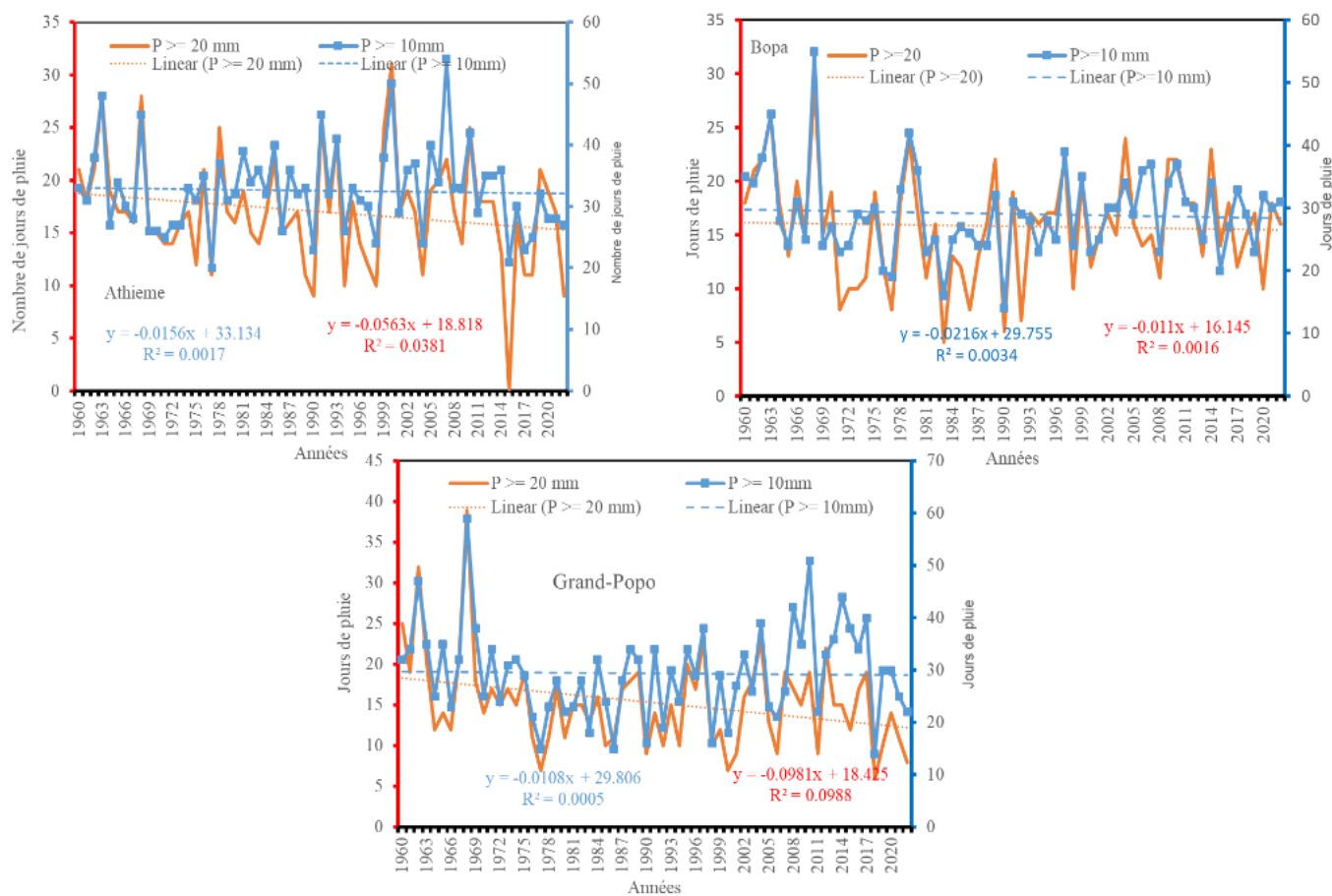


Fig. 4. Indice de Précipitation et leur tendance dans les trois communes du département du Mono entre 1960-2022

3.4 CORRESPONDANCE ENTRE DATES DES PLUIES MAXIMALES (PX1J) ET CELLES DES INONDATIONS

Dans le but voir si les dates des pluies maximales journalières de la série 1960–2022 correspondent aux dates des inondations destructives recensées sur le terrain et dans la documentation (1963, 1995, 1999, 2000, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012); les dates exactes ont été identifiés (jours, mois et années) des pluies maximales pour les trois communes et où il y a les stations étudiées sur la série. Le tableau 4.2 présente les résultats.

Tableau 2. Dates des pluies maximales journalières sur la série 1960–2022

Communes/ Stations	Hauteur de pluies (mm) maximum quotidienne entre 1960 et 2022	Dates
Bopa	192	22/09/1987
Athiémé	151	18/09/1986
Grand-Popo	240	19/06/1979

Source: Données ASECNA/Météo Bénin, 2023. Traitement Bessan, 2023

Ce tableau ne montre qu'aucune des dates de survenue des pluies maximales journalières des communes de Athiémé, Bopa et Grand-Popo de la série 1960-2022 ne correspond pas aux dates des inondations destructives recensées. Les dates d'enregistrement des pluies maximales journalières (22/09/1987; 18/09/1986; 19/06/1979) correspondent plutôt à des années classées et qualifiées de normalement sèches (1986) et normalement humides (1979 et 1987) selon la classification [24] pour l'indice normalisé (In) de précipitation. Ces résultats conduisent à l'émission de plusieurs hypothèses. Cela pourrait signifier que ces pluies maximales auraient engendrer des inondations sans impacts dommageables, donc dans des endroits où les enjeux sont négligeables (ce qui n'aurait pas attiré l'attention des populations ni des médias); soit qu'il y a véritablement eu des inondations destructives mais qui n'ont pas été recensées; soit que les données de pluies sont erronées; soit enfin que la

pluie n'est pas le facteur déterminant qui engendre des inondations dans le bassin. Les pluies maximales journalières pourraient ne pas être responsables des inondations enregistrées dans le bassin.

3.5 TENDANCE DES ÉVÈNEMENTS PLUVIOMÉTRIQUES INTENSES (P95p) SUR LA SÉRIE 1960–2022

La figure 5 présente la tendance du nombre de jours avec des pluies supérieures ou égales au 95^e percentile de 1960 à 2022 dans le bassin du Mono. Cette figure 5 indique que les événements intenses c'est-à-dire le nombre de jour avec des pluies supérieures ou égales au 95^e percentile de la série 1960–2022 présentent une tendance à la hausse au niveau de la commune de Grand-Popo pendant qu'on observe une tendance à la baisse au niveau des communes de Bopa et de Athiémé. Les taux de la variation de tendances de nombre de jours ne sont pas statistiquement significatifs car, la probabilité p du test t de Student est largement supérieur à 0.05 au seuil de 95% au niveau des quatre stations.

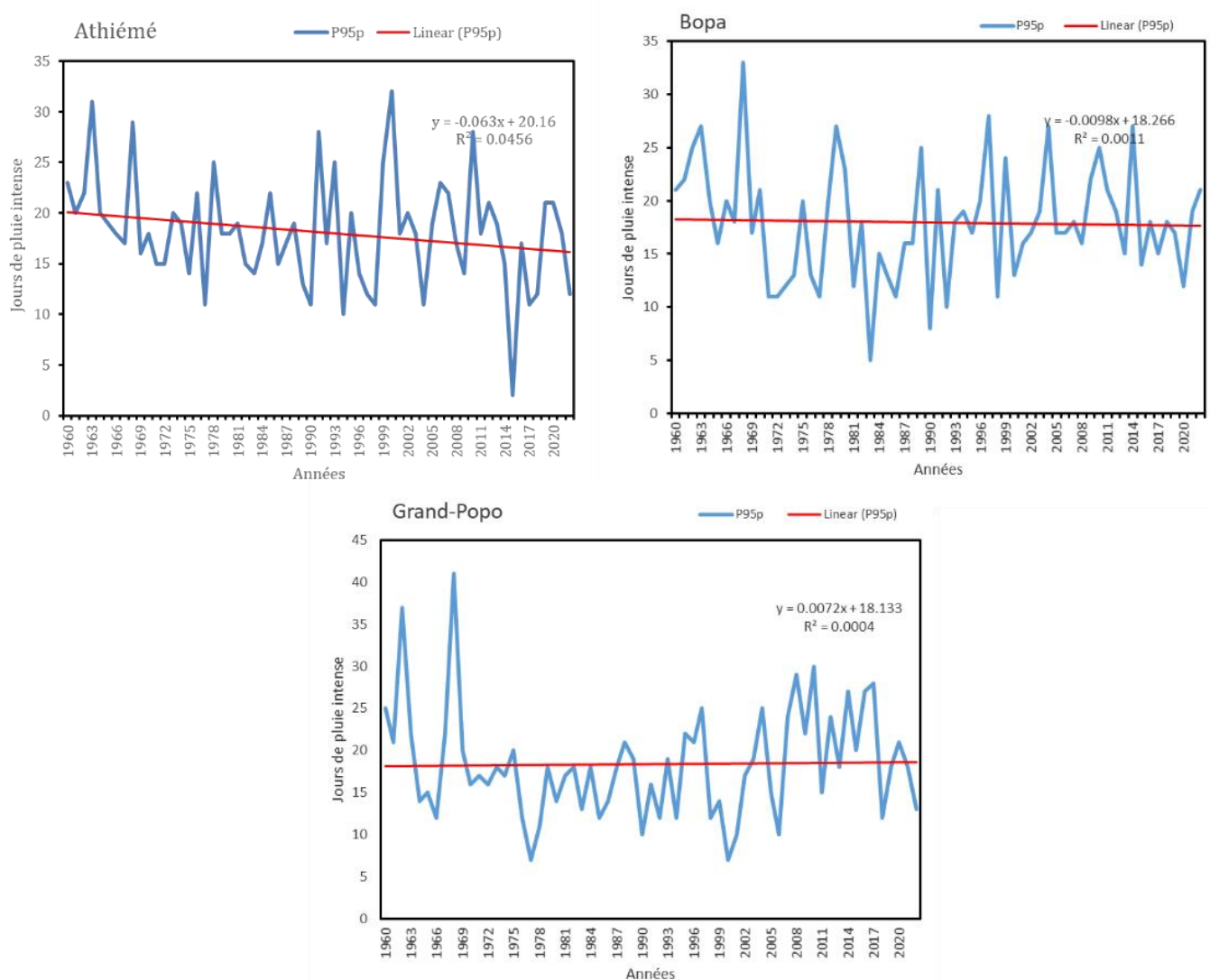


Fig. 5. Tendance du nombre de jours avec des pluies supérieures ou égales au 95e percentile (P95p) de 1960 à 2022

Le tableau 3 présente les résultats de l'analyse de la tendance linéaire dans le département du Mono.

Tableau 3. Valeurs des probabilités p et des coefficients de régression du P95p

Eléments	Pluies intenses (P95p)		
Communes/Stations	Athiémé	Bopa	Grand-Popo
Coefficients de régression	-0.018	-0.009	0,065
Probabilités p de test "t" au seuil de confiance de 95%	0,638	0,767	0,240

Ce tableau montre également que les coefficients de régression sont très faibles, d'où, à Bopa et Athiémé, les pluies intenses ont diminué de 0,9 mm et 1,8 mm sur 100 ans, respectivement. Par contre à Grand-Popo, elles ont augmenté de 6.5 mm sur 100 ans. Ces taux de variation des pluies ne sont donc pas significatifs au seuil de 5% du degré de confiance.

Il est également important de préciser que ces événements pluvieux intenses ont été définis à partir de différents seuils variant d'une commune à l'autre. Le tableau 4 dresse la liste de ces seuils et du nombre de jours de pluies intenses enregistrées par commune sur la série 1960–2022.

Tableau 4. Seuils et nombre total de jours des pluies intenses de 1960–2022

Pluies intenses	Athiémé	Bopa	Grand-Popo
Seuils de définition (mm)	18,50	17,70	20,2
Nombre total de jours	1143	1131	1131

Ce tableau montre que de 1960 à 2022, c'est la commune d'Athiémé qui a connu plus de nombre de jours de pluies intenses le plus élevé à partir d'un seuil de 45.2 mm de pluie, tandis que Grand-Popo a le nombre de jour de pluie intense le plus faible à partir du seuil le plus élevé 61 mm de pluie.

3.6 TENDANCE DES ÉVÈNEMENTS PLUVIOMÉTRIQUES EXTRÊMES (P99p) DE 1960-2022

Les événements pluviométriques extrêmes correspondent aux pluies supérieures ou égales au 99^{ème} percentile (P99p). L'analyse de la fréquence des événements pluvieux extrêmes consiste alors à étudier la variation du nombre de jours avec des pluies supérieures ou égales au 99^{ème} percentile (P99p) calculée sur la période 1961-2022. La figure 6 présente la tendance des événements pluvieux extrêmes de ce percentile. La figure 6 montre que sur la période 1960-2022, une tendance générale à la baisse des jours de pluies extrêmes au niveau des communes de Bopa et Athiémé, tandis qu'à Grand-Popo, la tendance est à la hausse. Cette variation des jours de pluies extrêmes n'est pas statistiquement significative sur la période 1960-2022 car la probabilité p du test t de Student est largement supérieur à 0,05 dans ces communes ou les nombres de jours de pluie extrême a connu une réduction.

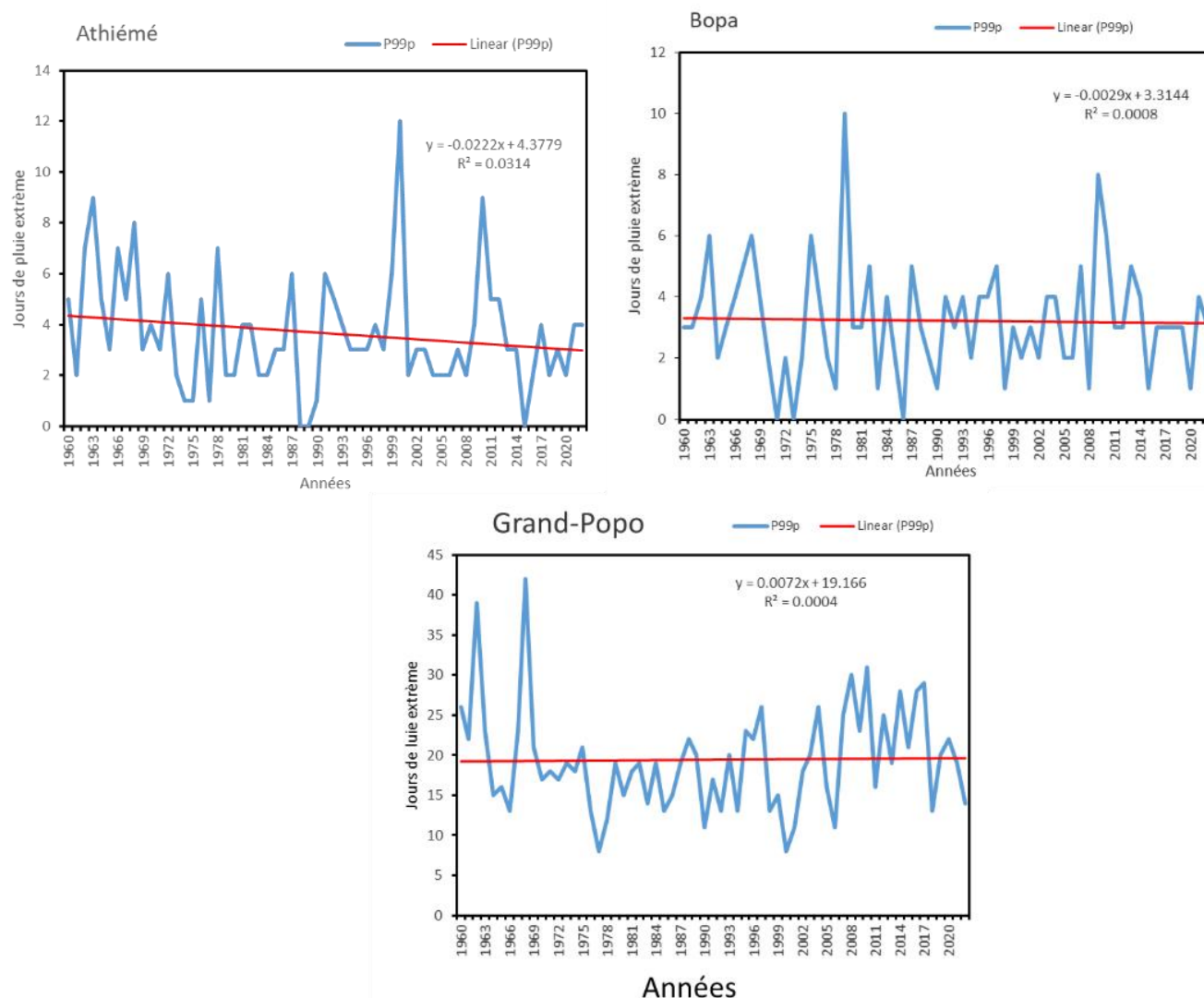


Fig. 6. Tendence du nombre de jour avec des pluies supérieures ou égales au 99ème percentile (P99p) de 1960-2022

La commune de Grand-Popo a connu plutôt une augmentation statistiquement significative de jours de pluies extrêmes. Le tableau 5 présente ces résultats.

Tableau 5. Valeurs des probabilités p et des coefficients de régression du P99p

Indice	Pluies extrêmes (P99p)		
Communes/Stations	Athiémé	Bopa	Grand-Popo
Coefficients de régression	-0,142	-0,003	1,173
Probabilités p de test "t" au seuil de confiance de 95%	0,048	0,677	0,000

Ce tableau indique également que les coefficients de régression sont très faibles et varient d'une station à l'autre. Ainsi, on constate qu'au bout de 100 ans, les pluies extrêmes ont baissé de 14,2 mm à Athiémé et 0,3 mm à Bopa; alors qu'à Grand-Popo, une augmentation de 117,3 mm est observée sur la même période. De plus, les seuils de détermination des pluies extrêmes et le nombre total de jours diffèrent d'une station à l'autre. Le tableau 6 présente ces résultats.

Tableau 6. Seuils et nombre total de jours des pluies extrêmes de 1960–2022

Pluies extrêmes (1960-2022)	Athiémé	Bopa	Grand-Popo
Seuils de définition (mm)	45,00	48,10	52,48
Nombre total de jour	231	203	322

La commune de Grand-Popo enregistre le nombre de jours d'événements extrêmes le plus élevé (322) avec un seuil de définition plus élevé (52,48 mm de pluie). Par contre, Athiémé enregistre 231 jours de pluies extrêmes à partir 45.00 mm de pluies. Parmi ces années figurent celles classées extrêmement humides (1963), fortement humide (1962), modérément humide (2010), normalement humides (1990, 1995, 2008, 2009) et les années sèches (1986, 1972, 1982, 1992) et celles correspondant à des inondations passées jugées destructives (1963, 1995, 2008, 2009 et 2010).

3.7 TENDANCE DES ÉVÈNEMENTS PLUVIOMÉTRIQUES TRÈS EXTRÊMES (P99,5p) DE 1960-2022

L'analyse de la fréquence des événements pluvieux quotidiens très extrêmes consiste à étudier la variation du nombre de jours avec des pluies supérieures ou égales au 99.5^{ème} percentile (P99,5p) a été calculée. La figure 7 présente la tendance de ces événements pluvieux quotidiens très extrêmes sur la période 1960-2022.

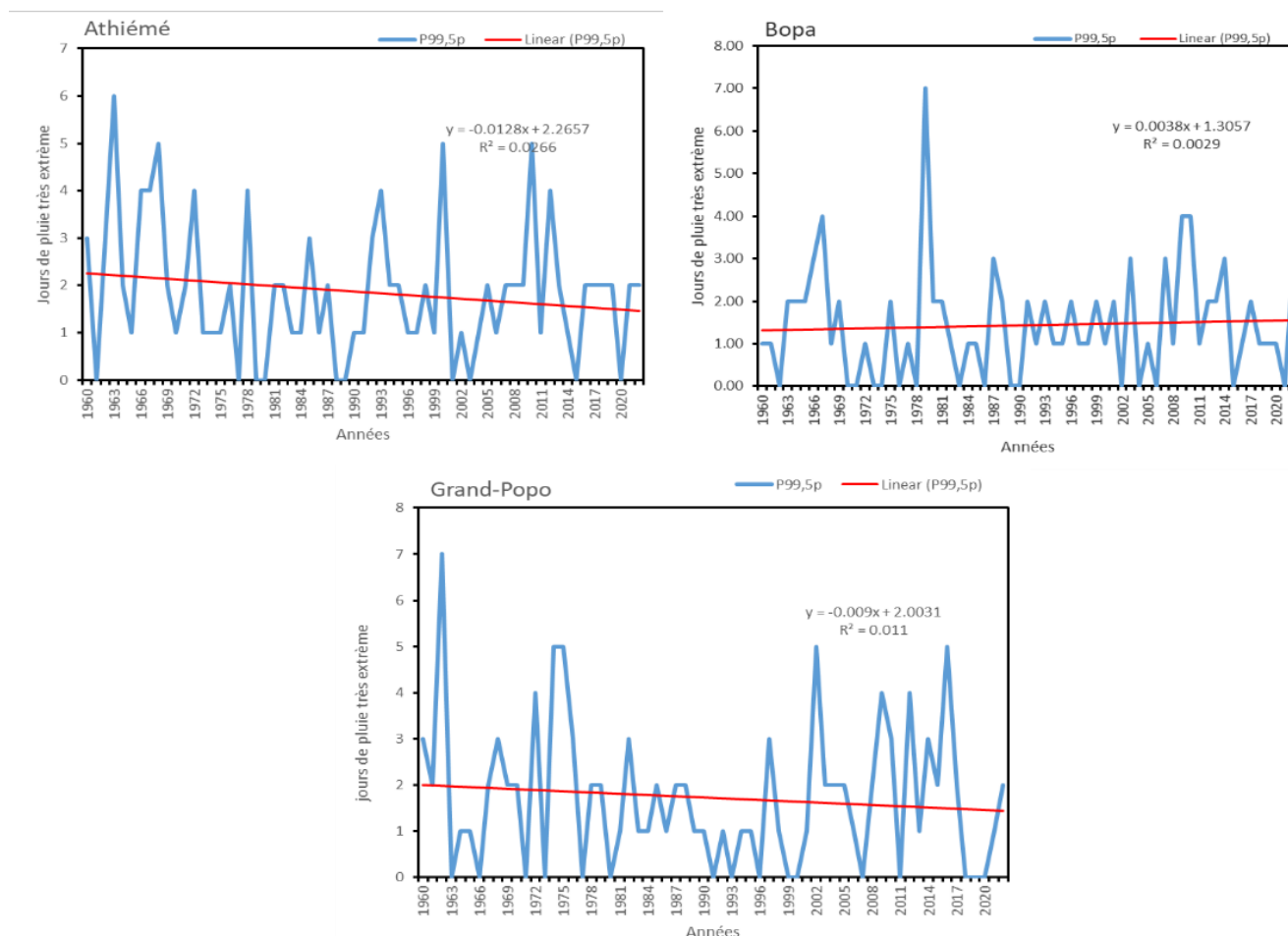


Fig. 7. Tendence du nombre de jour avec des pluies supérieures ou égales au 99,5ème percentile (P99,5p) de 1960-2022

La figure 7 montre une tendance à la baisse des jours de pluies très extrêmes au niveau des stations d'Athiémé et de Grand-Popo et une tendance à la hausse au niveau de Bopa. Ces tendances ne sont pas statistiquement significatives car la probabilité p du test de Student est largement supérieure à 5% de degré de confiance. De plus, les valeurs des coefficients de régression sont extrêmement faibles (voir tableau 7), ce qui témoigne de la très faible insignifiance des tendances observées sur la période d'étude.

Tableau 7. Valeurs des probabilités p et des coefficients de régression du P99,5p. Le seuil de confiance est de 95%

Eléments	Pluies très extrêmes (P99.5p)		
Communes/Stations	Athiémé	Bopa	Grand-Popo
Coefficients de régression	-0,013	0,004	2,123
Probabilités p de test "t"	0,358	0,677	0,000

Dans le tableau 7, les coefficients de régression indiquent par exemple que la tendance de la baisse des pluies très extrêmes est de 1.3 mm à Athiémé respectivement, tandis que la hausse est de 0.04 mm et 212 mm à Bopa et Grand-Popo au bout de 100 ans. Les différents seuils de détermination des événements très extrêmes et le nombre total de jour d'événements identifiés par station est résumé dans le tableau 8.

Tableau 8. Seuils et nombre total de jours des pluies très extrêmes de 1960–2022

Pluies très extrêmes (1960-2022)	Athiémé	Bopa	Grand-Popo
Seuils de définition (mm)	59,00	61,30	67,50
Nombre total de jour	117	90	108

Ce tableau montre que pour parler d'événements très extrêmes dans le bassin du Mono, les seuils pluviométriques diffèrent d'une commune/station à l'autre. Ainsi, par exemple à Grand-Popo, il faut au moins 67,50 mm de pluie, alors qu'à Athiémé, il faut 59 mm, et 61,3 mm pour Bopa. Dans le même temps, Athiémé enregistre le nombre de jours de pluies très extrêmes le plus élevé contrairement à Grand-Popo. Ceci pourrait être lié aux facteurs morpho-pédologique et orographique. Quant aux années ayant connu les jours d'événements pluvieux très extrêmes les plus élevées (≥ 2), on note 1969 pour Bopa, 1963 pour Athiémé et 2008 et 2009 pour Grand-Popo. Parmi, ces années 1963, 2008 et 2009 correspondent aux années d'inondations à grands dommages enregistrés dans le bassin selon les enquêtes de terrain. Par contre, 1969 et 1982 sont classées années sèches sur le bassin pendant la période 1960–2022.

3.8 ESTIMATION DE LA RÉCURRENCE DES ÉVÈNEMENTS PLUVIEUX EXTRÊMES DE 1960–2022 ET LEUR CLASSIFICATION

La détermination de la période de retour ou récurrence des événements pluvieux extrêmes dans le bassin du Mono a été réalisée grâce à la distribution de Gumbel appliquée aux données quotidiennes de pluies des différentes stations du bassin. Selon la classification internationale des événements extrêmes proposée par l'Institut Royal de la Météorologie de Belgique [25], les valeurs caractérisant les pluies selon les périodes de retour sont: normales (0-6 ans), anormales (6-10 ans), très anormales (10-30 ans), exceptionnelles (30-100 ans) et très exceptionnelles (>100 ans). Le tableau 9 suivant synthétise les résultats chiffrés et la figure 26 présente les résultats graphiques des stations de Grand-Popo, Athiémé et Bopa communes les plus affectées du bassin par les inondations de 2010.

Tableau 9. Périodes de retour et qualification des événements par stations/communes

Périodes de retour	Catégorie d'événements	Hauteurs de pluies maxi journalières (mm)		
		Bopa	Athiémé	Grand-Popo
0-6 ans	Normales	112	94	128
6-10 ans	Anormales	126	104	143
10-30 ans	Très anormales	150	124	179
30-100 ans	Exceptionnels	175	135	209
> 100 ans	Très exceptionnels	210	152	255

La figure suivante permet de déterminer les périodes de retour des précipitations en utilisant les probabilités de dépassement.

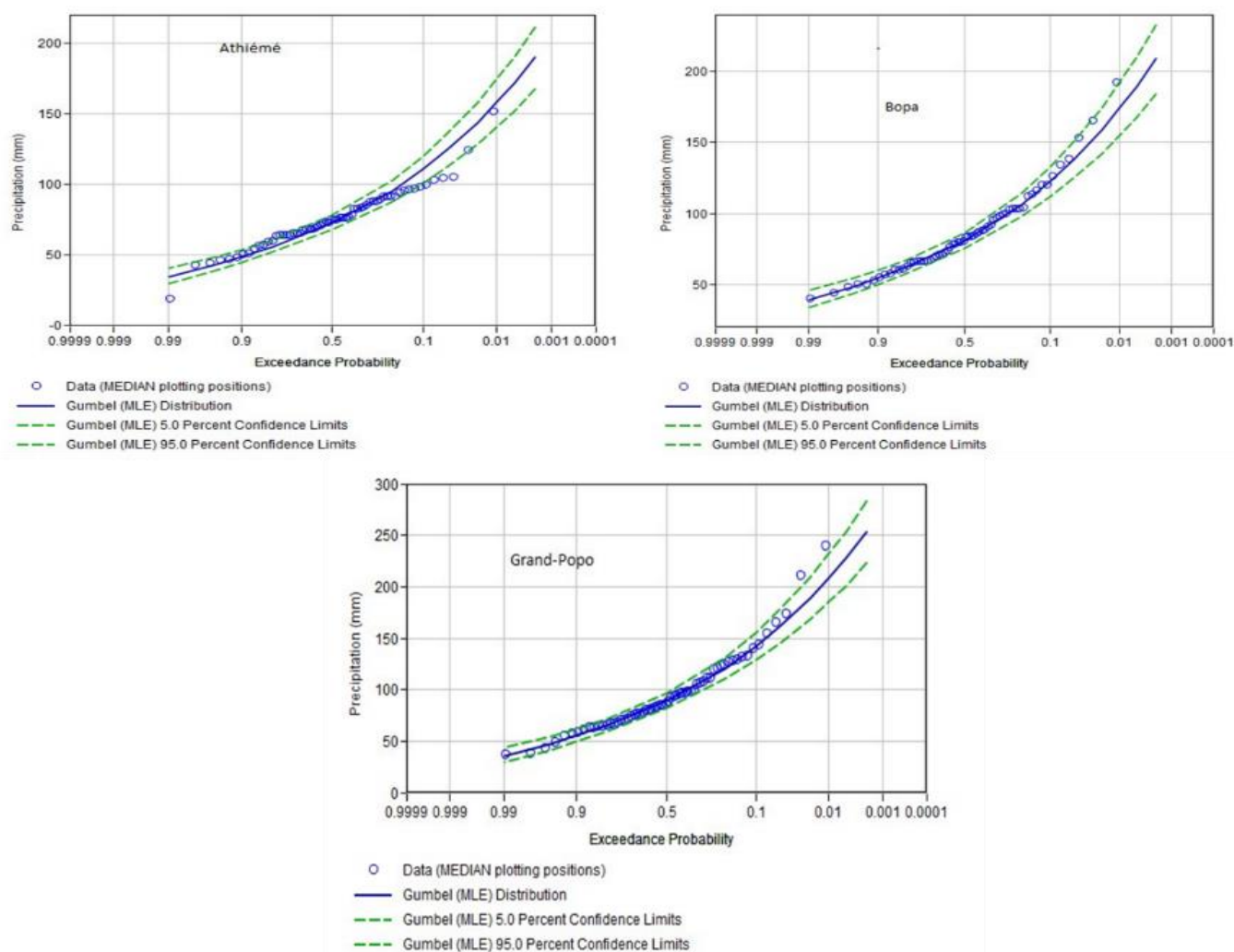


Fig. 8. Périodes de retour des pluies maximales journalières (P_{x1J}) de 1960 à 2022. Notes: Data: données; Median plotting positions: positions médianes d'affichage; Gumbel distribution: Distribution de Gumbel; percent Confidence Limits: limites en pourcentage de confiance (limite inférieure: 5% et supérieure: 95%)

De l'analyse de cette figure et du tableau, il ressort que les périodes de retour varient d'une commune à l'autre en fonction de la hauteur maximale de pluie journalière. Par exemple, dans la commune de Bopa, les pluies de 112 mm ont une période de retour de 6 ans et sont qualifiées de pluies normales alors que la même hauteur de pluie possède une récurrence de plus de 10 ans au niveau des autres stations et est qualifié de pluies anormales. Dans le même temps, une pluie de 151 mm a une période de retour largement supérieure à 100 ans alors qu'une hauteur de pluie analogue (155 mm) revient chaque 30 ans à Bopa. Ceci signifie que la hauteur de pluie pouvant engendrer des inondations diffère d'une commune à l'autre. Ceci est lié aux facteurs morpho-pédologiques et topographiques qui varie en fonction des communes.

3.8.1 PÉRIODE DE RETOUR DES PLUIES MAXIMALES QUOTIDIENNES PAR COMMUNE DE 1960 À 2022

Les pluies maximales quotidiennes de la série 1960-2022 des trois stations (Bopa, Athiémé et Grand-Popo) du Mono ont été identifiées et leurs périodes de retour étudiées. Le tableau 10 présente les résultats.

Tableau 10. Récurrence des pluies maximales quotidiennes de la série 1960–2022

Communes/ Stations	Pluie max. /j (mm)	Période de retour (Q)	Qualification	Dates	Catégorie d'années
Bopa	192	Q > 100ans	Très exceptionnel	22/09/1987	Normalement humides $0 \leq I_n \leq 0,99$
Athiémé	151	Q > 100 ans	Très exceptionnel	18/09/1986	Normalement sèche $0 \leq I_n \leq -0,99$
Grand-Popo	240	Q ≈ 80 ans	Exceptionnel	22/07/2016	Normalement humides $0 \leq I_n \leq 0,99$

Ce tableau montre que de 1960 à 2022, il y a eu deux évènements très exceptionnels (192 mm de pluie survenue le 22/09/1987 à Bopa et 151 mm survenue le 18/09 le /1986 à Athiémé) et deux évènements exceptionnels et 240 mm 19/06/1979). Ces deux évènements ont eu lieu en années normalement humides $0 \leq I_n \leq 0,99$ (1979 et 1987) et en années normalement sèche $0 \leq I_n \leq -0,99$ (1973 et 1986). De plus, aucune de ces années n'a été citée parmi les années d'inondations destructrices recensées dans la documentation (1963; 1995; 1999; 2000; 2004; 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011; 2012). Ceci signifie théoriquement que ces évènements n'ont pas été responsables d'inondations dévastatrices, où qu'elles l'ont été et que peut être les données n'ont pas été collectées, où encore que les données aient été mal collectées. Ce qui est certain, si ces évènements exceptionnels et très exceptionnels avaient été sources de destruction massive, ils seraient au moins dans la mémoire humaine ou dans les archives.

3.8.2 ETUDE DE LA PÉRIODE DE RETOUR DES PLUIES MAXIMALES QUOTIDIENNES DE L'ANNÉE 2010

L'objectif de cette partie est d'analyser si les pluies maximales quotidiennes de 2010 étaient susceptibles d'engendrer des inondations. Ainsi, les hauteurs de pluies ont été recensées de même que les dates et leur période de retour étudiées. Le tableau 11 présente les résultats.

Tableau 11. Récurrence des pluies maximales quotidiennes de 2010

Communes/ Stations	Pluie max/ jour (mm)	Période de retour (Q)	Qualification de l'évènement	Dates	Catégorie d'année
Bopa	134 mm	Q ≈ 13 ans	Très anormale	18/09/2010	Extrêmement humides : $I_n \geq 2$
Athiémé	89 mm	Q ≈ 4 ans	Normale	07/08/2010	
Grand-Popo	133 mm	Q ≈ 8 ans	Anormale	10/03/2010	

Il ressort de ce tableau que 2010 a été une année normalement humide ($1 \leq I_n \leq 1,49$), et n'a connu aucun évènement exceptionnel ni très exceptionnel. Seul un évènement très anormal (pluie de 134 mm) a été enregistrée à Bopa. On peut conclure que les inondations très catastrophiques enregistrées dans le bassin du Mono plus précisément dans ces trois communes ne présentaient pas de caractère exceptionnel ou très exceptionnel. Les causes de ces inondations ne sont donc pas la pluviométrie journalière. Par ailleurs, l'accumulation de plus sur une durée plus longue pourrait être à l'origine et associée probablement à d'autres facteurs favorisants.

3.8.3 PÉRIODE DE RETOUR DES PLUIES MAXIMALES AU COURS DES ANNÉES EXTRÊMEMENT HUMIDES

Les années 1963 et 1968 sont les deux années extrêmement humides ($I_n > 2$) de la série 1960-2022. La période de récurrence des pluies maximales journalières de ces deux années a été étudiée. Le tableau 12 présente les résultats.

Tableau 12. Périodes de retour des pluies maximums des années extrêmement humides

Communes/ Stations	Années extrêmes humides	Pluies max/jour (mm)	Q	Qualification de l'évènement	Dates
Bopa	1963	71	$Q \approx 1$ an	Normale	10/05/1963
	1968	119,7	$Q \approx 4$ ans	Normale	04/09/1968
	1979	120,2	$Q \approx 4$ ans	Normale	22/07/1979
Athiémé	1969	76,2	$Q \approx 2$ ans	Normale	06/06/1969
	2011	99,20	$Q \approx 11$ ans	Normale	19/07/1968
	2017	68,5	$Q \approx 2$ ans	Normale	23/07/2017
Grand-Popo	2008	154	$Q \approx 13$ ans	Très anormale	23/12/2008
	2009	139,5	$Q \approx 9$ ans	Anormale	11/06/2009
	2010	133	$Q \approx 8$ ans	Anormale	10/03/2010
	2013	96	$Q \approx 3$ ans	Normale	10/05/2013
	2015	111,40	$Q \approx 4$ ans	Normale	30/05/2015

Ce tableau révèle que les années extrêmement humides de la série 1960–2022 n'ont pas connu d'évènements exceptionnels ni très exceptionnels. Les hauteurs de pluies maximales journalières enregistrées au niveau des quatre communes varient de la normale au très anormales. Malgré cela, l'année 1963 est citée comme une année ayant connu une inondation dévastatrice. De l'analyse des tableaux 11 et 12, il ressort que les inondations destructives ne sont pas directement liées aux caractères exceptionnels des pluies, ni à l'humidité extrême des années. Après l'analyse des extrêmes pluviométriques excédentaires, une brève description de la tendance des extrêmes hydrologiques excédentaires a été réalisée. Le tableau 13 présente les projections futures des événements extrêmes.

Tableau 13. Période de retour de la série chronologique par station dans le Mono

Période de retour Stations	1 an	2 ans	5 ans	10 ans	50 ans	100 ans
Athiémé (mm)	38,5	83,6	106	122	159	174
Bopa (mm)	35,9	80	106	123	159	174
Grand-Popo (mm)	36	86	125	143	122	209

Le Tableau ci-dessus présente les périodes de retour au niveau chaque station sur 1, 2, 5, 10, 50 et 100 ans. La quantité de hauteurs de pluie espérée varie pour les trois stations d'environ 36 à 39 mm pour un retour de 1 an, entre 80 et 86 mm pour le retour de 2 ans. Donc, la précipitation varie entre 36 à 125 mm correspondante à la période normale, entre 122 et 143 mm à la période très anormale tandis que la catégorie exceptionnelle se marquera par une variation entre 122 et 209 mm de pluie.

4 DISCUSSIONS

Ce travail a consisté à examiner les variations tendanciennes des pluies extrêmes dans le département du Mono sur l'intervalle 1960 à 2022. Aussi les périodes de retour se basant sur le test de Gumbel ont été déterminées ainsi que la détection du cas de l'inondation de 2010 a été vérifié à partir de ces données en utilisant l'indice standardisé de précipitation. Plusieurs auteurs ont travaillé dans la zone plus particulièrement dans le bassin du Mono pour comprendre les extrêmes de pluies [7,10,11,26].

En général, une légère augmentation de pluies a été évidente. Par contre, on note de contrariété au sein des stations du département et sur la période d'étude. L'augmentation de la pluviométrie extrême est supportée par une étude antérieure [26], qui a aussi trouvé une tendance à l'augmentation de la pluie dans la vallée du Mono sur la période de 1967 à 2017. L'étude basée sur les données de projection de climat et krigées analysées par [7] a montré que la zone est sujette à une augmentation significative des pluies extrêmes donc vulnérable aux inondations. Dans le département du Mono, cette étude a révélé que l'année 2010 a été une année normalement humide, ce qui signifie implicitement qu'il y a des facteurs amplificateurs de l'inondation de 2010. Les résultats de l'analyse de la période de retour des précipitations extrêmes ont montré pour les stations de Athieme et de Bopa qu'elles augmenteront au fil du temps pendant ces périodes de retour montrent une quantité variable

au niveau de la station du Grand-Popo. Ces résultats sont en accord avec les résultats de retour des extrêmes de pluies d'un chercheur dans le bassin du Mono [7]. Le Bassin du Mono couvrant une superficie plus largement que la considération par station expliquerait la différence observée entre ces deux résultats. Dans ce même ordre d'idée, les valeurs de projections sont proches que celle de cette plus récente étude. Lorsqu'on considère les années humides, seule la station de Grand-Popo permet de détecter l'année 2010 mais pour une période de retour de 8 ans. Pendant que 2010 fut crié par plusieurs organisations par exemple, [27], les mécanismes conduisant à cette situation reste peu étudiées. Notons que une étude dans le Couffo a trouvé pour une période de retour comprise entre 2 et 5 ans, des quantités de pluies variant de 36 à 141 mm [28]. Bien que les zones d'études soient différentes, les quantités de pluies selon les périodes sont comprises entre 80 et 125 mm, ce qui est dans la fourchette de 36 à 141 mm de hauteur de pluie. Les limites de cette présente est l'explication de l'occurrence de ce phénomène d'inondations par d'autres méthodes (les facteurs amplificateurs de l'inondation et les conditions météorologiques associées) qui feront l'objet des recherches à venir.

5 CONCLUSION

La plupart des communes du département du Mono deviennent de plus en plus vulnérables aux inondations. Ainsi ce travail considère ce département pour une compréhension plus claire sur le comportement de variation de pluies extrêmes dans cette localité. Les données de stations obtenues de Météo-Benin et de l'ASECNA ont été utilisées à cette fin sur la période de 1960 à 2022. La régression simple, le retour des événements extrêmes ont été examinés. Les conclusions suivantes peuvent être tirées:

- Pendant que les communes d'Athiémé et Bopa subissent de réduction de précipitation totale annuelle, celle de grand-Popo connaît une légère situation d'amélioration. La moyenne de la pluie sur le département a connu une faible augmentation.
- Les pluies maximales en un jour sont en diminution au niveau des communes de Athiémé et de Bopa tandis qu'à Grand-Popo, elles ont augmenté.
- Les pluies ≥ 10 mm et 20 mm ont une tendance décroissante sur la période d'étude dans les communes ayant des stations
- Les 95 et 99 percentiles ont montre également qu'il y a diminution de pluie extrêmes sur Athieme et Bopa tandis qu'elles ont connu une légère augmentation au niveau du Grand-Popo. Pendant ce temps, le 99,5e percentile a été caractérisée par une tendance décroissante a Athieme mais croissante à Bopa et Grand-Popo.
- Les quantités de pluies pour les périodes de retour 2 à 5 ans sont visiblement dans la fourchette de quantités normales dont les valeurs sont comprises entre 94 et 128 mm mais les quantités anormales a exceptionnellement anormales varient entre 104 à 255 mm pour de périodes de retour de pluies estimées entre 10 et 100 ans.
- En considérant toute la série, la hauteur de pluies estimées entre 80 et 125 mm pour les périodes de retour entre 2 à 5 ans.

Les résultats de cette étude sont utilisables pour gestion des ressources en eau, des catastrophes naturelles surtout dues aux inondations. Ils renforcent les compréhensions des décideurs pour une durable des activités socio-économiques de la région. Également, ils serviront à l'adaptation et résilience aux changements climatiques.

REFERENCES

- [1] Q. Sun, X. Zhang, F. Zwiers, S. Westra, L. V. Alexander, A global, continental, and regional analysis of changes in extreme precipitation, *J. Clim.* 34 (2021) 243–258. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-19-0892.1>.
- [2] H. Kadomura, Climate anomalies and extreme events in Africa in 2003, *Afr. Study Monogr.* 26 (2005) 165–181.
- [3] T. Vischel, G. Panthou, P. Peyrillé, R. Roehrig, G. Quantin, T. Lebel, C. Wilcox, F. Beucher, M. Budiarti, Precipitation Extremes in the West African Sahel: Recent evolution and physical mechanisms, in: *Trop. Extrem. Nat. Var. Trends*, Elsevier Inc., 2018: pp. 95–138. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809248-4.00004-2>.
- [4] I. Yabi, F. Afouda, Extreme rainfall years in Benin (West Africa), *Quat. Int.* 262 (2012) 39–43. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.12.010>.
- [5] S.F. Hounvou, K.F. Guedje, H. Kougbegbede, J. Adechinan, E. Houngninou, A. Houeto, Spatiotemporal Variability of Extreme Rainfall in Southern Benin in the Context of Global Warming, 2023 (2023).
- [6] E. OGOUWALE, Incidences des extremes pluviométriques au Benin Impact of extreme rainfall in Benin, *J. La Rech. Sci. l'Université Lomé* 17 (2015) 193–210.
- [7] E. Amoussou, P. Camberlin, T.V.S. H, Y. Tramblay, C. Houndenou, G. Mahé, J. Paturel, M. Boko, ÉVOLUTION DES PRÉCIPITATIONS EXTRÊMES DANS LE BASSIN VERSANT DU MONO (BÉNIN-TOGO) EN CONTEXTE DE VARIABILITÉ / CHANGEMENT CLIMATIQUE socioéconomique. La question de l'évolution future de la fréquence ou de l'intensité de ces particulièrement concer, (2014) 343–349.

- [8] F.K. Ogou, B. Kpaikpai, B.A. Ogbwang, Z.M.M. Sein, V. Ongoma, J.P. Ngarukiyimana, Investigation of the influence of atlantic ocean on rainfall Variability over benin republic, west africa, Ethiop. J. Environ. Stud. Manag. 9 (2016) 70 – 79. <https://doi.org/doi: http://dx.doi.org/10.4314/ejesm.v9i1.7>.
- [9] F. Djigbo, Statistical Analysis of Recent and Future Rainfall and Temperature Variability in the Mono River Watershed, (2019). <https://doi.org/10.3390/cli7010008>.
- [10] A.E. Lawin, N.R. Houngue, C.A. Biao, D.F. Badou, Statistical analysis of recent and future rainfall and temperature variability in the Mono River watershed (Benin, Togo), Climate 7 (2019). <https://doi.org/10.3390/cli7010008>.
- [11] E. Amoussou, H. Awoye, H.S.T. Vodounon, S. Obahoundje, P. Camberlin, A. Diedhiou, K. Kouadio, G. Mahé, C. Houndénou, M. Boko, Climate and extreme rainfall events in the mono river basin (West Africa): Investigating future changes with regional climate models, Water (Switzerland) 12 (2020). <https://doi.org/10.3390/w12030833>.
- [12] ABV-OMM-GWP Initiative Volta GIC, Initiative Préparation de Projets de Mise en Pays, OEuvre de la Gestion Intégrée des Crues –GIC- » dans le bassin de la Volta et ses six, 2016.
- [13] E. Amoussou, Variabilité pluviométrique et dynamique hydro-sédimentaire du bassin versant du complexe fluvio-lagunaire Mono-Ahémé-Couffo (Afrique de l'ouest), Université de Bourgogne, 2010.
- [14] H. T.H. Alexandersson, T. Schmih, K. Iden, Trends of storms in NW Europe derived from an updated pressure data set., Clim. Res. 14 (2000) 71–73.
- [15] P.Y. Groisman, R.W. Knight, D.R... Easterling, T.R... Karl, G.C. Hegerl, V.N. Razuvaev, Trends in intense precipitation in the climate record. Journal of Climate, J. Clim. 18 (2005) 1326–1350.
- [16] P. Naveau, M. Nogaj, C. Ammann, P. Yiou, D. Cooley, V. Jomelli, Statistical Methods for the Analysis of Climate Extremes, Geoscience 337 (2005) 1013–1022.
- [17] S. Coles, An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values., Springer S, Springer-Verlag, London., 2001.
- [18] A.F. Jenkinson, The frequency distribution of the annual maximum (or minimum) values of meteorological elements, Q. J. R. Meteorol. Soc. 87 (1955) 145–158.
- [19] J. Pickands, Statistical inference using extreme order statistics., Ann. Stat. 3 (1975) 119–131.
- [20] E.J. Gumbel, Statistics of Extremes., Columbia U, New York, 1958. <https://doi.org/https://doi.org/10.7312/gumb92958>.
- [21] B. Mohyont, G.R. Demaree, D.N. Faka, Establishment of IDF-curves for precipitation in the tropical area of Central Africa – comparison of techniques and results, Nat. Hazards Earth Syst. Sci. 4 (2004) 375–387. sref-id: 1684-9981/nhess/2004-4-375.
- [22] M. Desbordes, La période de retour du risque de défaillance d'un aménagement hydrologique : une variable à risque?, 2011.
- [23] M. Vandiepenbeeck, Bilan climatologique saisonnier. Hiver 1997: Unepériode de froid remarquable., Ciel Terre 113 (1997) 65–66.
- [24] T.B. McKee, N.J. Doesken, J. Kleist, Drought monitoring with multiple time scales, in: 9th Conf. Appl. Climatol., American Meteorological Society, Dallas, Texas, 1995: pp. 233–236.
- [25] S. Sene, P. Ozer, Evolution pluviométrique et relation inondations – événements pluvieux au Sénégal., Bull. La Société Géographique Liège 42 (2002) 27–33.
- [26] R.T. Nakou, F.D.P. Codo, N.C. Worou, Caractérisation des événements pluviométriques extrêmes dans la basse vallée du fleuve Mono au Bénin Résumé Abstract, 21 (2022) 177–192.
- [27] Unies Nations, UN and partners launch \$47 million appeal for flood-ravaged Benin, UN News Stories, Glob. Perspect. Hum. (2010). <https://news.un.org/en/story/2010/11/357902> (accessed August 14, 2024).
- [28] K.D. Hervé, Caractérisations hydro-pluviométriques des inondations dans le bassin versant de Couffo a Lanta Hydro-pluviometric characterizations of flooding from Couffo watershed to Lanta Abstract, (2020) 20–27.

Analyse des facteurs déterminants l'adoption de la production de l'anacarde biologique à l'Ouest du Burkina Faso

[Analysis of the factors determining the adoption of organic cashew production in west region in Burkina Faso]

W. M. F. Sabine Doamba¹, Sayoré Hamado², and Hien Edmond³

¹Université Yembila Abdoulaye TOGUYENI, Institut Supérieur du Développement Durable, Fada N'Gourma, Burkina Faso

²Ministère de l'agriculture et des ressources animales et halieutiques, Burkina Faso

³Université Joseph Ki-Zerbo, Ouaga I (UJKZ-OI), UFR Sciences de la Vie et de la Terre, Burkina Faso

Copyright © 2025 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 cashew sector, the second largest agricultural export product in Burkina Faso, is experiencing a shift in practices towards organic production. The objective of this study was to analyze the determining factors in the adoption of organic cashew production. The methodological approach consisted of surveys in the commune of Péni (Burkina Faso). The survey was conducted on a sample of 150 producers taken randomly from the list of members of producer groups. A principal component analysis (PCA) was used to extract the factors. A multiple linear regression was performed to assess the dependencies between the participation indicators and the socio-economic and demographic characteristics of the respondents. The results showed that the sample is made up of 99% indigenous people, including 67% men and 31% women. The adoption of organic cashew production is highly dependent on factors related to consumers (consumer demand for health quality, awareness of the dangers of pesticides), the economic environment and the organization of producers (low purchasing power of producers, high cost and fluctuation of input prices, search for autonomy from firms, organization in cooperatives, etc.). In addition, the adoption of organic cashew production also depends very significantly on socio-economic and demographic characteristics (gender, ethnicity and residence status). Consequently, the adoption of organic farming at the cashew level is undoubtedly the result of the combination of socio-economic factors, the characteristics of producers and all conditioned by the mode of access and management of local land.

KEYWORDS: cashew, organic production, determining factors, adoption, Burkina Faso.

RESUME: Le secteur de l'anacarde, deuxième produit agricole d'exportation au Burkina Faso, connaît une mutation des pratiques vers la production biologique. L'objectif de cette étude était d'analyser les facteurs déterminants de l'adoption de la production biologique de l'anacarde. La démarche méthodologique a consisté en des enquêtes dans la commune de Péni (Burkina Faso). L'enquête a été réalisée sur un échantillon de 150 producteurs pris de façon aléatoire dans la liste des membres des groupements de producteurs. Une analyse en composantes principales (ACP) a été utilisée pour extraire les facteurs. Une régression linéaire multiple a ensuite été réalisée pour évaluer les dépendances entre les indicateurs de participation et les caractéristiques socio-économiques et démographiques des répondants. Les résultats ont montré l'échantillon est constitué de 99% d'autochtones dont 67% d'hommes et de 31% de femmes. L'adoption de la production biologique de l'anacarde est hautement dépendant des facteurs liés aux consommateurs (exigence des consommateurs sur la qualité sanitaire, prise de conscience du danger des pesticides), à l'environnement économique et à l'organisation des producteurs (faiblesse du pouvoir d'achat des producteurs, cherté et fluctuation des prix des intrants, recherche d'autonomie vis à vis des firmes, organisation en coopérative, etc.). En outre, l'adoption de la production biologique de l'anacarde dépend aussi très significativement des

caractéristiques socio-économique et démographique (le genre, l'ethnie et le statut de résidence). Par conséquent, l'adoption de l'agriculture biologique au niveau de l'anacarde est sans doute le résultat de la conjugaison des facteurs socioéconomiques, des caractéristiques des producteurs et tout conditionné au mode d'accès et de gestion des terres du terroir.

MOTS-CLEFS: anacarde, production biologique, facteurs déterminants, adoption, Burkina Faso.

1 INTRODUCTION

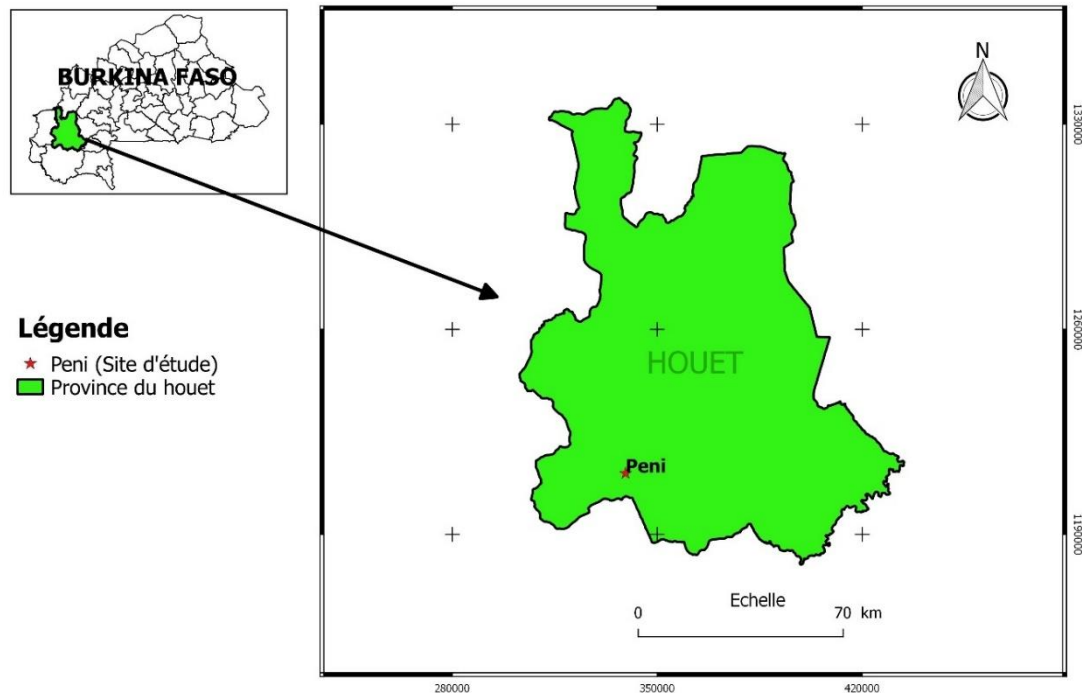
La modernisation de l'agriculture conduit à une uniformisation des pratiques agricoles et une spécialisation des systèmes de production qui impactent négativement les écosystèmes ainsi que les populations [1]. Ces impacts négatifs s'observent aussi bien sur la contamination des nappes phréatiques [2], la diminution de la biodiversité le déséquilibre de l'écosystème, la dégradation de la qualité de l'eau et du sol que sur la santé humaine et animale [3, 4]. Par conséquent, les enjeux actuels du développement durable imposent de repenser nos systèmes de production [5]. De ce faite, l'agriculture biologique apparaît comme une réponse viable pour relever les défis auxquels les écosystèmes ainsi que la population sont confrontés et demeure une alternative crédible à l'agriculture conventionnelle [6]. L'agriculture biologique est en effet, un système alternatif de production qui vise à préserver les écosystèmes et les personnes en s'appuyant sur des processus écologiques, la biodiversité et des cycles de production adaptés aux conditions locales [7]. Dans ce type d'agriculture, l'utilisation d'intrants de synthèse est prohibé [8]. De ce fait, cette agriculture s'inscrit en droite ligne avec les objectifs de développement durable et prône à répondre aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins [9, 10].

En 2020, plus de 74,9 millions d'hectares de terres agricoles biologiques (1,6% des terres agricoles mondiales) ont été recensés dans le monde. Ce qui représente une croissance de 4,1% par rapport à 2019 et environs 3,4 millions de producteurs biologiques, soit une augmentation de 7,6% par rapport à 2019 [11]. Les régions avec les plus grandes superficies de terres agricoles biologiques sont l'Océanie (35,9 millions d'hectares, près de 50%) et l'Europe (17,1 millions d'hectares, 23%). Avec plus de 2,1 millions d'hectare dans l'agriculture biologique, l'Afrique enregistre un taux de croissance de plus en plus élevé [11, 12]. Au Burkina Faso, la superficie allouée à l'agriculture biologique est passée de 30 ha en 2004 à 58 891 ha en 2017 pour un total de 26 626 producteurs [13]. La production d'anacarde dans ce pays, concernerait aujourd'hui plus de 45 000 ménages, principalement dans la partie sud-ouest du pays puisque cette espèce requiert une pluviométrie supérieure à 800 mm/an [14]. Elle constitue une source de revenus considérable à travers sa noix dont la demande n'a cessé de croître ces dernières années [15]. En 2008, plus d'un milliard de recettes ont été enregistrées pour la vente des noix au Burkina Faso [16]. Ainsi, l'anacarde s'est positionné comme deuxième produit agricole d'exportation du pays après le coton [17]. En 2020, les exportations d'anacarde ont généré environs 39,042 milliards de FCFA, représentant 1,6% des recettes d'exportation du pays [18]. L'intérêt grandissant pour cette culture et la demande de plus en plus importante des produits issus des productions biologiques nous oriente à cerner les contours de son adoption par le monde paysan. La problématique des déterminants à la conversion et des leviers susceptibles de favoriser son adoption se pose encore plus aujourd'hui [20]. C'est dans cette perspective que s'inscrit la présente étude dont l'objectif global était d'analyser des facteurs déterminants l'adoption de la production de l'anacarde biologique à l'Ouest du Burkina Faso. Spécifiquement, cette étude vise à (i) caractériser les exploitations d'anacarde biologique, (ii) identifier les facteurs déterminants de l'adoption de l'agriculture biologique, (iii) établir des corrélations entre les facteurs déterminants et les caractéristiques socio-économiques et démographiques.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 SITE D'ETUDE

La présente étude est conduite dans la province du Houet (Burkina Faso) (Figure 1). Les enquêtes sur le terrain se sont déroulées dans la commune de Péni situé à une trentaine de kilomètre de la ville de Bobo Dioulasso (10°57'00" nord, 4° 28' 00" ouest; 430 mètres d'altitude). La zone de l'étude est située en zone sud soudanienne du Burkina Faso [21]. C'est une zone relativement bien arrosée par rapport au reste du pays. Les variations sont très importantes et la répartition des précipitations, hétérogène dans le temps et dans l'espace. Les hauteurs d'eau recueillies au niveau des différents postes varient entre 952 mm en 2019 à 1304 mm en 2016. En 2020 et 2021, les hauteurs se situent respectivement entre 1263 et 1122 mm [22]. La population est estimée à 51 212 habitants [23]. Les principales activités demeurent agricoles mais la particularité de cette zone réside dans la production d'anacarde [15, 17].



Source : BNDT 2012

Fig. 1. Localisation du site d'étude

2.2 COLLECTE DES DONNEES SOCIO-ÉCONOMIQUES

Des entretiens ont d'abord été réalisés auprès des acteurs clés de la production de l'anacarde biologique, l'entreprise de transformation de l'anacarde, les coopératives de production, les personnes ressources, etc. L'objectif de ces entretiens était d'obtenir des informations qualitatives sur les déterminants de l'adoption de la production de l'anacarde biologique par la population locale. Les informations acquises lors de ces réunions combinées aux données de revue de la littérature nous ont permis d'identifier 18 (dix-huit) indicateurs pouvant justifier l'adoption de la production de l'anacarde biologique par la population locale. Ces facteurs ont finalement été utilisés pour construire le questionnaire (Tableau 1). L'enquête a concerné 150 personnes (cent cinquante) (tout sexe confondu). Le check-list comprenait quatre grands points avec une série de questions qui portaient sur les points suivants: (1) les caractéristiques démographiques et socio-économiques des ménages (taille du ménage, genre, âge, statut de résidence, les activités génératrices de revenus), (2) les critères d'aisance du ménage, (3) l'identification des facteurs déterminants l'adoption de la production de l'anacarde biologique.

2.3 ANALYSE STATISTIQUE

Une analyse descriptive a été utilisée pour résumer le profil des répondants et les informations liées à l'application du feu dans la savane soudanienne, tandis qu'une analyse factorielle a été employée pour identifier les dimensions latentes sous-jacentes aux indicateurs qui mesuraient l'adoption de la production de l'anacarde biologique [24]. Une analyse en composantes principales (ACP) a été utilisée pour extraire les facteurs. La méthode de rotation Varimax a été utilisée pour garantir que les facteurs extraits par l'ACP sont indépendants et sans rapport les uns avec les autres, et pour maximiser la charge sur chaque variable et minimiser la charge sur les autres facteurs [25]. Pour tester la pertinence de l'analyse factorielle pour l'ensemble de données, le test de sphéricité de Bartlett et la mesure d'adéquation de l'échantillonnage de Kaiser-Meyer-Olkin [7] ont été appliqués. Les variables incluses dans l'analyse factorielle sont présentées dans le tableau 1. Une régression linéaire multiple a été réalisée pour évaluer les dépendances entre les indicateurs de participation et les caractéristiques socio-économiques et démographiques des répondants. Pour estimer le score du sujet pour chaque facteur, l'approche d'Anderson-Rubin [6] a été appliquée. Pour les analyses statistiques, le logiciel SPSS 22 (SPSS pour Windows, version 2008 Chicago: SPSS Inc.) a été utilisé.

Tableau 1. Nom et échelles des variables incluses dans l'analyse factorielle

No.	Variables	Echelle
1	Exigence des consommateurs sur la qualité sanitaire des produits	[1-4]
2	Recrudescence de maladies: cancer et intoxication alimentaire	[1-4]
3	Accessibilité à un marché de niche	[1-4]
4	Valorisation des savoirs endogènes des populations	[1-4]
5	Amélioration des revenus et conditions de vie	[1-4]
6	Mode d'accès à la terre	[1-4]
7	Accessibilité à des renforcements des capacités en AB	[1-4]
8	Présence d'ONG œuvrant dans l'agriculture biologique	[1-4]
9	Politique de soutien à l'agriculture biologique	[1-4]
10	Valorisation de la main d'œuvre familiale	[1-4]
11	Faiblesse de pouvoir d'achat des producteurs	[1-4]
12	Cherté et la fluctuation des prix des intrants.	[1-4]
13	Risque de contamination/d'intoxication	[1-4]
14	Accumulation de toxicité dans les produits agricoles et animaux	[1-4]
15	Prise de conscience du danger des pesticides et OGM sur la biodiversité	[1-4]
16	Recherche d'autonomie vis à vis des firmes productrices	[1-4]
17	Organisation en coopérative	[1-4]
18	Certification/Labellisation	[1-4]

3 RESULTATS

3.1 CARACTERISTIQUES SOCIO-ÉCONOMIQUES ET DEMOGRAPHIQUES DES REpondANTS

Les attributs socio-économiques et démographiques des répondants sont consignés dans le Tableau 2. La plupart des répondants étaient adultes (au moins 20 ans) et étaient également mariés (99,3%). La composition ethnique des répondants étaient la suivante: Toussian (96,7%), Bobo (2,7%), autres petits groupes (0,7%). Les tranches d'âge étaient comprises entre [30-40 [pour 46% des répondants et 33% avaient un âge compris entre 40 et 50ans. La production de l'anacarde biologique intéresse environ 67% d'homme contre seulement 31% de femme. Les résultats relèvent aussi que la majorité des répondants ont au moins atteint le niveau primaire (52%) et seulement 8% ont franchi le niveau secondaire. Cependant, près de 41% demeurent toujours illettrés et environs 0,4% ont au moins reçu une éducation religieuse (études coraniques) et une formation en langue locale. Les autochtones sont les plus représentés (99%) contre seulement 0,7% des migrants. Les résultats ont montré des superficies de champs majoritairement (82%) comprises entre 0 et 5 ha. Par contre, seulement 17% des enquêtés possèdent des superficies autour de 5 à 10ha et moins de 1% ont plus 15ha. Les principaux clients de l'anacarde biologique dans cette zone demeurent la société de transformation Anatrans dont plus de 97% des producteurs en sont les fournisseurs. La main d'œuvre dans ces exploitations d'anacarde biologique reste familiale. Ainsi, plus de 65% des répondants utilisent cette main d'œuvre. Selon les critères de classification du statut de richesse des ménages et contre toute attente, seulement 1% des enquêtés sont considérés moins aisés et au moins 41% sont considérés comme moyennement aisés et environ 58% sont plus aisés.

Tableau 2. Statistiques descriptives et récapitulatives des variables utilisées dans la régression linéaire multiple

Caractéristiques	Fréquence	Pourcentage (%)
Genre		
Femelle	47	30,7%
Male	103	67,3%
Groupe ethnique		
Toussian	145	96,7%
Bobo	04	2,7%
Autre	01	0,7%
Age		
[20-30[	11	7,2%
[30-40[	71	46,4%
[40-50[	51	33,3%
[50-60[	14	9,2%
[60-70[	03	2%
Niveau d'étude		
Non scolarisé	62	41,3%
Alphabétisation	1	0,7%
Ecole coranique	1	0,7%
Ecole primaire	78	52%
Ecole secondaire	08	5,3%
Statue de Résidence		
Migrant	01	0,7%
Autochtone	149	99,3
Situation Matrimoniale		
Célibataire	01	0,7
Marié	149	99,3%
Superficies terrain		
[0-5[	123	82%
[5-10[	25	16,7%
[10-15[	02	1,3%
Principaux clients de l'anacarde biologique		
Particuliers	05	3,3%
Société Anatrans	145	96,7%
Type de main d'Œuvre		
Familial	97	64,7%
Main d'Oeuvre salarié	53	35,3%
Critère de richesse		
Pauvre	2	1,3%
Moyennement riche	61	40,7%
Aisé	87	58%

3.2 FACTEURS DETERMINANTS L'ADOPTION DE LA PRODUCTION DE L'ANACARDE BIOLOGIQUE

L'analyse factorielle a résumé cinq (5) indicateurs de l'adoption de la production de l'anacarde biologique répartie en deux facteurs qui représentaient 74,76% du total de la variance (Tableau 3). Les qualités de la représentation des indicateurs qui relèvent l'importance globale de chaque variable dans l'Analyse en composante principale (ACP) étaient élevées ($>0,5$) pour tous les indicateurs concernés. Les variables dominantes pour le premier facteur explique à 31,7% de la variance et met en exergue les indicateurs tels que l'exigence des consommateurs sur la qualité sanitaire des produits, l'accessibilité à la formation en agriculture, présence d'organisme non gouvernemental, etc. Parmi ces facteurs, l'exigence des consommateurs sur la

qualité sanitaire des produits a la plus forte charge (0,849). Les indicateurs tels que l'organisation en coopérative (0,757), la certification/labélisation (0,728), ont des charges tout aussi élevées. En outre, certains indicateurs ont aussi des charges élevées mais négatives. Il s'agit de la faiblesse du pouvoir d'achat des producteurs (-0,732) et la cherté et fluctuation des prix des intrants (-0,820). La variance expliquée par le second axe est 43,1% et les deux indicateurs (accessibilité à la formation en agriculture biologique et la présence d'ONG/association dans l'agriculture biologique) ont aussi des charges élevées mais négatives.

Tableau 3. Analyse des facteurs déterminants l'adoption de la production de l'anacarde biologique

Description	Factor 1	Factor 2	Qualité de la représentation
Exigence des consommateurs sur la qualité sanitaire des produits	0,849	-0,014	0,722
Accessibilité à un marché de niche	-0,232	-0,307	0,148
Valorisation des savoirs endogènes des populations	0,257	0,553	0,371
Amélioration des revenus et conditions de vie	-0,141	0,132	0,037
Recrudescence des maladies (cancers, intoxication alimentaire)	0,287	0,532	0,365
Mode d'accès à la terre	-0,415	0,146	0,194
Accessibilité à la formation en agriculture biologique	0,121	-0,719	0,532
Présence d'ONG/Associations dans l'agriculture biologique	0,054	-0,772	0,599
Politique agricole en agriculture biologique	0,021	0,211	0,045
Valorisation de la main d'œuvre familiale	0,494	0,330	0,353
Faiblesse du pouvoir d'achat des producteurs	-0,732	-0,317	0,636
Cherté et fluctuation des prix des intrants	-0,820	-0,269	0,745
Risques d'intoxication	0,077	0,464	0,221
Accumulation et Toxicité dans les produits agricoles	0,569	0,461	0,537
Prise de conscience du danger des pesticides et des organismes génétiquement modifiés (OGM)	0,747	-0,095	0,567
Recherche d'autonomie vis-à-vis des firmes	0,649	0,105	0,432
Organisation en coopérative	0,757	0,178	0,606
Certification/Labélisation	0,728	0,337	0,644
Valeur propre	5,704	2,050	7,754
Variance expliquée	31,69	43,07	74,76
Méthode d'extraction: Analyse en composantes principales. Méthode de rotation: Varimax avec normalisation Kaiser.a			
a. Convergence de la rotation dans 3 itérations.			

Méthode d'extraction: Analyse en composantes principales.

Méthode de rotation: Varimax avec normalisation Kaiser^a

a. Convergence de la rotation dans 3 itérations

3.3 DEPENDANCE ENTRE LES FACTEURS DETERMINANTS L'ADOPTION DE LA PRODUCTION DE L'ANACARDE BIOLOGIQUE ET LES CARACTERISTIQUES SOCIO-ÉCONOMIQUES ET DEMOGRAPHIQUES

Le modèle de régression multiple développé pour examiner les relations entre les variables socio-économiques et démographiques et les facteurs qui expliquent la décision d'adopter la production de l'anacarde biologique sont présentés dans le Tableau 4. Les résultats ont indiqué que des variables socio-économiques et démographiques sont fortement significativement avec les deux facteurs ($p < 0,0001$). En outre, les variances totales expliquées par les facteurs sont respectivement de 31,7% pour le facteur 1 et de 41,1% pour le second facteur. Par ailleurs, des liens significatifs et négatifs ont été relevés entre le Facteur 1 et les variables sociaux et démographiques tels que le genre ($p < 0,0001$), ethnie ($p < 0,04$) et le statut de résidence ($p < 0,01$). Le facteur 2 est aussi relié négativement avec la variable genre ($p < 0,04$).

Tableau 4. *Régression linéaire sur la dépendance entre les facteurs déterminants l'adoption de la production de l'anacarde biologique et les caractéristiques socio-économiques et démographiques*

Description	Facteur 1		Facteur 2	
	β	t-values	β	t-values
(Constante)		2,859		0,626
Genre	-0,362***	-4,469	-0,231***	-2,737
Ethnie	-0,458**	-2,121	-0,129	-0,573
Age	0,018	0,202	-0,099	-1,075
Education	0,018	0,205	-0,061	-0,688
Statut de résidence	-0,585***	-2,704	-0,102	-0,454
Statut matrimonial	-0,007	-0,086	-0,045	-0,522
Superficie du champ	0,014	0,168	-0,159	-1,781
Critère de richesse	-0,087	-1,043	0,144	1,66
R ² Ajusté	0,13		0,057	

Statistical estimates are indicated by stars * $P < 0,10$, ** $P < 0,05$ et *** $P < 0,01$

4 DISCUSSION

Les résultats ont montré des superficies de champs majoritairement petites (0-5ha) contre seulement 1% pour des superficies atteignant 15ha. Les producteurs ont un pouvoir d'achat qui ne leur permet pas d'accéder à des intrants agricoles (pesticides et engrais chimique) qui devient de plus en plus chers. Il est ressorti des échanges en focus groupe que le coût d'entretien d'un verger est de 145 000FCFA par hectare en conventionnel. Cette situation incite les producteurs à prospecter d'autres alternatives de production afin de tirer profit. Par conséquent, le manque de moyen des petits producteurs pourraient expliquer l'intérêt et le choix de la production biologique dans l'anacarde [26]. Les travaux de [27] estiment par contre que l'agriculture biologique en Afrique constitue un facteur d'innovation, elle présente de ce faite des opportunités d'exportation et très peu d'intrants sont utilisés dans ce type d'agriculture. Ce qui permet aux petits producteurs de faire une transition plus facile de l'agriculture traditionnelle vers celle biologique. Les résultats ont aussi relevé une représentation plus forte des autochtones (99%) contre seulement 1% des migrants dans la production de l'anacarde biologique. En outre, dans cette localité de production d'anacarde biologique, l'intervention des femmes est faible par rapport à celle des hommes. En effet, dans beaucoup de tradition africaine, planter un arbre sur une parcelle symbolise la appropriation ou le titre de propriété [28, 29]. Ces auteurs ont montré que l'anacardier permet aux autochtones de réaffirmer leurs prérogatives dans la région et le contrôle des terres. Cela pourrait expliquer la proportion très élevée des autochtones dans la production de l'anacarde au détriment des migrants qui représentent moins de 1%. Dans la même dynamique, la faible intervention des femmes dans la culture d'anacardier est dû au fait qu'elles ne participent pas à la gouvernance foncière. Elles s'intéressent plutôt à la gestion du foyer et au niveau des travaux champêtres, elles font généralement les cultures maraichères et les cultures vivrières par rapport aux cultures pérennes (anacarde, coton, mangue) [30]. Ces pratiques excluent généralement les femmes dans les plantations des cultures pérennes. La répartition selon l'âge des producteurs a montré une prédominance de la tranche jeune située entre 40 et 60 ans. Les travaux de [31, 32] ont aussi relevé que les plantations d'anacarde sont en général sous le contrôle de personnes âgées entre 40 et 60 ans. Les résultats de cette étude ont montré que les principaux clients demeure une société de la place qui absorbe la grande partie de la production (presque 97% des produits). En outre, en suivant le critère de classification du statut d'aisance des ménages et contre toute attente les producteurs d'anacarde biologique est dans la majorité aisée. La culture de l'anacarde est devenu aujourd'hui une véritable culture de rente [33]. Les travaux de [34] ont aussi montré que l'intérêt des paysans pour l'anacardier se justifie par le revenu substantiel qu'il génère. Cette importante participation de l'anacarde dans la formation des revenus agricoles a aussi été étudiée au Bénin par [35]. Ils ont montré que l'anacarde participe à hauteur de 74% à la constitution des revenus des ménages ruraux [36]. Ces gains substantiels dans la vente des produits de l'anacarde permet d'améliorer les conditions économiques ainsi que le cadre de vie des producteurs [37]. Les résultats de l'étude ont aussi relevé les facteurs qui expliquent le mieux l'adoption de la production biologique de l'anacarde. L'exigence des consommateurs sur la qualité sanitaire des produits ainsi que la prise de conscience du danger des pesticides et des organismes génétiquement modifiés en sont deux des principaux facteurs. En effet, l'augmentation des problèmes sanitaires (maladies de la vache folle, grippe aviaire, Ebola...) pousse les consommateurs à se tourner vers les produits biologiques [38]. En outre, l'arsenal des pesticides utilisés en agriculture est très vaste et les études de leur impact sur la santé sont quasi inexistantes [39]. Il en est de même pour les organismes génétiquement modifiés qui comme pour la santé humaine, l'impact de ces organismes modifiés sur l'environnement reste encore peu documenté de façon fiable. Toutes ces incertitudes poussent

les consommateurs à être de plus en plus sensibles et regardant sur ce qu'ils mangent et ils revendiquent de plus en plus la sauvegarde de leur capitale santé. Par ailleurs, les résultats ont relevé aussi que les facteurs tels que la faiblesse du pouvoir d'achat des producteurs et la cherté et la fluctuation des prix des intrants ont agi négativement et significativement sur l'adoption de la production de l'anacarde biologique. En effet, les prix internationaux de référence des engrais sont passés du simple à plus du double tout au long de 2021, de nombreux cours atteignant des niveaux records [40]. A cela s'ajoute, le niveau de pauvreté des agriculteurs en Afrique qui possède toujours les quantités les plus faibles en azote par hectare et par an (environ 13 kg d'azote toute culture confondues) [40]. Par conséquent, du fait de la faible utilisation des engrais chimique et de la persistance de l'agriculture dite traditionnelle en Afrique, certains agriculteurs peuvent facilement se tourner vers la production biologique sans trop de difficultés. En outre, la recherche d'autonomie vis à vis des firmes et la certification/labélisation des produits issus des productions biologiques favorisent fortement l'adhésion des producteurs dans la production biologique de l'anacarde. Concernant la dépendance des facteurs déterminants l'adoption de la production biologique de l'anacarde et les caractéristiques socio-économique et démographique, les résultats ont montré que le genre, l'ethnie et le statut de résidence sont fortement significatives ($P < 0,001$) pour les deux facteurs. En effet, une forte relation a été observée entre le genre ($P < 0,001$) et l'adoption de la production biologique (Facteur 1). Parmi les producteurs, les hommes contribuent à 67% de leur effectif contre 31% pour les femmes. Cette importance des hommes dans la production biologique de l'anacarde pourrait s'expliquer par le mode de tenure foncière dans la localité. L'acquisition des terres dans ces zones se fait majoritairement par héritage et dans ce cas de figure, les hommes sont privilégiés par rapport aux femmes [41]. Toutefois, il est important de souligner que la présence de femme est non négligeable et dénote d'une part leur intérêt dans la production biologique mais aussi d'une politique d'assouplissement du mode d'accès à la terre à l'égard de la femme. La primauté de ce mode d'accès chez les femmes trouve son explication dans le mode traditionnel de gestion des terroirs dans la commune de Pénis. En effet, les femmes ont la possibilité d'hériter un lopin de terre de la famille paternelle ou d'en bénéficier d'un don. Cependant, le mode traditionnel de gestion du terroir ne garantit pas une stabilité des investissements, même s'il permet l'accès à court ou moyen terme. En effet, les producteurs d'anacarde qui ont acquis leur terre par héritage sont dans une meilleure posture par rapport aux autres (don et prêt) qui sont dans une certaine précarité. Cependant, les héritiers de ces terrains aussi peuvent courir des risques de conflits de succession entre frères. En outre, dans cette même logique, il se dégage des résultats, une relation aussi forte entre le statut de résidence et l'adoption de la production biologique. Les autochtones représentant la grande majorité des producteurs de l'anacarde biologique contre seulement 1% des migrants. En effet, les migrants souvent acquièrent des terres que par don ou par des accords de location informels ne sont souvent pas autorisés à faire certains travaux d'amélioration (plantation d'arbre, mesures antiérosives, etc. Pour [42], les coutumes foncières s'opposent aux investissements ou les découragent. Elles confinent ainsi les exploitants à l'autosubsistance. Ce qui pourrait expliquer cette forte relation entre le statut de résidence et l'adoption de la production biologique. Pour ajouter à cela, l'ethnie a tout aussi un lien fort d'avec l'adoption de la production biologique. L'ethnie majoritaire dans cette zone englobe plus de 97% des producteurs enquêtés. Ces différents liens relevés (genre, ethnie et statut de résidence) trouve en effet leur fil conducteur commun dans le mode de gestion du terroir, d'accès à la terre qui priorise l'ethnie dominante, l'autochtone et le sexe masculin.

5 CONCLUSION

Il est indispensable de comprendre le rôle des facteurs qui influencent les décisions d'adoption des producteurs pour une pratique afin de mieux agir dans le sens d'une meilleure organisation et fonctionnalité des différents maillons de la chaîne de valeur. Dans cette logique, cette étude s'était donnée pour objectif général d'analyser les déterminants de l'adoption de la production d'anacarde biologique au Burkina Faso. Il ressort des résultats, que malgré l'importance de cette production pour l'économie du pays, l'exploitation de l'anacarde s'effectue sur de petites superficies mais aussi, le foncier y joue et demeure un élément essentiel et crucial dans la production d'arbre en général. Cependant, l'adoption de la production biologique de l'anacarde est fortement dépendant des facteurs tels que l'exigence des consommateurs sur la qualité sanitaire, la prise de conscience du danger des pesticides de la faiblesse du pouvoir d'achat des producteurs, de la cherté et fluctuation des prix des intrants, etc.). En outre, l'adoption de la production biologique de l'anacarde dépend aussi très significativement des caractéristiques socio-économique et démographique (le genre, l'ethnie et le statut de résidence). Par conséquent, la tenure foncière joue un rôle important dans la durabilité de l'environnement. En définissant, l'accès et la sécurité des droits à la terre et aux ressources naturelles, la tenure foncière touche la façon dans laquelle les gens décident d'utiliser ces ressources et d'investir pour les améliorer.

REMERCIEMENTS

Les auteurs voudraient adresser leurs sincères remerciements à la société ANATRANS SA (Bobo Dioulasso, Burkina Faso pour avoir facilité l'accès aux différents producteurs d'anacarde biologique. Ils sont également reconnaissants envers le ministère de l'agriculture et des ressources animales et halieutiques du Burkina Faso.

REFERENCES

- [1] Kabore, N., Rôle des pratiques et systèmes agroécologiques dans le renforcement de la résilience à l'insécurité alimentaire des ménages : Cas des zones maraîchères dans les provinces du Kadiogo et de l'Ouhritenga, Burkina Faso, in MEMOIRE DE FIN D'ETUDES POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER DE SECURITE ALIMENTAIRE ET NUTRITIONNELLE;. 2020, CENTRE REGIONAL AGRHYMET. p. 89p.
- [2] Leclercq, J.B., Un label SPG (Système Participatif de Garantie) comme facteur favorable à la transition agroécologique. Le cas du label BioSPG au Burkina Faso; in Kestemont, Marie-Paule. http://hdl.handle.net/2078.1/thesis_22926. 2020.
- [3] Moulin, C., Alternatives agroécologiques basées sur la restauration de la biodiversité édaphique dans les systèmes de culture maraîchers tropicaux in Thèse de doctorat. 2020, Université des Antilles.
- [4] Laajimi, A. and J. Ben Nasr, Déterminants économiques de l'adoption de l'agriculture biologique en Tunisie: Cas des exploitations oléicoles de la région de Sfax., in Institut national agronomique de Tunisie (INAT). 2008. p. 17 p.
- [5] Goïta, M. and E. Frison, Valeurs ajoutées de l'agroécologie: Déverrouiller le potentiel de transition en Afrique de l'ouest, in IPRES FOOD. Récupéré sur <http://www.ipesfood.org>. 2020.
- [6] Simeti, S.C., La trajectoire institutionnelle et le modèle de gouvernance de l'agriculture biologique en Afrique subsaharienne : Le cas de l'initiative I-AEB, in Mémoire. 2020, Université d'Ottawa, Canada. p. 62p.
- [7] Danus, P., Un Outil d'Aide à la Décision au service de l'agroécologie: les pratiques de conservation et de fertilisation du sol appliquées au village de Kotopounga dans la commune de Natitingou au Bénin. 2020, ULiège. p. 142p.
- [8] Dayoub, M. and T. Korpela, *Trends and challenges in organic farming in the European Union*. International Journal of Agricultural Technology 2019. 15 (4): p. 527-538.
- [9] Geniaux, G., M. Lambert, and S. Bellon, Analyse de la diffusion spatiale de l'agriculture biologique en région Provence-Alpes-Côte d'Azur (Paca): construction d'une méthodologie d'observation et de prospective. Innovations Agronomiques, INRA, 2009, 4, : p. pp.417-426.
- [10] Soumbougma, G., Caractérisation des dispositifs d'accompagnement des producteurs bio et de leurs contributions aux processus d'innovation agro-écologique : Étude exploratoire au Burkina-Faso. 2015, Université de Ouagadougou. p. 84p.
- [11] Willer, H., et al., *The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2022*. 2022, Institut de recherche sur l'agriculture biologique FiBL, Frick et IFOAM – Organics International, Bonn. Die Deutsche Bibliothek – CIP Cataloguing-in-Publication-Data. p. 358.
- [12] Traoré, I., Effets du compost à base des coques d'anacarde sur les paramètres végétatifs et le rendement du cotonier dans les conditions de culture biologique, in Mémoire de fin d'étude 2017, Institut du Développement Rural. p. 56p.
- [13] Willer, H. and J. Lernoud, Current Statistics on Organic Agriculture Worldwide: Area, Operators and Market., in H. Willer, & J. Lernoud (Eds.), *The World of Organic Agriculture Statistics and Emerging Trends 2019* (pp. 36-125). Research Institute of Organic Agriculture (FiBL) Frick and IFOAM-Organics International, Bonn. 2019.
- [14] Kankoudry Bila, N., et al., *Analyse de la chaîne de valeur du secteur anacarde au Burkina Faso*. 2010, GIZ, Initiative du cajou africain: Ouagadougou, Burkina Faso. p. 44 p.
- [15] Belem, B.C.D., Analyse des déterminants de l'adoption des bonnes pratiques de production de l'anacarde au Burkina Faso. 2017, Université de Laval. p. 93p.
- [16] Bila, N.K., et al., Analysis of the cashew value chain in Burkina Faso. 2010, GIZ. p. 39p.
- [17] Audouin, S. and A. Gonin, « L'anacarde: produit de la globalisation, moteur de la territorialisation, l'exemple du Sud du Burkina Faso », in EchoGéo [En ligne], 29 | 2014, mis en ligne le 15 septembre 2014, consulté le 03 décembre 2014. URL: <http://echogeo.revues.org/13926>; DOI: 10.4000/echogeo.13926. 2014.
- [18] Somé, L.F.M.C., Analyse socio-économique des systèmes de production d'anacarde au Burkina Faso: cas des régions des Cascades et des Hauts-Bassins. 2014, Université Polytechnique de Bobo Dioulasso. p. 66p.
- [19] Adegbola, P.Y., et al., Compétitivité de la filière anacarde du Bénin: une analyse des effets aux prix de référence. 2005, Résultat de recherche, PAPA/INRAB. p. 12p.
- [20] SAINTE-BEUVE, J., Etude des déterminants de conversion à l'agriculture biologique et production de références économiques 2010.
- [21] Fontès, J. and S. Guinko, Carte de la végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso, Ministère de la coopération française, France. 1995.

- [22] Sayoré, H., Analyse des facteurs déterminants de l'adoption de l'agriculture biologique: cas de la production d'anacarde dans la province du Houet au Burkina Faso. 2022, Ecole Nationale de Formation Agricole (ENAF). p. 80p.
- [23] INSD, 5^{ème} RGPH-Cinquième Recensement Général de la Population et de l'Habitation du Burkina Faso- SYNTHÈSE DES RÉSULTATS DÉFINITIFS-Juin 2022. 2022.
- [24] Tabachnick, B.D. and L.S. Fidell, Using Multivariate Statistics (3rd ed.). New York: Harper Collins. 1996.
- [25] Bryman, A. and D. Cramer, Quantitative Data Analysis with SPSS 12 and 13. Routledge: London. 2005.
- [26] Adjobo, O., J.A. Yabi, and J.Y. Gouwakinnou, Typologie des exploitations agricoles productrices d'anacarde au Nord et au Centre du Bénin, Glazoué, Tchaourou et Djougou. Afrique Science, 2020. 16 (5): p. 303-316.
- [27] De Bon, H., et al., L'agriculture biologique en Afrique: un levier d'innovations pour le développement agricole. Perspective 48, 2018.
- [28] Audouin, S. and A. Gonin, L'anacarde: produit de la globalisation, moteur de la territorialisation, l'exemple du Sud du Burkina Faso. EchoGéo, 2014.
- [29] Sanvee, A.M., Insécurité Foncière Et Phénomène De La Pauvreté Des Populations Rurales En Afrique Noire: Cas Du Sud-Est Maritime Du Togo. Revue Africaine des Sciences Sociales et de la Santé Publique 2023. Volume 5 (2).
- [30] Koné, M., Analyse de la chaîne de valeur du secteur anacarde de la Côte d'Ivoire., in Initiative du Cajou Africain. 76pp. 2010.
- [31] Ndiaye, S., M.M. Charahabil, and M. Diatta, Caractérisation des Plantations à Base d'anacardier dans les communes de Kaour, Goudomp et Djibanar. European Scientific Journal 2017. vol. 13, No.12.
- [32] Ndiaye, S., Caractérisation agroécologique et socioéconomique des systèmes de production des parcs à anacardier en Casamance (Sénégal). 2020. p. 158 p.
- [33] Koffi, S.Y. and K.R. Oura, Les facteurs de l'adoption de l'anacarde dans le bassin cotonnier de Côte d'Ivoire. Cah. Agric., 2019 (28, 24.).
- [34] Adegbola, P.Y., A. Arouna, and S.A. Adekambi, *Estimation of the economic efficiency of cashew nut production in Benin*. 2010, Rapport d'étude de PAPA/INRAB. p. 17p.
- [35] Balogoun, I., et al., Caractérisation des systèmes de production à base d'anacardier dans les principales zones de culture du Bénin. Agronomie Africaine, 2014. 26 (1): p. 9–22.
- [36] Ruf, F., S. Kone, and B. Bebo, Le boom de l'anacarde en Côte d'Ivoire: transition écologique et sociale des systèmes à base de coton et de cacao. Cah Agric 28: 19, 2019.
- [37] Adaman, S. and N.d. K.A., Impacts socio-économiques de la culture de l'anacarde dans la sous-préfecture d'Odienne (Côte d'Ivoire). European Scientific Journal, 2016. 12 (32).
- [38] Allaire, G. and S. Bellon, L'Agriculture Biologique en 3D: diversité, dynamiques et design (ou dessein), de l'agriculture biologique. 2014, Working paper. Africa, Nations Unies, New York Et Genève, pp.2.
- [39] Sanou, A., et al., Cultural practices and pesticides contamination level of tomato in two gardening sites in the region of Boucle du Mouhoun, Burkina Faso. African Journal of Agricultural Research 16 (10), 2020: p. 1334–1341.
- [40] FAO, Evolution des marchés mondiaux des engrais. 2022.
- [41] Ouédraogo, S. and M.C. Sorgho-Millogo, Système coutumier de tenure des terres et lutte contre la désertification en milieu rural au Burkina Faso. Natures Sciences Sociétés 2007. 15: p. 127-139.
- [42] Ouédraogo, S., Quel (s) régime (s) foncier (s) pour les aménagements hydro-agricoles ?, in Quel environnement pour le développement de l'irrigation au Burkina Faso ? Actes du séminaire atelier, Ouagadougou, Ministère de l'Eau. 1993.

Sustainable Aquaculture Development Strategy for Niger Towards 2035: A Review

Mahamadou Issoufou Hassane

Université Djibo Hamani de Tahoua, Faculté des Sciences Agronomiques (FSA), Département des Ressources Naturelles et de l'Environnement, BP 255 Tahoua, Niger

Copyright © 2025 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 highlights the potential of fisheries and aquaculture in addressing challenges such as poverty, food insecurity, population growth, and environmental degradation in Niger. With the population expected to reach 38 million by 2035, there is a need to develop strategies to ensure food security and reduce poverty in the nation. The focus is on strengthening communities to seize new opportunities and increase resilience while also improving the ecosystems they depend on. Niger is currently one of the poorest nations globally, but the development of aquaculture and fisheries could significantly contribute to economic growth through exports, job creation, and income generation for rural families. Our vision is to raise the amount of fish available for consumption and supply so that by 2035, Niger's per capita fish consumption will have increased from 0,9 kg in 2022 to 15 kg, which is closer to the average annual per capita intake of 17.8 kg worldwide. Accordingly, Niger's overall fish production must rise from 48,170 tonnes in 2022 to 500,000 tonnes by 2035. The key strategies include enhancing inland fisheries and adopting low-cost aquaculture technologies to establish aquaculture sector by 2035.

KEYWORDS: aquaculture, fishery, population growth, environmental degradation, food insecurity, Niger.

1 POPULATION AND FOOD SECURITY: NIGER'S CHALLENGE

The challenge is how Niger is going to feed a population growing from 26 million today to 38 million in 2035 in a semi-arid country that may be facing adverse climate change is unclear". In 1960, Niger's population was just 1.7 million. Niger was classified as one of the poorest countries in the World. It is however necessary to have a reliable and tested policy to reduce poverty in the country. Niger, with the world's fastest growing population (3.73%), its highest total fertility rate (7.4), a small and diminishing amount of arable land, low annual rainfall, a high level of malnutrition, extremely low levels of education, gross gender inequities and an uncertain future in the face of climate change is the most extreme example of a catastrophe that is likely to overtake the Sahel (Figure 1 & 2). The policies chosen by Niger's government and the international community to reduce rapid population growth and the speed with which they are implemented are extremely importance (Potts et al., 2011). Just 5% of Nigeriens use family planning and contraception, according to the institute for national statistics (INS). People aren't informed enough about the negative consequences of having so many children (IRIN, 2014).

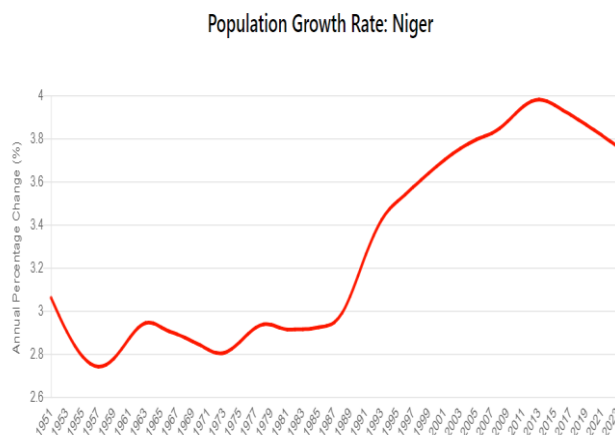


Fig. 1. Niger population growth rate (%) from 1951 to 2023

Source: World Economics & United Nations, 2024

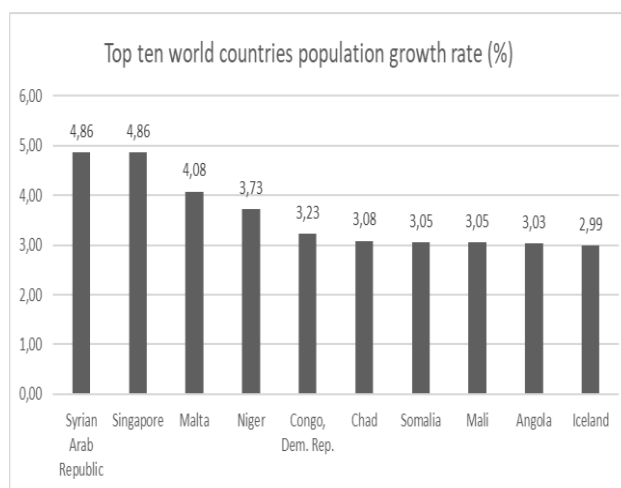


Fig. 2. Top Ten world countries population growth rate (%) in 2023

source: world bank group

The increase in the population will continue to accentuate the cereal production and wood-for-fuel deficits, if alternative solutions are not found, the INS states. Niger's population will also quickly overtake the government's ability to provide adequate health, education, jobs and even water points tasks that it is already failing at today, with a fraction of the population (IRIN, 2014). The need for animal protein is intensifying, as well as the nutritional deficiency levels among a significant part of the Niger population. What could offer a solution? According to Larive International, a market entry specialist focused on high growth markets, and their initiative Food Tech Africa (FTA), which aims to improve food security in Africa, the answer is fish production (Figure 3 & 4).

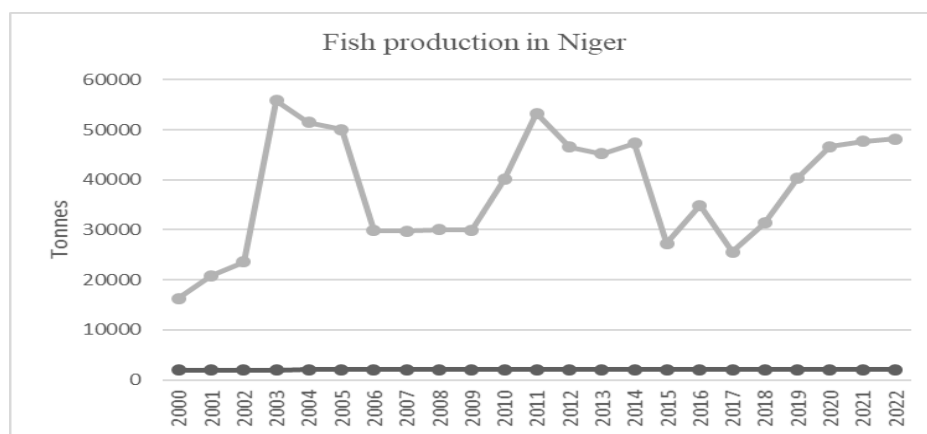


Fig. 3. Fish production in Niger (tonnes) from 2000 to 2022 calculated from FISHSTAT data (2024)

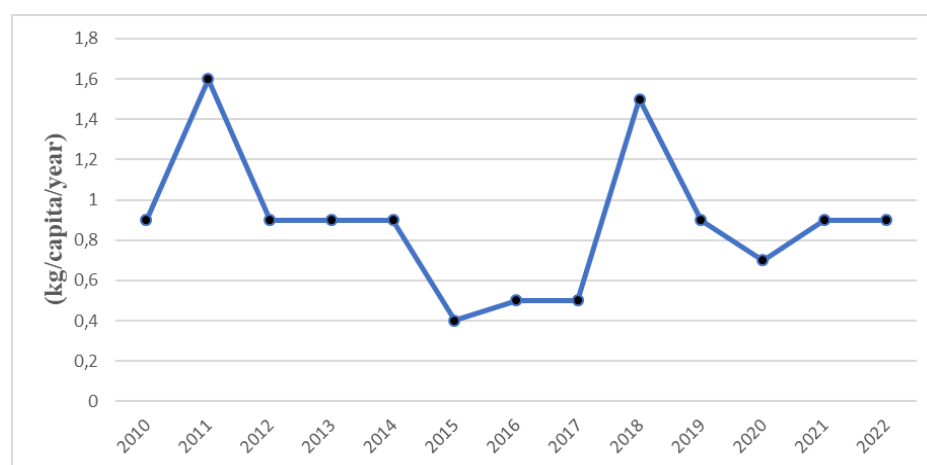


Fig. 4. Per capita fish consumption in Niger (tonnes) from 2010 to 2022 calculated from FAOSTAT data (2023)

2 THE CONTRIBUTION OF FISH INTAKE TO HUMAN NUTRITION

Fish is more nutritious than staple foods such as cereals, rice and maize, providing animal protein, essential fatty acids and micronutrients. The interventions of food-based strategies which Promote production and consumption of locally available nutritious foods have utilized fish instead of supplement distribution as a sustainable way of tackling micronutrient deficiencies (Gibson et al., 2000; Tontisirin et al., 2002; Roos et al., 2007). In addition to this direct contribution to dietary intake, fish is sold, contributing to household food security indirectly through increasing household income which can be utilised to purchase other food commodities, including lower cost staple foods (Béné et al., 2007; Aiga et al., 2009).

Protein from fish contributes to the overall protein intake significantly as the digestibility of protein from fish is approximately 5–15% higher than that from plants (WHO, 1985). Furthermore, protein from fish helps in the absorption of protein from plants. Staple foods such as rice or maize contain only a small amount of lysine, an essential amino acid, limiting the total absorption of protein. In contrast, animal sources of food such as fish have more balanced concentrations of all essential amino acids, and the concentration of lysine is particularly high (WHO, 1985). When fish is added to a plant-based diet, the total protein intake increases as lysine in fish compensates for the shortage of lysine in the rest of the diet. Therefore, fish play an important role in plant-based diets in LIFD countries.

In developed countries, the major focus has been on PUFA from fish and fish oil, which lowers blood pressure, reduces the risk of heart disease (Wang et al., 2006) and boosts infant growth and cognitive development (Koletzko et al., 2007). The lipid composition of fish is unique, having PUFA in the form of arachidonic acid (20: 4n-6), EPA (20: 5n-3) and DHA (22: 6 n-3), with many potential beneficial effects for adult health (Wang et al., 2006) and child development (Koletzko et al., 2007; Suloma et al., 2008). The amount of PUFA in large freshwater fish such as carp and tilapia is relatively low, whereas the amount in smaller indigenous species is yet to be determined. Fish intake influences the PUFA levels in the breast milk of lactating women. While the importance of fish as a source of animal protein and essential fatty acids is well known, little attention has been given to the role of fish as a source of micronutrients. Small fish species are rich in micronutrients, in particular, vitamin A, calcium, iron and zinc (WHO, 2004; Roos et al. 2007; Chamnan et al., 2009), as they are consumed whole with bones, heads and viscera where most micronutrients are concentrated. These species are commonly consumed by the poor, and thus have a high potential to address micronutrient deficiencies.

3 ROLE OF INLAND FISHERIES AND AQUACULTURE FOR FOOD SECURITY

As over-fishing continues to deplete the world's stocks of marine fish, fish-consuming countries will be compelled to turn to aquaculture, or inland fisheries, to ensure future food security. Inland fish production provides significant contributions to animal protein supplies in many rural areas. In some regions freshwater fish represent an essential, often irreplaceable source of high quality and cheap animal protein crucial to the balance of diets in marginally food secure communities. Most inland fish produce is consumed locally, marketed domestically and often contributes to the subsistence and livelihood of poor people. Inland fisheries are often critical to local food security (Suloma and Ogata, 2006; Patrick, 2007). Competition for water and aquatic habitat is the most critical challenge facing inland fisheries in many countries. The need for water to support fish and fisheries can conflict with the needs of other sectors, in particular agriculture, in both water quality and flow requirements for sustaining aquatic habitat. Decisions on water management frequently do not take into account the impact on fish, fisheries, and the rural livelihoods of the populations that depend on them. In part this is because inland fisheries are greatly undervalued in water management at local, national, and basin levels. Equally, there is a lack of knowledge of how to optimize ecosystem services, for example, through environmental flow and water productivity approaches that are needed to guide the allocation of sufficient water to sustain fish and fisheries (Patrick, 2007).

Aquaculture is better defined, although the reporting of fisheries that interface between enhanced natural fisheries and extensive aquaculture is less clear and makes the relative contribution of each sector difficult to assess. Aquaculture remains one of the fastest-growing food-producing sectors in the world, contributing one-third of global food fish production. The nutritional benefits of fish consumption have a positive link to increased food security and decreased poverty rates in developing states (Suloma and Ogata, 2006). According to the FAO, over one billion people worldwide rely on fish as their primary source of animal protein. Around the world, average annual fish consumption is 16.1 kg per capita. In the last 30 years, animal protein consumption per capita in developing countries has more than doubled, as a direct result of technology advancement in aquaculture (FAO, 2008).

Indirectly, commercial aquaculture leads to increased food security by providing opportunities for employment and income generation for local communities. More than 500 million people in developing states reportedly depend on fisheries and aquaculture for their livelihood. As a majority of aquaculture production occurs in developing states, a rise in income leads to an increase in food purchasing power and, more importantly, diversification. The consumption of non-staple foods, including fish and vegetables, has a positive correlation with income growth, supporting food security and greater nutritional content in diets (Lehane, 2013).

There are considerable constraints on aquaculture, particularly when intensive production is the key income generator for a farmer. Poorly developed infrastructure and limited access to transportation or urban centers, can challenge its effectiveness. Where transportation is difficult, communication services are basic and access to markets is limited, it is challenging for a farmer to generate an income through aquaculture (Lehane, 2013).

Access to financial and social assistance is also a driving factor in successful aquaculture production. Because they are vulnerable to price volatilities, small-farm holders rely on access to capital for farm development and financial and social assistance to provide a safety net. Intensive aquaculture is a particularly high-risk enterprise, as a failed harvest leaves no alternative income stream. Small loans and credits to purchase fish feed, chemicals and seeds are often required to begin a production cycle. In Vietnam, collectors and traders are of particular importance, as they often provide loans in advance and take payment at harvest time. Another limitation is access to markets, particularly in urban centers. Prices for fish are highest in urban centers and the ability of farmers to access and sell fish in these markets can greatly influence potential income generation (Lehane, 2013).

4 FISHERIES AND AQUACULTURE IN NIGER

The fisheries and aquaculture throughout the world were until recently very little reflected in the policies and plans of economic development. In Niger, this situation has been exacerbated by recurrent climatic hazards (drought, erosion) with diminished resources of surface water and fish stocks over time. This resulted in the non-visibility and legibility of the sector in the economic development and therefore their marginalization, despite its financial contribution and its role in improving the living conditions of rural and urban populations (PGIPAP, 2012; DPA, 2021).

Fish production, composed mainly by capture fisheries has evolved during the period from 2000 to 2022, characterized by an upward trend marked, due to various initiatives fisheries development and amplified back of Rive Niger and Lake Chad in Niger territory. Fish production from Lake Chad, which consists mainly of three species of fish inhabit the waters for now (*Heterotis niloticus*, *Clarias gariepinus* and *Oreochromis niloticus*), has experienced a steady increase very significantly between 2002 and 2022 and represents 80% of national production. Total fish production from aquaculture in Niger increased from 15 tonnes in 2000 to 500 tonnes in 2022. While, total fish production from inland fisheries in Niger increased from 16265 tonnes in 2000 to 48170 tonnes in 2022 (Figure 5 & 6; FISHSTAT, 2024).

The contribution of inland fishery resources to food security is greatly underestimated. A large part of the problem is that in some countries the inland capture statistics overlook perhaps as much as two to three times the production that is reported. This is because

of the dispersed and informal nature of the fisheries, especially those that are practiced, for example, for subsistence, individually, by children, in non-perennial water bodies, and seasonally in alternation with agriculture (FAO, 1998).

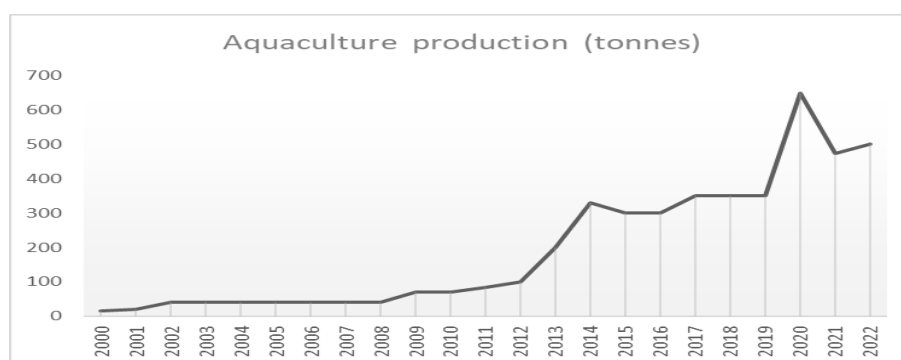


Fig. 5. Aquaculture production (tonnes) from 2000 to 2022 calculated from FISHSTAT data (2024)

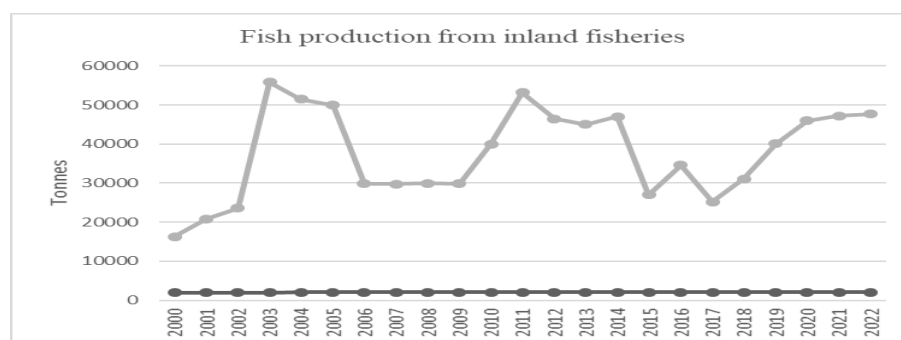


Fig. 6. Fish production from inland fisheries (tonnes) from 2000 to 2022 calculated from FISHSTAT data (2024)

5 FISH SPECIES CULTURED IN NIGER

Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) is the most predominant single species, other species, particularly the catfishes (*Clarias sp.*). These species need immediate attention in terms of developing less expensive and efficient feeds to increase their production since production has been very low due to lack of practical feeds. Other potential aquaculture species include; Redbelly tilapia (*Tilapia zillii*) and Africa bonytongue (*Heterotis niloticus*). Most of the fish species mentioned are omnivores, which should facilitate development of aqua-feeds with or without fish meal (FM) and oil. Some of these endemic species are already being cultured by some farmers, and it would be beneficial to expand culture of local species to facilitate expansion of environmentally sustainable aquaculture in Niger. The traditional feed mixture employed in the culture of fish is mostly supplementary and unbalanced. There is an urgent need to develop low-cost, nutritionally balanced diets that can support increased intensive and semi-intensive systems. The use of fish meal at high levels in fish feeds is not feasible in Niger because of its high price and limited supply. However, a large number of less expensive oilseed and cereal by-products are available (PGIPAP, 2012).

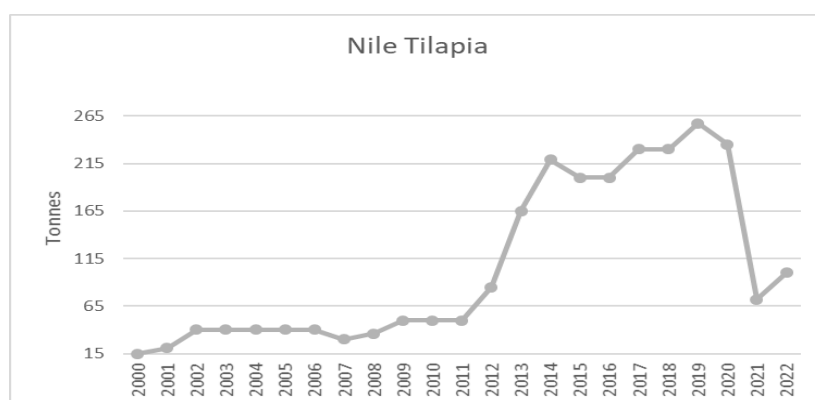


Fig. 7. Nile tilapia production (tonnes) from 2000 to 2022 calculated from FISHSTAT data (2024)

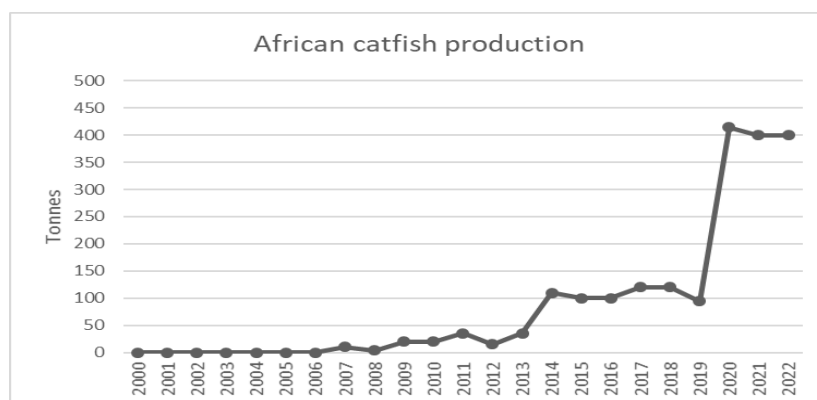


Fig. 8. African catfish production (tonnes) from 2000 to 2022 calculated from FISHSTAT data (2024)

6 SUSTAINABLE AQUACULTURE DEVELOPMENT STRATEGY FOR NIGER TOWARDS 2035

6.1 THE MAIN TARGET

Our target is to increase fish supply and consumption, with the objective of raising per capita fish consumption in Niger from 0,9 kg to 15 kg by 2035 (closer to the global average annual per capita consumption of 17.8 kg). The expectation is that aquaculture will by 2035 contribute up to 60% of domestic fish supplies, with the remainder coming from fisheries. The following two strategies have been developed to guide and direct fish production sector in Niger:

- Development of aquaculture based on low-cost technologies that are environmentally benign, socially acceptable and economically viable.
- Improve inland fisheries.

6.2 STRATEGY 1. DEVELOPMENT OF AQUACULTURE BASED ON LOW-COST TECHNOLOGIES THAT ARE ENVIRONMENTALLY BENIGN, SOCIALLY ACCEPTABLE AND ECONOMICALLY VIABLE. AND THE GOAL FOR THIS STRATEGY WILL BE AS FOLLOW:

- There will be a significant and measurable increase in average per capita fish consumption by 2030 leading to a reduction in malnutrition rates and improved nutrition security;
- Aquaculture will provide a range of new livelihood options in inland communities contributing to greater social resilience and reduced poverty.
- New infrastructure and technical capacity will be developed to support aquaculture enterprises leading to improved economic growth.

STRATEGY 1 APPROACHES

6.2.1 SUPPORTING THE EMERGENCE OF SMALL AND MEDIUM AQUACULTURE BUSINESS ENTERPRISES IN SUITABLE AGRO-ECOLOGIES

6.2.1.1 VIABLE AQUACULTURE TECHNOLOGIES DEVELOPED AND DISSEMINATED

Low-cost but profitable technologies which effectively utilize locally available resources will be the focus of aquaculture interventions. Development and dissemination of technologies will be based on farmers' participatory on-farm trials in agro-ecological locations with good aquaculture development potential.

6.2.1.2 PRIORITY DISTRICTS WILL BE

Investments in fish farming with rural households in resource-poor areas will be achieved by investments in small ponds. Niamey, Diffa and Agadez offer greater potential for aquaculture to impact food and nutrition security (Table 1).

Table 1. Action plan for aquaculture system development

Activities	Time	Key partners
Accelerate up take of viable fresh water aquaculture technologies for African catfish and tilapia production in existing and new ponds through participatory on-farm trials in Niamey, Diffa and Agadez (desert model):		
• 50% of small scale-freshwater fish ponds (extensive) with pond productivity over 4.0 t/ha/year.	By end 2025	100% government sector
• 75% of small scale-freshwater fish ponds be shift to semi intensive farm with pond productivity over 10 t/ha/year.	2030	50% government sector + 50% private sector
• 50% of semi intensive farm will be shift to intensive with pond productivity over 20 t/ha/year	2035	100% private sector

6.2.2 CAPACITY BUILDING AND TRAINING

Aquaculture development in Niger is constrained by virtue of inadequate human resources, and limited extension systems. Government agencies promoting aquaculture require strengthening through increasing the number of skilled aquaculture staff. The short-term focus will be to build the capacity of existing human resources through short term training courses, and to build capacity in partner organizations so that they also have the skilled personnel and resources to plan and support aquaculture development.

It is important to develop a strong team of staff in Niger that can conduct research and planning and then implement sustainable aquaculture development interventions producing lasting impact. In the medium term, qualified staff members should be encouraged to pursue advanced degrees in priority subject areas. This activity should dovetail with the human resource development strategy with support from FAO executed Regional Fisheries Livelihoods Program (RFLP). Other aspects of institutional development are also important. These include development of an effective extension services to support rural farmers and an improved statistical system. Regular monitoring of the adoption and retention of aquaculture technologies by farmers, and the changes realized in fish production and productivity over time, is essential. Ministry of agriculture will establish National Authority for Fisheries and Aquaculture Development (NAFAD) by 2025 (Table 2).

Table 2. Action plan for capacity building and training

Activities	Time	Key partners
NAFAD staff will increase their aquaculture and extension skills through short term training:		
• Provide training on fish hatchery and brood stock management to all NAFAD staff	2025	NAFAD
• Provide training to 50% of NAFAD aquaculture staff on development and dissemination of Low-cost but profitable aquaculture technologies through participatory on-farm trials.	2026-2030	NAFAD
NAFAD builds a team of aquaculture experts through advanced academic degree training:		
• 10% of aquaculture staff will be selected to complete advanced level academic degrees.	2030-2035	NAFAD and Nigerien University
Extension services developed for supporting rural households and enterprises in development of aquaculture	2025-2035	NAFAD, private sector and Nigerien University
Establishment of aquaculture statistical system and select responsible staff for collecting data.	2025-2030	NAFAD
NAFAD coordinates the organization of vocational raining on aquaculture to respond to Human Resource Development (HRD) needs at grass root level	2030-2035	NAFAD and private sector

6.2.3 SUSTAINABLE INPUT SUPPLY SYSTEMS ESTABLISHMENT

6.2.3.1 FISH SEED

Ensuring farmers have access to quality fish seed is crucial to the expansion of aquaculture. The NAFAD will establish three freshwater fish hatcheries with modest facilities in Niamey, Diffa and Zinder. The expected annual demand for seed by 2030 will be over 100 million fry/fingerlings. NAFAD hatcheries should focus their activities beyond seed production and distribution, and diversify into serving as a reliable source of quality brood-stock for private hatcheries. A clear business plan should be established for each hatchery to ensure sustainability.

6.2.3.2 FISH FEED AND FERTILIZERS

In the short term, promoting small-scale aquaculture systems reliant on commercial pellet feeds is not likely to be viable because of high production costs which would be unsustainable when subsidized. Freshwater fish farming in the country will initially target small enterprises, with a view to improving household food and nutritional security. The initial target will be to produce sufficient volumes of lower priced aquatic products that are affordable to a wide range of households, and can still generate income for farmers. Initially technologies that are efficient and profitable but based on low-cost farming systems will be promoted. This approach will require low-cost fertilization and feeding strategies, most appropriately through the utilization of locally available resources. Enhancement of normal pond productivity using natural organic fertilizers and composts, or 'green water technology' for tilapia culture, and the use of on-farm supplementary feeds will be promoted (Suloma and Ogata, 2006). Formulation of feeds utilizing crop by-products (rice bran, cassava leaves and roots, grasses, corn, coconut by-products, etc.) can be researched and promoted as low-cost feeding systems. The variety of ingredients and their proportions in on-farm feed preparation will vary according to the resources available at the local level. Production of feed pellets in-country may be an option for intensification of fish production systems over the longer term (Table 3).

Table 3. Action plan for Sustainable input supply systems establishment

Activities	Time	Keypartners
Fish seed will be available to fish farmers through a	2025-2027	NAFAD
self-sustaining network of hatcheries, nurseries and trading:	2026-2030	NAFAD
Establishment of NAFAD hatcheries to full capacity, and operational on a sustainable basis NAFAD hatcheries serve as source of quality broodstock for private hatcheries New fish hatcheries and nurseries established through private or public-private partnerships	2027-2035	Privatesector
Fish feeds based on locally available ingredient will be available to fish farmers: On-farm trials of feed and fertilization systems accomplished; wide spreads haring of suitable technologies; majority of fish farming households formulate and feed with fish feed based on locally available resources	2025-2030	NAFAD, Privatesector
Small scale aquafeed processing plants, based on locally available feed ingredients, are established at the community level and supply 50% of the total fish feed demand.	By 2035	Privatesector

6.2.4 IMPLEMENT A COLLABORATIVE STRATEGY FOR INTEGRATION OF FISH INTO SMALL SCALE IRRIGATION/POND.

Integrated irrigation and aquaculture (IIA) are a strategy to achieve agricultural productivity from every drop of water while improving the financial sustainability of investments in irrigation. Adopting integrated irrigation and aquaculture through a program of Integrated Inland Water Resources Management will contribute to improved food security in drought-prone West African countries.

In practice, IIA is not new but simply a statement of a logical approach to resource use that has, in one way or another, been employed by residents of water-scare areas for centuries. IIA technologies seek to reuse resources such that the whole is greater than the sum of the parts. To a large extent, these technologies remain to be aggregated and collated in a form that can be effectively distributed to stakeholders. The current activities, potential sites and constraint to IIA development in Niger are summarize in Table 4.

Table 4. The current activities, potential sites and constraint to IIA development in Niger

IIA activities carried out	Indirect rice-fish integration in the Saga, Commune Niamey III irrigation scheme. Fish in ponds adjacent to lowland rice fields in peri-urban zones.
Potential sites for developing IIA	South and West of the country: perennial streams and higher rainfall Fully controlled irrigation: • The lake <i>Chad Basin</i>. • The floodplain of the Niger River is considered the greatest untapped potential for irrigation development, along with the River Benue and artificial reservoirs, could accommodate fish culture and IIA activities. • The desert model of IIA which design by Suloma and Ogata (2006) may be recommended for Agadez to improve the utilization of underground water in this desert area .
Constraints to IIA development	Little potential for IIA in flood-dependent irrigation schemes (e.g. Niger River) due to reduced peak floods. Constraints mainly linked to aquaculture development: - Lack of extension officers and limited promotion of the activity among rural populations Seasonal water availability Lack of institutional support and funds for aquaculture development Single purpose management of irrigated rice areas Low priority amongst farmers Lack of rice-fish farming experience Competition for on-farm resources, conflict over water allocation Poor communication networks Lack of funding (international agencies) Lack of government direction in rice-fish development. - Lack of information and high irrigation costs which farmers cannot afford. Lack of fish seed, feed, capital and information for farmers High investment for irrigation development

6.2.5 IMPROVING THE SUPPLY CHAIN OF NATIVE SPECIES INDUSTRY IN NIGER.

Fish products need to be inexpensive and to reach consumers, especially the poor and malnourished, if aquaculture is to create impact. Markets within Niger for farmed fish are currently rudimentary, and fish marketing systems will need to be developed in parallel with production systems the expected increase in fish production in the future.

6.2.5.1 SUPPLY CHAIN MANAGEMENT IN THE FOOD SECTOR

- Food sectors such as agriculture and aquaculture involve a diverse range of distinct enterprises (producers, processors, marketers and distributors) and rely on inputs from various sources, often at distinct geographical locations (Hobbs, 1996; Williamson, 1979). In developing countries these sectors are mostly composed of small hold producers. These producers are information-poor and usually viewed as being the least powerful in the marketplace.
- Small holders operate in critical supply chains; thus, value chain becomes necessary for sustaining small holder growth. A primary driver of the growing focus of the food sector on supply chain management is the changing competitive environment. Supply chain management provides one conceptual approach to build the capacity of domestic producers to match the products that exporting countries will be aiming to put into world markets. Thus, supply chain management in the food sector is an essential tool for integrating each step in the entire production and distribution process (Tveteras and Kvaloy, 2004).

6.2.5.2 BENEFITS OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

- Specific gains in supply chain management include; reduction of product losses in transportation and storage, increase in sales, foster dissemination of technology and advanced techniques, provision of capital and knowledge among the chain partners, better information about the flow of products, markets and technologies, greater transparency in the supply chain, accurate tracking and tracing of product flows, better control of product safety and quality and large investments and risks are shared among partners in the chain (Vivanco-Aranda, *et al.*, 2010).

6.2.5.3 STRATEGY TO DEVELOP FISH MARKET SYSTEM

The proposed strategy is therefore to concentrate investment into carefully selected regions. Developing “clusters” of farmers in the specific geographical locations with the greatest potential for development, together with the necessary services such as a hatchery and feeds, is an approach that has already proven successful in supporting the emergence of small and medium scale aquaculture elsewhere. Value chains need to be understood, and investment made to address market access constraints and gaps (Table 5).

Local markets for fish sales and production inputs will be developed through joint collaboration between Ministry of Agriculture and Ministry of Economy and Development. The NAFAD and the private sector will play important roles in establishing linkages between fish producers and local markets.

Table 5. Recommended strategy to improve fish market system

Activities	Time	Key partners
Fish marketing facilities are developed in all districts/sub districts and fish farming production groups are linked to these markets.	By end 2020	NAFAD
Over 50 % of households producing fish sell surplus fish beyond household consumption in district/sub district Markets.	By end 2025	NAFAD and private sector

6.3 STRATEGY 2. IMPROVE INLAND FISHERIES

- Improving the consideration of fisheries in water management decisions requires better valuation methods and improved governance. Valuations need to pay more attention to nonformal values, especially those concerning livelihoods and food security. Governance systems need to incorporate such values into cross-sectoral water management that recognizes the importance of ecosystem services.
- Decentralization may be a possible avenue toward these governance improvements but should be planned and implemented with care if equity in access to the resource, and its full development value, is to be fostered. There are two broad challenges for fisheries production. The first is to sustain current levels of fisheries production and other ecosystem services through the provision of target directed environmental flows that sustain or restore the aquatic environment, including its diversity, and improved management of capture fisheries. The second is to increase current levels of fisheries production through the wider adoption of methods for enhancing and intensifying production, such as stocking and aquaculture, which require adequate quantities of clean water, suitable habitat, and appropriate management arrangements. These challenges will be more successfully addressed by building partnerships between fisheries and other interest groups concerned with water management, especially those engaged in water management for agriculture, which are also searching for more efficient ways to increase the overall benefits of water productivity to food security and poverty reduction. To increase fisheries production from 55,000 metric tonnes to 100,000 metric tonnes per year within a few years, the following recommendations have to be considered:
- Urgent need for a workshop on the status and trends in the collection of capture fisheries and aquaculture statistics in Niger as a first step to critically analyze the situation, learn from the positive experiences of some countries and seek to mobilize national resources as well as other assistance to reverse the existing negative trend.
- Improvement of information on the status of the Lake Chad and Niger River fisheries by national sectors.
- Promote responsible practices in culture-based fisheries through regional collaboration on stocking programs and coordination of measures relating to stocking practices in shared waters, formulation of technical guidelines for responsible stocking programs, feasibility studies of risk evaluation of transfers of selected species, and case studies of successful stocking practices.

7 CONCLUSION

Increase fish production to a level that reaches the consumption of 15-17 kg per capita per year are the key to improving food security in Niger until 2035, with the steady increase in the population expected. And to reach this goal, we must apply the strategies to increase the production of fish from aquaculture and inland fisheries under sustainable development. We hope that our vision of this research through a means which may help to reach this goal and that the government of Niger to apply this vision during the period of 2025-2035.

REFERENCES

- [1] Aiga H, Matsuoka S, Kuroiwa C, Yamamoto S, 2009. Malnutrition among children in rural Malawian fish-farming households. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 103, 827 - 833.
- [2] Béné C, Macfadyen G, Allison EH, 2007. Increasing the contribution of small-scale fisheries to poverty alleviation and food security, *FAO Fisheries Technical Paper 481*, Rome: Food And Agriculture Organization.
- [3] Castenmiller JJM, West CE, 1998. Bioavailability and bioconversion of carotenoids. *Annual review of nutrition*, 18, 19 – 38.

- [4] Chamnan C, Thilsted S, Roitana B, Sopha L, Gerpacio RV, Roos N, 2009. The role of fisheries resources in rural Cambodia: combating micronutrient deficiencies in women and children. Phnom Penh: Department of Fisheries Post-harvest Technologies and Quality control, Fisheries Administration, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries.
- [5] FAO. 1998. Département des pêches. Développement de l'aquaculture. FAO Directives techniques pour une pêche responsable. No. 5. Rome, FAO.
- [6] FAO. 2008. Report of the Expert Consultation on Improving Planning and Policy Development in Aquaculture. Rome, 26–29 February 2008. FAO Fisheries and Aquaculture 40 Report. No. 858. Rome, FAO.
- [7] FAO. 2009. Aquaculture production 1950-2007. FISHSTAT Plus—Universal software for fishery statistical time series [online or CD-ROM]. Food and Agriculture Organization of the United Nations. « *Food and Agriculture Organization of the United Nations*.
- [8] Gibson RS, Hotz C, Temple L, Yeudall F, Mtitimuni B, Ferguson E, 2000. Dietary strategies to combat deficiencies of iron, zinc, and vitamin A in developing countries: development, implementation, monitoring, and evaluation. *Food and Nutrition Bulletin*, 21 (2), 219 – 231.
- [9] Hobbs JE, 1996. A transaction cost approach to supply chain management. *Supply Chain Mgt* 1 (2): 15-17.
- [10] IRIN. 2014. NIGER: Population explosion threatens development gains. <http://www.irinnews.org/report/75801/niger-population-explosion-threatens-development-gains>.
- [11] Koletzko B, Cetin I, Brenna JT, 2007. Dietary fat intakes for pregnant and lactating women. *British Journal of Nutrition*, 98, 873 – 877.
- [12] Lartey A, Manu A, Brown KH, Pearson JM, Dewey KG, 1999. A randomized, community-based trial of the effects of improved, centrally processed complementary foods on growth and micro-nutrient status of Ghanaian infants from 6 to 12 mo of age. *American journal of Clinical Nutrition* 70, 391-404.
- [13] Lehan S, 2013. Fish for the Future: Aquaculture and Food Security. <http://www.futuredirections.org.au/publications/food-and-water-crises/1269-fish-for-the-future-aquaculture-and-food-security.html>.
- [14] Olson JA, 1996. Biochemistry of vitamin A and carotenoids. In: Sommer, A., West, K.P. Jr. (edt). *Vitamin A deficiency: health, survival, and vision* (pp. 221 - 250). New York: Oxford University Press.
- [15] Patrick D, 2007. Inland fisheries and aquaculture. Veliyil Vasu Sugunan, Robin L. Welcomme, Christophe Béné, Randall E. Brummett, and Malcolm C.M. Beveridge
<http://www.iwmi.cgiar.org/assessment/Water%20for%20Food%20Water%20for%20Life/Chapters/Chapter%2012%20fisheries.pdf>
- [16] PGIPAP. 2012. Répertoire de la faune aquatique de la zone d'intervention du projet. Direction de la Pêche et de l'Aquaculture, Niger. 24p.
- [17] Potts M, Virginia G, Martha C, Sarah Z, 2011. Niger: Too Little, Too Late. International perspectives on sexual and reproductive health. Volume 37, Number 2, June 2011.
- [18] Roos N, Wahab MA, Chamnan C, Thilsted SH, 2007. The role of fish in food-based strategies to combat Vitamin A and mineral deficiencies in developing countries, *The journal of Nutrition*, 137, 1106 -1109.
- [19] Suloma A, Ogata H, Garibay ES, Chavez DR, El-Haroun ER, 2008. Fatty acid composition of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) muscles: a comparative study with commercially important tropical freshwater fish in Philippines. Proceedings of the Eighth International Symposium on Tilapia in Aquaculture. 12-14 Oct. Cairo, Egypt, 2: 921-932.
- [20] Suloma A, Ogata HY, 2006. Future of Rice-Fish Culture, Desert Aquaculture and Feed Development in Africa: The Case of Egypt as the Leading Country in Africa. *JARQ.*, 40 (4): 351-360.
- [21] Tontisirin K, Nantel G, Bhattacharjee L, 2002. Food-based strategies to meet the challenges of micronutrient malnutrition in the developing world. Proceedings of the Nutrition Society, 61 (2), 243 - 250.
- [22] Tveteras R, Kvaloy O. 2004. Vertical Coordination in the Salmon Supply Chain. Centre for Research in Economics and Business Administration, Working Paper No 7/04.
- [23] Vivanco-Arandaa M, Francisco JM, rMartínez-Cordero FJ, 2010. Foresight analysis of tilapia supply chains (Sistema Producto) in four states in Mexico: Scenarios and strategies for 2018, *Technol. Forecast. Soc. Change.*, 78 (3): 481–497.
- [24] Wang C, Harris W, Chung M, Lichtenstein A, Balk E, Kupelnick B, Jordan HS, Lau J, 2006. n–3 Fatty acids from fish or fish-oil supplements, but not linolenic acid, benefit cardiovascular disease outcomes in primary and secondary-prevention studies: a systematic review. *American Journal of Clinical Nutrition*, 84 (1), 5 - 17.
- [25] WHO. 1985. *Energy and protein requirements*, Geneva: World Health Organization.
- [26] WHO. 2004. *Vitamin and mineral requirements in human nutrition*. Second edition. Geneva: World Health Organization and Food and Agriculture Organization.
- [27] Williamson O, 1979. Transaction-cost economics: the governance contractual relations. *J. Law and Econ.* 22: 233-261.
- [28] World Economics & United Nations, 2024. Niger's Population Growth Rate: 3.8%.
- [29] <https://www.worldeconomics.com/Demographics/Population-Annual-Growth-Rate/Niger.aspx>.

Flavonoid profile of two antihypertensive extracts of *Trema orientalis* Blume leaves (Cannabaceae)

Longin Justin Clair BONAZABA MILANDOU^{1,2}, Célestine NKOUNKOU LOUMPANGOU¹, Arnold Murphy ELOUMA NDINGA¹, Hélène CARREYRE², Adolphe Christian NGAKEGNI-LIMBILI¹, Jean-Maurille OUAMBA¹, and Sébastien THIBAUDEAU²

¹Unité de Chimie du Végétal et de la Vie, Faculté des Sciences et Techniques, Université Marien N'GOUABI, B.P. 69, Brazzaville, Republic of the Congo

²Equipe Superacides-Groupe Synthèse Organique, IC2MP-UMR CNRS 7582, Université de Poitiers, 4 Rue Michel Brunet TSA 51106, 86073 Poitiers Cedex 9, France

Copyright © 2025 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: In order to promote congolese plants with antihypertensive properties, two hypotensive (antihypertensive) extracts of *Trema orientalis* B. leaves were selected in order to know their flavonoid profiles. Therefore, these extracts were prepared and underwent bioguided fractionations until the isolation of the compounds on silica gel. These ethanolic and aqueous extracts presented similar characteristics (appearance, solubility in polar solvents, color of spots at UV 365 nm, frontal ratio). Five compounds were isolated from these extracts of *Trema orientalis* leaves. The analytical data of these compounds show a similarity of physical and chemical characteristics. These compounds presented in NMR¹H the same basic structure of the flavonoid type, 5,7,4'-trihydroxyl-2,3-dihydroflavonol (Kaempferol) or 5,7,4'-trihydroxyl-2,3-dihydroisoflavonol of gross formula C₁₅H₁₂O₆ and differ on their osidic part. Therefore, the definitive structural determination of these compounds must be confirmed by other more in-depth analyses. They will allow to valorize this plant by the production of phytoproducts rich in flavonoids antihypertensive and with oxidizing power.

KEYWORDS: flavonoid profile, trema orientalis, antihypertensive extracts, kaempferol, bioguided fractionation.

1 INTRODUCTION

Despite the damage caused by –harmful microorganisms, the ineffectiveness of some drugs currently available in the treatment of certain diseases makes it essential to search for new and more effective substances to combat all these diseases (cancer, diabetes, high blood pressure, AIDS, etc.) [1], [2], [3], [4], [5], [6].

To solve these problems, the modern pharmaceutical industry now relies on the diversity of metabolites from the plant world to find new molecules with novel biological properties [7], [8], [9], [10], [11], [12]. This source of metabolites seems inexhaustible since a small part of the known plant species have been studied on the phytochemical and biological levels, and each species can contain different bioactive or non-bioactive compounds [1], [13], [14]. These compounds are generally water-soluble such as alkaloids, polyphenols (especially flavonoids), terpenoids and steroids (especially saponins and cardiotonic heterosides) [11], [15], [16], [17]. Many studies suggest that polyphenols, especially flavonoids and tannins, are used as drugs to cure high blood pressure [18], [19], [20], [21].

In this context, isolating and identifying chemical substances with biological properties from plants is a major problem in phytochemistry and/or pharmacognosy. This requires means and techniques that sometimes allow obtaining the desired bioactive compounds [1], [22], [23].

To further enhance and identify substances with the biological properties of these plant species, we focused on the species *Tréma orientalis* Blume (Cannabaceae), a plant used by traditional health in Africa and Asia to treat a large number of pathologies [22], [23], [24], [25], [26], [27], [28], [29], [30].

In Africa in general and in Republic of Congo in particular, some work on extracts (alcoholic and aqueous) of the leaves of this plant has made it possible to evaluate their toxicity and proven the hypotensive (antihypertensive) effects on Wistar rats and vasorelaxant effects on the aortas of these rats [16], [19], [31], [32], [33], [34], [35], [36]. In addition, chemical studies carried out on *Tréma orientalis* B. have made it possible to identify several compounds without biological evaluation [12], [15], [19], [22], [23], [31]. It contains (–)-epicatechin and (+)-catechin, xanthenes and other molecules isolated and identified in its different parts [32], [37], [38], [39], [40].

The importance of polyphenols in medicine prompted us to know the phytochemical profiles of flavonoids present in the antihypertensive extracts of *Trema orientalis* B.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 PREPARATION OF PLANT MATERIAL

Trema orientalis B. leaves were collected in Brazzaville, Republic of Congo. Plant identification was made and recorded (specimen Sita, No. 445) at the National Herbarium of the Centre for Plant Resources Studies in Brazzaville. These leaves were dried in the shade at room temperature for three weeks and then ground to obtain a powder.

2.2 PREPARATION OF EXTRACTS

The aqueous and alcoholic extracts are two hypotensive (antihypertensive) extracts of this plant, consumed by the Congolese population and pharmacologically validated, which were chosen and made the subject of this study. The aqueous extract was obtained after 5 % aqueous decoction of these leaves powder in 30 minutes. The alcoholic extract was obtained after successive exhaustion in Soxhlet of 100 g of powder of these leaves with 500 mL respectively of hexane, chloroform, ethyl acetate and ethanol [19], [23]. The significant mass of each extract was obtained by carrying out these operations several times.

2.3 CHEMICAL SCREENING OF POLYPHENOLS

The screening for metabolites of the extracts was done by Thin Layer Chromatography (TLC) using as support the aluminum plates in silica gel 60 F254 (Merck). The compounds such as flavonoids, phenolic acids and tannins were eluted and revealed using respectively the solvent system AcOEt/HCO₂H/H₂O (80/10/10 V/V/V) and the specific reagents Neu and FeCl₃ at 2 % for respectively flavonoids, phenolic acids, tannins and phenols. The observation of these compounds was made in the visible and UV 365 nm [19], [40].

2.4 TESTS OF CARBONYL GROUPS OF EXTRACTS

These tests were carried out by tube reactions according to the methods described in the literature. The developers used are FeCl₃, AlCl₃ and 2,4-dinitrophenylhydrazine (DNPH) reagents with or without heating [41], [42], [43].

2.5 ISOLATION OF COMPOUNDS ON OPEN COLUMN FROM EXTRACTS

The extract was deposited on a silica gel column (Kieselgel 60 type) prepared in hexane. The elution was carried out respectively by a polarity gradient of the hexane/ethyl acetate system (100/00, 70/30, 50/50, 80/20, 00/100 V/V) followed by another ethyl acetate/ethanol mixture system (90/10, 80/20, 60/40 V/V) to obtain dry fractions after evaporation of the solvents. The last fraction obtained was fractionated again using successively the eluents petroleum ether/ethyl acetate (99/1, 0/100 V/V), ethyl acetate/methanol/formic acid (90/8/2, 85/11/4, 82/14/4, 80/15/5, 77/16/7, 60/40/00 V/V/V) and ethyl acetate/ethanol/water (95/10/5, 76/19/05 V/V/V) until obtaining subfractions each showing a single spot on TLC. These subfractions obtained were purified with the same elution system ethyl acetate/ethanol/water with polarities (85/10/5 V/V/V) and (77/17/6 V/V/V). The powder masses of the fractions or compounds were obtained after evaporation of the solvents in a rotary evaporator at 40 °C. This operation was monitored on TLC at UV 365 nm after revelation of these compounds with Neu reagent [19], [23].

2.6 STRUCTURAL ANALYSIS OF ISOLATED COMPOUNDS

The proton nuclear magnetic resonance (^1H NMR) analyzes were carried out in deuterated dimethyl sulfoxide (DMSO). The NMR spectra of the compounds were obtained and recorded with the NMR devices of the Analysis Pole of Organic Compounds in Poitiers (France).

The processing of the spectra presented in this work was carried out using MesRenova program.

3 RESULTS ET DISCUSSION

Figure 1 shows the chromatographic profiles of the polyphenols of these two extracts of *Trema orientalis* leaves. The chromatographic profiles revealed with Neu and observed in UV 365 nm showed the presence of blue, green and yellow-orange fluorescence spots attributable to phenolic acids and flavonoids (Chromatogram A) [1], [23], [40].

However, we note a dominance of two spots of green and yellow-orange color (frontal ratios 0.29 and 0.38) in UV in the ethanolic and aqueous extracts. These spots observed in visible light take on a yellow and orange color respectively (Chromatogram B).

The revelation of these compounds with the 2 % FeCl_3 solution presented these spots with brown and violet colors in visible light at the same frontal ratios (Chromatogram C). These spots characterize the presence of tannins [1], [23].

Furthermore, the detection of carbonyl groups in these extracts was positive with FeCl_3 , AlCl_3 and DNPH; which proves that these extracts contain compounds having this organic group in their structures. However, the presence of the carbonyl group could disqualify condensed tannins and validate the abundance of flavonoids in these extracts. The reaction of FeCl_3 on these polyphenols does not certify the presence of a carbonyl group in these compounds because this reagent also reacts with phenol [41], [42], [43].

These results confirm the work published in the literature by several authors who have shown the presence of flavonoids, phenolic acids and tannins in polar extracts obtained from the leaves of this plant in several countries of the world [40], [44], [45], [46], [47], [48], [49].

The biological properties of these polyphenolic compounds could justify the use of the leaves of this plant in traditional medicine to treat diseases such as high blood pressure, female sterility, malaria, cough, etc. [8], [15], [18], [44], [46], [50], [51].

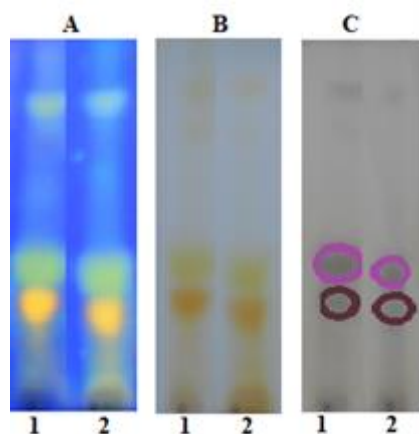


Fig. 1. Chromatographic profiles of polyphenols in extracts of these leaves

1: Ethanolic extract, 2: Aqueous extract, A: Developer: Neu, Observation: Visible; B: Developer Neu and observation of UV 365nm, C: Developer FeCl_3 to 2% and Visible observation.

Fractionation of these two extracts of *Trema orientalis* leaves allowed the isolation of 05 yellow solids including 04 solids noted compounds C1 to C4 with respective yields of 0.007 %; 0.003 %; 0.006 % and 0.005 % relative to 5 g of ethanolic extract and 01 solid noted compound C5 with a yield of 0.015 % relative to 2 g of aqueous extract (Figure 2). After revelation with Neu reagent and observation at UV 365 nm on TLC, these compounds each presented a single green or orange spot, with a frontal ratio of 0.38 in an solvent system ($\text{AcOEt}/\text{HCOOH}/\text{H}_2\text{O}$ 80/10/10, V/V/V), which is characteristic of polyphenols, particularly

flavonoids. These results corroborate and confirm the work of Bonazaba *et al.* who identified spots of the same characteristics, on TLC at UV 365 nm, in the fractions from the ethanolic extract of leaves of the same congolese plant species [19], [23]. The presence of these compounds in this plant has also been confirmed by several works published in the literature [13], [17], [22], [52], [53], [54], [55]. These compounds being soluble in very polar solvents; which made it possible to consider the presence of very polar substituents such as osidic motifs in these compounds and to provide the additional information necessary for structural elucidation [1], [13], [40], [41], [56], [57], [58].

This solubility made it possible to carry out spectral analyses in deuterated DMSO to obtain usable ^1H NMR spectra (Figure 3).

Analysis of these proton spectra revealed that these compounds have a similarity of signals between 04.98 and 13.20 ppm; which allows us to say that they have an identical fragment of their basic structural. These compounds are differentiated by proton signals between 00.00 and 04.98 ppm; these are characteristic of the presence of other chemical groups or radicals associated with this basic fragment. These spectra show that these are polyphenols, in particular flavonoids, containing at least one carbohydrate in their structures [59].

The close similarities are observed between compounds 1 and 2 which exhibit 26 proton signals. However, they are differentiated in ^1H NMR by the presence and absence of a characteristic CH_3 peak ($\delta = 0.46$ ppm) and two signals at 4.39 and 4.47 ppm respectively in these compounds.

Information on compounds 1, 2 and 5 allows one to consider the possibility of isomers or compounds with identical motifs.

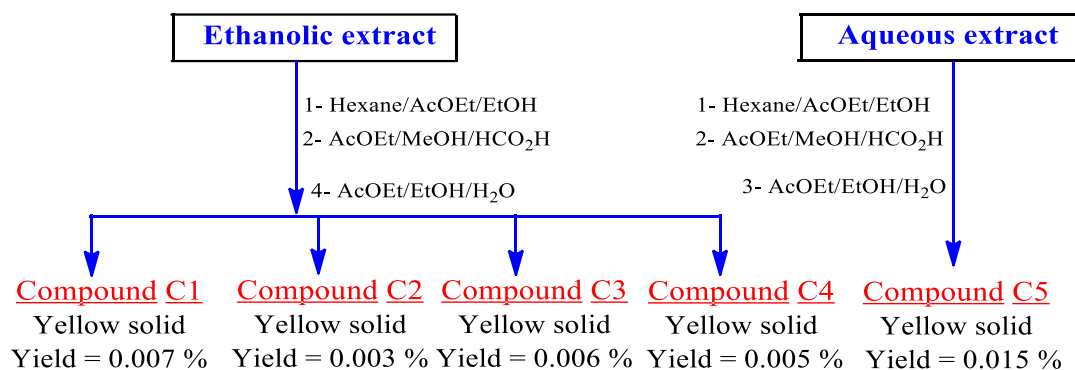


Fig. 2. Scheme of isolation of compounds from *Trema orientalis* B leaves

Considering the similarity of the characteristics (appearance, color, frontal ratio, solubility, NMR and mass spectra) presented by these compounds isolated from these two extracts of the leaves of *Trema orientalis* B., some structural elements of these compounds are proposed from compound C1.

^1H NMR spectrum of compound 1 shows that this molecule has signals at $\delta = 6.26$ (1H, sl), $\delta = 6.80$ (1H, sl), $\delta = 6.90$ (2H, d, $J = 8.80$ Hz) and $\delta = 8.04$ (2H, d, $J = 8.80$ Hz) characteristic of the aromatic protons (H_8 , H_6 , H_3' and H_2') of the basic structure of flavonoids substituted in position 5 and 7 of his part A and in position 4' of his part B (Figures 4 and 5) [23], [59], [60], [61], [62], [63]. Two signals at $\delta = 10.38$ (1H, s) and $\delta = 10.80$ (1H, s) correspond respectively to the protons of the OH function *para*-substituted on the part B and substituted in position 5 on the part A of the flavonoids. Another signal resonating at $\delta = 13.15$ (1H, s) is observed, this is characteristic of an OH function in position 7, in the vicinity of the carbonyl group of the basic ring of the flavonoids. These ^1H NMR data allow us to suppose that these five flavonoids have a basic structure of the 5,7,4'-trihydroxyl-2,3-dihydroflavonol (Kaempferol type) or 5,7,4'-trihydroxyl-2,3-dihydroisoflavonol. Furthermore, signals are observed at $\delta = 0.46$ (3H, d, $J = 6.10$ Hz), between $\delta = 3.22$ and $\delta = 3.57$ (m), at $\delta = 4.32$ (1H, sd, $J = 5.20$ Hz) and at $\delta = 5.26$ (1H, sd, $J = 4.70$ Hz) which could be attributed to carbohydrate or sugar protons (Figures 4 and 6) [23], [63], [64].

The definitive structural determination of these compounds must be confirmed by further, more in-depth analyses.

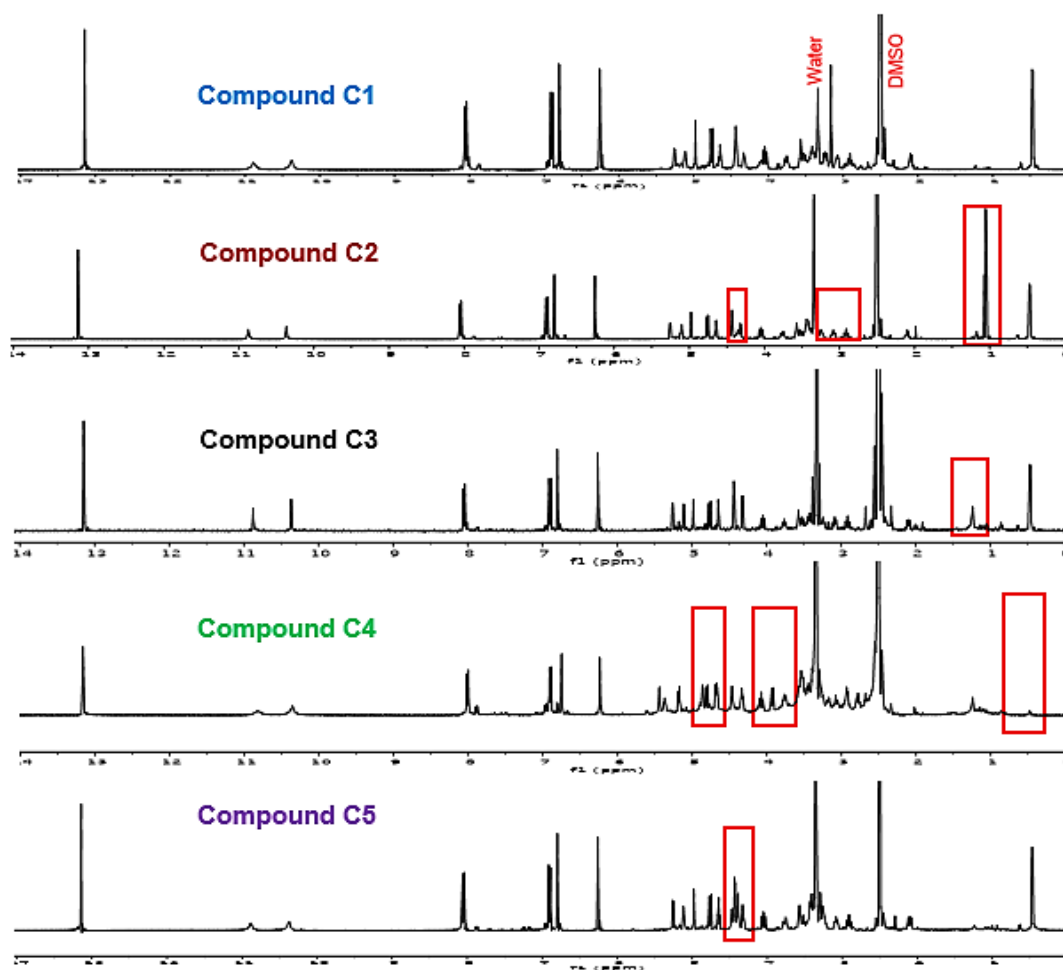


Fig. 3. ^1H NMR spectra of compounds isolated from *Trema orientalis* B. leaves and carried out in deuterated DMSO

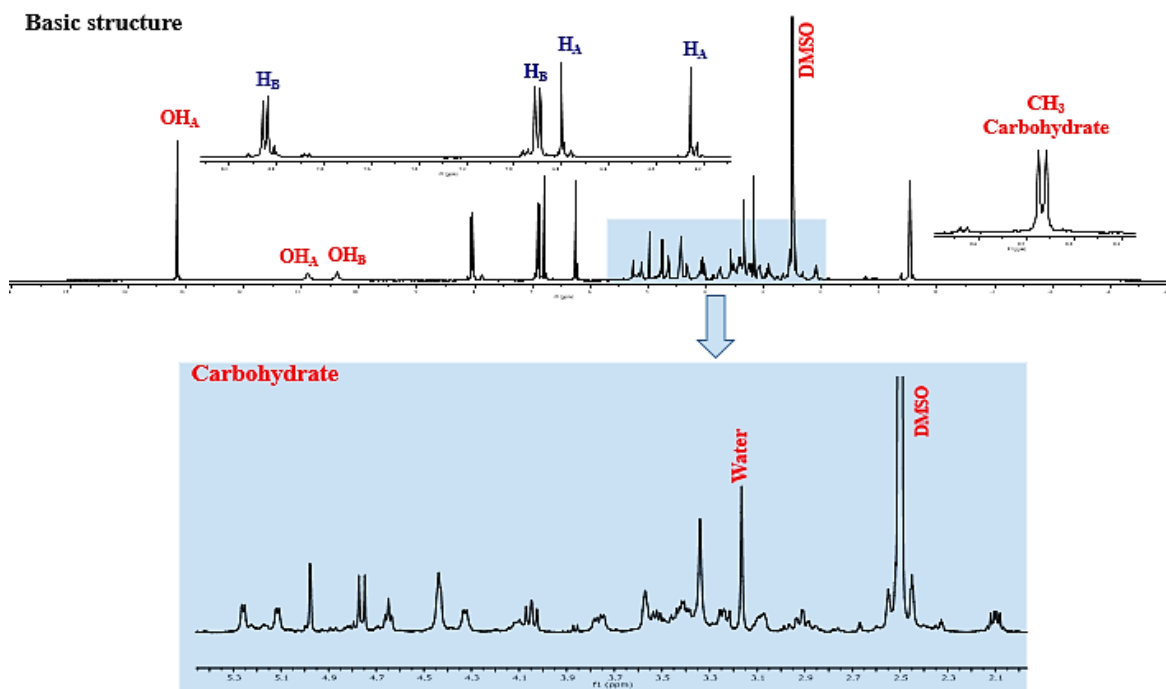


Fig. 4. Detailed ^1H NMR spectra of compound C1 isolated of *Trema orientalis* B. leaves and performed in deuterated DMSO

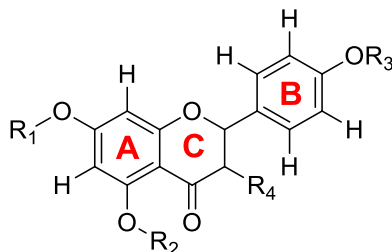


Fig. 5. Supposed basic structure of the compounds

R_1 at R_4 : H ou Carbohydrate



Fig. 6. Structural elements of carbohydrates identified in the isolated compounds

4 CONCLUSION

This work presents a phytochemical study to identify flavonoids from *Trema orientalis* leaves, an antihypertensive plant used in traditional congolese medicine. Among these compounds, five compounds were isolated from this plant. These compounds presented similar characteristics (appearance, solubility in polar solvents, color of spots at UV 365 nm, frontal ratio). The information on the proton spectra allowed to suppose the presence of a basic chemical structure of the type of substituted flavonoids (5,7,4'-trihydroxyl-2,3-dihydroflavonol) or 5,7,4'-trihydroxyl-2,3-dihydroisoflavonol) of at least one sugar in these compounds. This information requires in the future a definitive identification and confirmation of these flavonoids by other more in-depth analyses. They will allow to valorize this plant by the production of antihypertensive phytoproducts rich in flavonoids.

DECLARATION OF INTEREST

The authors declare that they have no conflict with any third party.

ACKNOWLEDGMENT

Our thanks go to the Analysis Pole of Organic Compounds in Poitiers who contributed to the identification of the plant and carried out the scientific analyses of this work.

REFERENCES

- [1] Bruneton J., Pharmacognosie - Phytochimie, plantes médicinales. 4e éd. Revue et augmentée. Paris. Tec & Doc-Éd. Médicales internationales, 2009.
- [2] Perrin, R. and Scharff, J.-P., *Chimie industrielle*. 2è édition, Masson Science, © Dunod, Paris, pp 159-165, 1999.
- [3] C. Robitaille, S. Dai, C. Waters, L. Loukine, C. Bancej, S. Quach, J. Ellison, N. Campbell, K. Tu, K. Reimer, R. Walker, M. Smith, C. Blais and H. Quan, Diagnosed hypertension in Canada: Incidence, prevalence and associated mortality, *CMAJ*. Vol. 184, no. 1, pp. 49-56, 2012.
- [4] Lhuillier A., Contribution à l'étude phytochimique de quatre plantes malgaches: *Agauria salicifolia* hook. f ex oliver, *Agauria polyphylla* Baker (ericaceae), *Tambourissa trichophylla* Baker (Monimiaceae) et *Embelia concinna* Baker (myrsinaceae), Thèse, Institut National Polytechnique de Toulouse, 2007.
- [5] J. Lagarde Betti, J. Lejoly, Contribution to the knowledge of medicinal plants of the Dja Biosphere Reserve, Cameroon: Plants used for treating jaundice, *J. of Med. Plants Res*. Vol. 3, no. 12, pp. 1056-1065, 2009.
- [6] M. S. Ali-Shtayeh, R. M. Jamous, R. M. Jamous and N. M. Y. Salameh, Complementary and alternative medicine (CAM) use among hypertensive patients in Palestine, *Complementary Therapies in Clinical Practice*, pp 1-8, 2013.

- [7] F. Kunle Oluyemisi and H. O. Egharevba, Chemical constituents and biological activity of medicinal plants used for the management of sickle cell disease, *J. Med. Plants Resl.*, Vol. 7, no 48, pp. 3452-3476, 2013.
- [8] D. Niranjana, N. B. Shridhar, M. H. Vinuta, S. S. Manjunatha, U. Sunilchandra, B. S. Pradeep, G. U. Manju and R. P. Suresh, Botanical, pharmacological and toxicological properties of *Trema orientalis*: A Review, *The Journal of Phytopharmacology*, Vol. 12, no. 6, pp. 392-398, 2023.
- [9] J. Dongsogo, C. Larbie, A. M. Idrissu, R. Appiah-Oppong, B. Emikpe and A. D. Abera, Medicinal Plants and Their Finished Marketed Herbal Products Used for Treatment of Liver Diseases in Ghana; A Field Survey and Review. *Res. J. Med. Plants*, Vol. 18, no. 1, pp. 13-23, 2024.
- [10] E. Oppong Bekoe, C. Agyare, J. Sarkodie and D. Dadebo, Herbal Medicines Used in the Treatment of Typhoid in the Ga East Municipality of Ghana. *International Journal of Tropical Disease & Health*, Vol. 23, no 4, pp. 1-13, 2017.
- [11] P. Anwar, A. K. Azad, Z. I. Muhammad, R. M. Mamunur, M. S. Sharif, R. Mizanur and A.K. Azad, A phytochemical and pharmacological review on *Trema orientalis*: a potential medicinal plant, *Newsletter*, Vol. 3, pp. 103-119, 2019.
- [12] T. Napiroon, K. Tanruean, P. Poolprasert, M. Bacher, H. Balslev, M. Poopath and W. Santimaleeworagun, Cannabinoids from inflorescences fractions of *Trema orientalis* (L.) Blume (Cannabaceae) against human pathogenic bacteria, *PeerJ*, pp. 1-15, 2021.
- [13] K. N'Guessan, G. N. Kadia, D. Zirihi, L. Taore, Ake-Assi Screening phytochimique de quelques plantes médicinales ivoiriennes utilisées en pays Krobou (Agboville, Côte-d'Ivoire), *Sciences & Nature*, Vol. 6, no. 1, pp. 1-15, 2009.
- [14] A. Befinoana, J. S. Raso Amanan, A. Rakoto and G. Ralison, Sante orale et phytotherapie à madagascar, *Rev. d'odontost. Malg.*, Vol. 1, pp. 42-50, 2010.
- [15] M. Farzana, M. Mostazur Rahman, T. Ferdous and M. Sarwar Jahan, (2022) Review on *Trema orientalis* as a potential bioresource in tropical countries, *Trees*, Vol. 36, pp. 1169–1177, 2022.
- [16] A. W. Etou Ossibi, R. D. G. Elion Itou, C. Nkounkou Loumpagou, J. D. Hibandza N., L. J. C. Bonazaba Milandou, J.-M. Ouamba., A. A. Abena, Effets des extraits polaires des feuilles de *Trema orientalis* (Linn.) Blume (Ulmaceae) sur la pression artérielle moyenne chez le rat, *Revue CAMES – Série Pharm. Méd. Trad. Afr.*, Vol. 18, no. 1, pp. 8-15, 2016.
- [17] C. Nkounkou Loumpangou, A. W. Etou Ossibi, L. J. C. Bonazaba Milandou, B. I. Tsati Koussoukama, P. U. Bazolo Mampouya, J.-M. Ouamba, A. A. Abena, Caractérisation Phytochimique et Toxicité aigüe des feuilles de *Trema orientalis* (L.) Blume (Cannabaceae), *J. Soc. Ouest-Afr. Chim.*, Vol. 042: 52- 59, 2016.
- [18] S. A. Al-Robai, S.A. Zabin, A. A. Ahmed, H. A. Mohamed, A. A. A. Alghamdi, A. A. E. Ahmed, Phenolic contents, anticancer, antioxidant, and antimicrobial capacities of MeOH extract from the aerial parts of *Trema orientalis* plant, *Open Chemistry*, Vol. 20, pp. 666–678, 2022.
- [19] L. J.C. Bonazaba Milandou, C. Nkounkou Loumpangou, H. Carreyre, J. Bescond, C. Vandebrouck, A. W. Etou Ossibi, J.-M. Moutsambote, J.-M. Ouamba, S. Thibaudou and A. A. Abena, Bio-guided fractionation of the ethanolic extract from leaves of *Trema orientalis* Blume (Cannabaceae), a presumed antihypertensive plant from Congo-Brazzaville, *European Journal of Medicinal plants*, Vol. 20, no. 4, pp. 1-14, 2019.
- [20] R. J. Jegede, J. E. Olajide and O. J. Ogunbiyi, Diuretic potential of the 50% ethanol-methanol extract of *Trema Orientalis* leaves in albino rats, *International Journal of Pharmaceutical Research and Applications*, Vol. 6, no. 5, pp. 84-92, 2021.
- [21] B. B. Boua, J. Mamyrbekova-Bekro, B. A. Kouamé, Y. A. Bekro. Études chimique et pharmacologique de deux plantes utilisées dans le traitement traditionnel de l'hypertension artérielle à Assoumoukro (Côte d'Ivoire). *Eur. J. of Scien. Res.*, Vol. 97, no. 3, pp. 448-462, 2013.
- [22] A. Dinortey, B. Michael, I. K. Galyuon, A. N. Oteng, *Trema orientalis* Linn. Blume: A potential for prospecting for drugs for various uses, *Pharmacogn Rev.*, Vol. 7, no. 13, pp. 67-72, 2013.
- [23] Bonazaba Milandou L. J. C., Fractionnement et caractérisation des extraits de *Trema orientalis* Blume (Cannabaceae), une plante présumée antihypertensive au Congo-Brazzaville vers la valorisation en milieu superacide, Thèse de Doctorat, Université Marien Ngouabi, 2017.
- [24] E. B. Wijaya, L. Riniwasih, Antibacterial activity test of *Trema orientalis* l. *Blumae* (anggrung) granule extract against bacteria salmonella sp. With the wet granulation method, *Indonesia Natural Research Pharmaceutical Journal*, Vol. 5, no. 1, pp. 45-53, 2020.
- [25] P. O. Fabowale, A. O. Ogundare, P. Awoyinka and O. Agunloye, *Trema orientalis* Linn. Blume: Susceptibility Patterns of Selected Multiple Antibiotic Resistant Bacteria and Fungi to the Leaf Extracts, *South Asian Journal of Research in Microbiology*, Vol. 8, no. 2, pp. 25-32, 2020.
- [26] A. A Rafatou Adjileye, A. M. O Amoussa, R. Adamou, B. Awede, A. Sanni, A. Laleye, L. Lagnika, Antihypertensive effect of *Dialium guineense* Wild. and *Trema orientalis* L. in L-NAME-induced hypertensive rats, *The Journal of Phytopharmacology*, Vol. 9, no. 1, pp. 5-11, 2020.
- [27] K. Tokou Labite, K. Togbenou, K. Dosseh, K. Idoh, T. Kpatcha, A. Agbonon, Diuretic effects and subacute toxicity of *Trema orientalis* Linn leave extract in wistar rats, *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, Vol. 13, no. 4, pp. 46-53, 2023.

- [28] M. Kabir, A. AL-Noman, B. Kumar Dash, M. Hasan, S. Akhter, M. Rahman, *Trema orientalis* (Linn.) leaves promotes anticancer activity in Ehrlich ascites carcinoma (EAC) in Swiss albino mice. DE GRUYTER, *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*, no. 20190121, pp. 1-12, 2019.
- [29] G. Ajayi, A. Idoko, A. Usman, phytochemical analysis and antibacterial activity of *Trema orientalis* (Ulmaceae) stem bark extracts on respiratory tract bacteria, *Trop J Nat Prod Res*, Vol. 2, no. 12, pp. 512-516, 2019.
- [30] K. N. Jiji, C. Pramod, S. P. Bobby, D. R. P. Muralidharan, Evaluation of antidiabetic activity of ethanolic extract of *Trema orientalis* (L.) Blume leaves, *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, Vol. 11, no. 5, pp. 17-26, 2016.
- [31] Pamisha P., Antiplasmodial Neolignans from *Trema Orientalis* - Identification, Synthesis and Analogue Génération, Thèse, Université de Cape Town, 2012.
- [32] T. Dimo, F. T. Nguemou, P. Kamtchouing, E. Dongo, P. V. Tan, (2006). Glucose lowering efficacy of the aqueous stem bark extract of *Trema orientalis* (Linn) Blume in normal and streptozotocin diabetic rats, University of Yaounde I, *Pharmazie*, no. 61, pp. 233-236.
- [33] S. K. Jain and S. Sumita, Traditionnal use of some Indian plants among islanders of the Indian Ocean, *Indian J. Tradit. I Knowledge*, Vol. 4, no. 4, pp. 345-357, 2005.
- [34] K. Tuo, S. Béourou, A. Touré, Offianan, K. Ouattara, S. Meité, A. B. Ako Ako, S. S. Yao, D. Koffi, B. Coulibay, A. Coulibaly, A. J. Djaman, Antioxidant activities and estimation of the phenols and flavonoids content in the extracts of medicinal plants used to treat malaria in Ivory Coast. *Int. J. Curr. Microbiol. App.Sci.*, Vol. 4, no. 1, pp. 862-874, 2015.
- [35] R. AA Adjileye, A. M. O. Amoussa and L. Lagnika, *Trema orientalis* L. and *Dialium guineense* Wild. used to manage hypertension in Bénin: phytochemical study and antioxidant activity, *Journal of Medicinal Plants Studies*, Vol. 7, no. 3, pp. 43-48, 2019.
- [36] T. Hemalatha, D. Ahino Mary, A. Saravana Ganthi, Acute and sub-acute toxicity study of *Trema orientalis* (L.) Bl. Methanol extract in rats, *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 2019; Vol. 9, no. 1-s, pp. 307-311, 2019.
- [37] A. Mekarunothai, M. Bacher, R. Buathong, S. Intarasam, N. Tayana, S. Kongkiatpaiboon, T. Charoenrat and T. Napiroon, β -sitosterol isolated from the leaves of *Trema orientalis* (Cannabaceae) promotes viability and proliferation of BF-2 cells, *PeerJ*, no. 12: e16774, pp. 1-15, 2024.
- [38] R. Das, S. Agrawal, P. Kumar, A. K. Singh, P. K. Shukla, I. Bhattacharya, K. N. Tiwari, S. K. Mishra, A. K. Tripathi, Network pharmacology of apigenilavan: a novel bioactive compound of *Trema orientalis* Linn. in the treatment of pancreatic cancer through bioinformatics approaches. *Biotech.*, Vol. 13, no. 160, pp. 1-20, 2023.
- [39] A. Saleh, S. M. Zainal-Arifin, S. F. Yahaya, A. G. Khaleel, Antioxidant activities and estimation of phenol and flavonoid contents in the extracts of *Trema orientalis* Linn Blume, *Nigerian Veterinary Journal*, Vol. 41, no. 2, pp. 73-84, 2020.
- [40] Wagner H. and Bladt S., *Plant drug analysis a thin layer chromatography*, Atlas. 2nd édition, Berlin: Springer-Verlag, 1996.
- [41] Z. Samira, C. Lorraine, R. Mohammad Abd El, K. Ali, Iyad K., Acétalisation verte du glycérol et du carbonyl catalysée par $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, *Catalyse moléculaire*, no. 438, pp. 204-2013, 2017.
- [42] MyMaxicours, *Oxydation d'un alcool et d'un aldéhyde*, 2024.
[Online] Available: <https://www.maxicours.com/se/cours/oxydation-d-un-alcool-et-d-un-aldehyde/> (Octobre 04, 2024).
- [43] R. Corriu, M. Doré, R. Thomassin, Mécanisme de la C-acylation: Étude cinétique du mécanisme de la benzylation des composés aromatiques catalysés par AlCl_3 , *Tétraèdre*, Vol. 27, no. 22, pp. 5601-5618, 1971.
- [44] I. T. Gbadamosi, J. O. Moody, A. O. Yekini, Nutritional Composition of Ten Ethnobotanicals Used for the Treatment of Anemia in Southwest Nigeria. *Eur. J. of Med. Plants*. Vol. 2, no. 2, pp. 140-150, 2012.
- [45] M. Farzana, M. Mostazur Rahman, T. Ferdous and M. Sarwar Jahan, Review on *Trema orientalis* as a potential bioresource in tropical countries, *Trees*, Vol. 36, pp. 1169-1177, 2022.
- [46] K. Tokou Labite, K. Togbenou, K. Dosseh, K. Idoh, T. Kpatcha, A. Agbonon, Diuretic effects and subacute toxicity of *Trema orientalis* Linn leave extract in wistar rats, *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, Vo. 13, no. 4, pp. 46-53, 2023.
- [47] A. Saleh, S. M. Zainal-Arifin, S.F. Yahaya, A.G. Khaleel, Antioxidant activities and estimation of phenol and flavonoid contents in the extracts of *Trema Orientalis* Linn Blume, *Nigerian Veterinary Journal*, Vol. 41, no. 2, pp. 73-84, 2020.
- [48] V. G. Kanase and J. Singh. Evaluation of antipyretic and antiulcer activity of ethanolic extract of leaves of *Trema orientalis* L. in albino wistar rats, *Asian J Pharm Clin Res*, Vol. 12, no.12, pp. 149-154 2019.
- [49] P. O. Fabowale, O. Agunloye and I. C. Adekanmbi. Comparative Screening of Phytochemicals and Bioactive Compounds of *Trema orientalis* (Linn. Blume) leaf and bark extracts, *Asian Journal of Research in Biochemistry*, Vol. 13, no. 2, pp. 7-16, 2023.
- [50] C. Pramod, M. Ratheesh, P. J. Svenia and J. Stephy, Evaluation of hypolipidemic activity of ethanolic extract of *Trema orientalis* L. Blume leaves, *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, Vol. 9, no. 4, pp. 904-911, 2020.
- [51] J. E. Olajide, M. Sanni, O. J. Achimugu, M. S. Suleiman, E. R. Jegede, V. D. Sheneni, Effect of methanol extract of *Trema orientalis* leaf on some biochemical and histopathological indices of wistar albino rats with cadmium-induced-hepatotoxicity, *Scientific African*, Vol. 10, no. e00568, pp. 1-9, 2020.

- [52] W.-L. Kuo, H. Yu-Ling, W. Shr-Ting, N. Ching-Li, S. Bor-Jinn, C. Chien-Chih, Chemical constituents of *Trema orientalis*, *J. Chin. Med.*, Vol. 18, no. 1,2, pp. 27-36, 2007.
- [53] A.G. Khaleel, Antioxidant activities and estimation of phenol and flavonoid contents in the extracts of *Trema orientalis* Linn B., *Nigerian Veterinary Journal*, Vol. 41, no 2, pp. 73-84, 2020.
- [54] I. Idrus, J. Mukaddas, F. Mustafa. Isolasi dan identifikasi flavonoid ekstrak daun anggrung (*Trema orientalis* bi) secara spektrofotometri infra. Yayasan akrab pekanbaru, *Jurnal Akrab Juara*, Vol. 5, no. 4, pp. 177-184, 2020.
- [55] L. Lachat, Caractérisation des composés phénolique présents dans deux espèces du genre *Alchemilla*, Filière technologie du vivant, Diplôme: Hes.so//HES-SO Valais, pp. 1-34, 2001.
- [56] D. E. Giannasin, Generic relationships in the ulmaceae based on flavonoid chemistry, *Taxon*, Vol. 27, no. 4, pp. 331-344, 1978.
- [57] M. R. Patel and H. S. Pancha. Isolation and Identification of Flavonoid Compounds in *Trema orientalis* Leaves by Preparative TLC and Various Spectroscopic Techniques, *Int J Ayu Pharm Chem*, Vol. 6, no. 1, pp. 238-244, 2017.
- [58] Haidara M.A., Etude de la phytochimie et de l'activité anti-hypertensive de trois (3) plantes et d'une recette utilisées dans le traitement traditionnel de l'hypertension artérielle, Thèse, Université de Bamako, 2008.
- [59] N. Fabre, I. Rustan, de H. Edmond and J. Quetin-Leclercq, Determination of flavone, flavonol, and flavanone aglycones by negative ion liquid chromatography electrospray ion trap mass spectrometry, *J Am Soc Mass Spectrom*, no. 12, pp. 707-715, 2001.
- [60] Portet B., Recherche bioguidée de molécules antipaludiques d'une plante guyanaise, *Piper hostmannianum* Var. *berbicense*, Thèse, Université Paul Sabatier Toulouse III, 2007.
- [61] Bi Koffi Kouame F.-P., *Valorisation de quatre plantes médicinales ivoiriennes: étude phytochimique*, Thèse, Université De Nantes et de L'Université De Cocody-Abidjan, 2012.
- [62] Boutaghane N., Etude phytochimique et pharmacologique de plantes médicinales Algériennes *Genista ulicina* Spach (Fabaceae) et *Chrysanthemum macrocarpum* (Sch. Bip.) Coss. & Kralik ex Batt (Asteraceae), Thèse, Université de Constantine 1, 2013.
- [63] Harkati B., Valorisation et identification structurale des principes actifs de la plante de la famille asteraceae: *Scorzonera Undulata*, Thèse, Université Mentouri- Constantine, 2011.
- [64] Coulerie P., Étude phytochimique et pharmacologique de plantes de Nouvelle-Calédonie à potentialités anti-dengue, Thèse, Université de la Nouvelle-Calédonie, 2012.

Analyse de la chaine de valeur des feuilles de l'*Hyphaene thebaica* du Goulbi N'kaba

[Value chain analysis of *Hyphaene thebaica* leaves of Goulbi N'kaba]

ADAM Mamadou¹, MAHAMAN Sabiou², and MAMAN Garba²

¹Département d'Economie, Sociologie Rurales et Transfert de Technologies, Institut National de la Recherche Agronomique (INRAN), Niger

²Département de Gestion des Ressources Naturelles, Institut National de la Recherche Agronomique (INRAN), Niger

Copyright © 2025 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 Goulbi N'kaba field tree is the most important area for the exploitation and processing of *Hyphaene thebaica* products in Niger. It offers a good job opportunity to several actors and through the added value generated procures them revenues. This study aims to analyze the main links in the marketing of doum tree-based products. The methodology consisted of collecting data by focus groups and individual interviews, using interview guides and questionnaires to nearly one hundred main actors exploiting leaves, operating in villages, markets, and Goulbi N'Kaba leaf counters. The results show that the doum tree value chain revolves around the leaves and ripe fruits. These are processed into various products and craft items, of which mat weaving is the most remunerative activity. The products are marketed by links in traditional markets but also at the leaf counters. These activities create added value of 5.40% for leaf operators, 13.6% for craftsmen and 81% for traders, especially wholesalers. The 10% taxes collected at the leaf counters should generate substantial resources used to finance development projects within the communities in charge of the management of the field of doum tree of Goulbi N'kaba.

KEYWORDS: Doum tree, processing, marketing, leaf counter, Goulbi N'Kaba, Maradi.

RESUME: La doumeraie du Goulbi N'kaba constitue la zone la plus importante d'exploitation et de transformation de produits d'*Hyphaene thebaica* au Niger. Elle offre une grande opportunité d'occupation et des revenus à plusieurs acteurs notamment par la création de la valeur ajoutée. Cette étude vise à analyser les principaux maillons de la commercialisation des produits à base de l'*Hyphaene thebaica*. La méthodologie a consisté en la collecte des données par focus groupe et des entretiens individuels en utilisant des guide d'entretiens et questionnaire auprès d'une centaine d'acteurs exploitants des feuilles, actifs sur les marchés et au niveau des comptoirs des feuilles du Goulbi N'Kaba. Les résultats montrent que la chaine de valeur de Doum s'articule autour des feuilles et des fruits murs. Ces derniers sont transformés en divers sous-produits et articles artisanaux, dont le tissage de natte constitue l'activité la plus rémunératrice. Les produits sont commercialisés par maillon sur des marchés traditionnels mais aussi au niveau des comptoirs de feuilles. Ces activités créent de la valeur ajoutée de 5,40% pour les exploitants des feuilles, de 13,6% pour les artisans et 81 % pour les commerçants notamment les grossistes. La perception de taxe de 10% au niveau des comptoirs des feuilles devrait générer des ressources substantielles pour le financement des actions de développement des collectivités en charge de la gestion de la doumeraie de Goulbi N'kaba.

MOTS-CLEFS: Doumier, transformation, commercialisation, comptoir des feuilles, Goulbi N'kaba, Maradi.

1 INTRODUCTION

L'*Hyphaene thebaica* est une espèce de la famille des Arecaceae, de la tribu des Borasseae, du genre *Hyphaene* de l'espèce *thebaica*. Il est une espèce thermophile (plus de 30°C), qui tolère le sel et l'inondation. Il peut atteindre 40 cm de diamètre et 20 à 30 m de hauteur offrant jusqu'à quatre fourches successives couronnées chacune par un bouquet de feuilles ([1], [2]). Les feuilles de couleur gris vert sont dures et rigides. Elles peuvent être longues de 180 cm et larges de 75 cm. Le bouquet a un pétiole armé de fortes épines noires irrégulières et est légèrement plus court que le limbe ([2]). Un arbre peut produire jusqu'à 50 kg de fruits par an et plusieurs rejets. Le fruit est une drupe sèche et indéhiscente qui pèse environ 50 g et mesure en moyenne 6 cm de longueur, 5 cm de largeur et de 5 à 8 cm de diamètre. Il possède un pédoncule court et velu, un péricarpe composé d'un épicarpe lisse et vernissé et d'un endocarpe ligneux et fibreux représentant l'enveloppe osseuse de la graine ([1], [3]).

L'*Hyphaene thebaica* est utilisé à des fins industrielles, médicinales, ornementales, agronomiques et alimentaires ([4]). Il est intéressant en termes de restauration des qualités chimiques et structurales des terres agricoles ([5], [6], [7], [3], [8]). Les stipes de l'*Hyphaene thebaica* sont utilisés comme bois d'œuvre de construction des maisons ou des pirogues ([1], [9], [10]). Plusieurs de ses parties peuvent servir de combustibles pour les cuissons alimentaires ou de fourrages pour nourrir le bétail ([4], [8], [11]). Les fruits et le cœur de l'*Hyphaene thebaica* sont exploités pour l'alimentation humaine et les feuilles pour nourrir les animaux ([9]). Les feuilles sont aussi exploitées pour fabriquer des articles artisanaux tels que les nattes, les cordes, les chapeaux, les vans, les paniers, etc., très utiles dans les activités ménagères et champêtres ([1], [2], [8]). Ces articles sont aussi utilisés comme des objets d'art et de décoration dans les centres urbains.

Au Niger, la doumeraie du Goulbi N'kaba (longue de plus 70 km) constitue sans doute le centre d'exploitation et de transformation de feuilles de l'*Hyphaene thebaica* le plus important. Elle est au centre de plusieurs projets dont le [12] qui a élaboré le plan de sa gestion. L'exploitation des produits du doumier est réglementée notamment pour la cueillette des feuilles et des fruits. La cueillette des fruits se réalise une fois par an. La cueillette des fruits jeunes (consommation familiales) se fait de juillet à août et celle des fruits mûrs se fait de novembre à décembre. Les fruits secs sont transformés en poudre grossière de l'*Hyphaene thebaica* pour divers usages alimentaires. La récolte des feuilles est continue, se fait toutes les deux semaines durant toute l'année. Néanmoins, les feuilles sont plus jolies et les rendements plus élevés en fin de saison des pluies.

La commercialisation des divers produits et sous-produits de l'*Hyphaene thebaica* constitue une activité intéressante sur les plans économique, procure du travail aux acteurs ([11], [13], [14], [15], [16]) et sociaux en tissant des relations d'échanges, de complémentarité et de cohésion entre des femmes, des vieillards et autres bras valides et agents économiques.

L'exploitation des produits de l'*Hyphaene thebaica* et leurs transformations en sous-produits impliquent plusieurs acteurs qui se spécialisent par maillon, depuis la cueillette des palmes jusqu'à la consommation des articles. Chaque acteur valorise les produits et ainsi ajoute de la valeur avant la mise en vente sur le marché traditionnel. Parallèlement, le Projet d'Appui à la Surveillance du doumier et au Renforcement de ses Filières [15] a initié la mise en place des comptoirs de feuilles pour réguler et faciliter les flux des ressources notamment le suivi, le contrôle et le prélèvement des taxes sur les échanges commerciaux.

Divers travaux de recherche conduite au Niger et dans d'autres pays du sahel ont principalement analysé le fonctionnement de l'*Hyphaene thebaica* et la commercialisation de quelques produits. Aussi quelques projets ont proposé des plans d'aménagement et de gestion pour une exploitation durable de la doumeraie du Goulbi N'kaba. Ce travail vise à apporter des connaissances complémentaires sur la commercialisation et les chaînes de valeurs des produits du doumier. Il a principalement caractérisé les principaux acteurs, les produits et sous-produits afin d'analyser les valeurs ajoutées par maillons. Cette étude contribuera à terme au renforcement d'une gestion durable de cette importante ressource forestière.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

La méthodologie est basée sur la synthèse de la recherche bibliographique qui a permis de mieux circonscrire la zone de l'étude et d'établir les généralités de l'*Hyphaene thebaica*, ses produits et sous-produits. Cette recherche bibliographique a également permis de mieux identifier les différents acteurs et les maillons de la valorisation des produits et des produits dérivés de l'*Hyphaene thebaica*. Elle a enfin guidé l'affinage des outils de collecte de données.

2.1 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

La doumeraie du Goulbi N'kaba est située dans la vallée du goulbi qui traverse sur plus 70 km le département de Mayahi dans la région de Maradi. Elle couvre une superficie d'environ 31 500 hectares sur un sol mixte, sablonneux et argileux. Elle compte plus de 80 000 personnes en 2007 (Regis, et al., 2008) répartis dans 63 villages riverains de 4 communes de

Kanembakaché, de Mayahi, de Sarkin Haoussa et de Attantané. Elle est caractérisée par, en plus du doumier, une forte végétation arboricole constituée notamment de l'*Acacia raddiana*, de l'*Acacia albida*, du *Bauhinia rufescen*, du *Calotropis procera*, du *Pilostigma reticulatum* et du *Ziziphus mauritiana*.

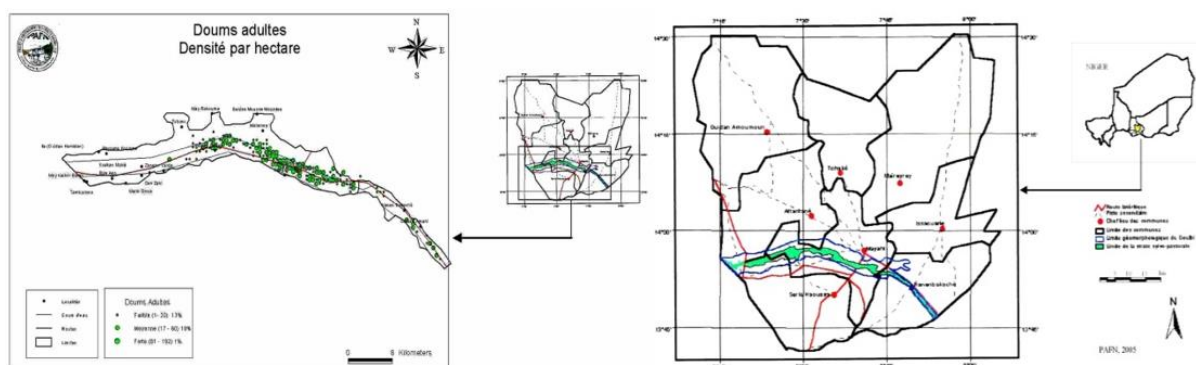


Fig. 1. Carte du Goulbi N'kaba

2.2 ECHANTILLONNAGE ET OUTILS DE COLLECTE DES DONNÉES

L'échantillonnage et les outils de collecte utilisés sont résumés dans le tableau 1. L'échantillonnage a été systématique pour tenir compte de la diversité des villages avec des droits variés (usufruits/exploitation) d'exploitation de la doumeraie, de la diversité des acteurs et des maillons impliqués dans la commercialisation des produits du doumier. Divers outils de collecte de données ont été utilisés en fonction de la spécificité des informations recherchées tels que présentés dans le tableau 1. Six focus groupes ont été organisés au niveau des villages, des guides d'entretien ont permis de collecter des données au niveau de cinq comptoirs de palmes et de quatre marchés hebdomadaires qui ont été visités et des questionnaires individuels ont été renseignés au niveau de exploitants/acteurs des 10 villages riverains de la doumeraie de Goulbi N'kaba.

Tableau 1. Synthèse de la démarche de collecte des données

Niveau de collecte de données	Nombre	Outils
Villages riverains du Goulbi N'kaba	6	Focus groupes
Comptoirs des produits du doumier	5	Guides d'entretien
Marché des produits/sous-produits du doumier	4	Guides d'entretien
Cueilleurs de palme	6	Questionnaires
Collecteurs de palme	2	Questionnaires
Artisans (cordes, nattes, etc.)	6	Questionnaires
Détaillants	3	Questionnaires

2.3 ANALYSE DES DONNÉES

Les données collectées au niveau individuel ont été d'abord synthétisées par maillon et confronté à la synthèse de celles collectées par focus groupe. Le tableur d'Excel a servi de base pour calculer les paramètres statistiques de certaines caractéristiques des données.

3 RÉSULTATS

3.1 PRODUITS ET PRODUITS DÉRIVÉS DE LE DOUMERAIE DE GOULBI N'KABA

Les produits de la doumeraie de Goulbi N'kaba sont soumis au code forestier du Niger qui régit dans son alinéa 3 (loi 2004-040 du 8 juin 2004 portant régime sur les ressources forestières au Niger) l'exploitation et la protection des ressources naturelles. Le code forestier donne le droit d'usufruit aux populations riveraines l'exploitation commerciale des feuilles, des fruits murs et domestiques des fruits verts (non murs) de l'*Hyphaene thebaica*. L'exploitation des autres produits (stypes, rameaux floraux, racines etc.) est strictement interdite dans le Goulb N'Kaba. Les techniques d'exploitation des produits de

l'Hyphaene thebaica et d'entretien de la doumeraie de Goulbi N'kaba sont traditionnelles. Elles ont été héritées des ancêtres des habitants du village de Guidan Allou et ont été ensuite vulgarisées par tache d'huile au niveau des villages riverains.

3.1.1 PRODUITS

Les feuilles sont les principaux produits de la doumeraie de Goulbi N' Kaba cueillies par la majorité des exploitants. Elles sont classées en fonction de leur qualité et de leur finalité, par exemple les feuilles pour tisser des nattes sont sélectionnées parmi les palmes les plus larges. Les fruits mûrs du doumier constituent le second produit exploité par certaines femmes et des enfants. Ces deux produits sont le plus souvent commercialisés dans les marchés hebdomadaires ou des grands marchés dans d'autres régions. D'autres produits sont collectés pour des usages domestiques, non commercial. Les fruits verts sont réservés pour la consommation humaine. Les palmes sont utilisés comme bois de chauffe dans certains ménages des villages riverains alors que les jeunes palmes sont utilisés comme ressources fourragères pour l'alimentation du bétail.

3.1.2 CONDITIONNEMENT ET SÉCHAGE DES PRODUITS DÉRIVÉS

Les feuilles fraîches peuvent être directement exposées au soleil pendant 24 h pour leur séchage. Elles sont parfois travaillées pour séparer les limbes des nervures afin de faciliter la confection des articles ménagers. Les limbes « Kaba Tabarma » sont séparées des nervures « Gareri » pour offrir la matière première pour respectivement confectionner des nattes et des cordes. Elles sont attachées en bottes de 100 palmes ou en fagots moyens de 200 palmes ou en grands fagots composés de 800 à 1000 palmes pour faciliter leur entreposage, leurs transports et la commercialisation.

Les fruits murs sont conditionnés dans des sacs de 50 kg ou 100 kg. Ils subissent tout comme les feuilles fraîches des pré-transformations avant la mise en sac et la commercialisation. Ils sont concassés avec des outils rudimentaires (pilons, masses, etc.) pour séparer le péricarpe du noyau. La poudre grossière est ensuite mise dans des sacs de 50 à 100 kg pour faciliter le stockage, la conservation et le transport.

La conservation des produits du doumier ne nécessite qu'un abri ombragé à faible humidité. Elle se fait souvent dans les cases, sous les hangars etc. de fortune. Les produits des feuilles se conservent bien et ne s'altèrent pas s'ils ne sont pas exposés à des fortes humidités. Certains grossistes louent des magasins pour stocker leurs produits.

3.1.3 PRODUITS DÉRIVÉS

Les nattes sont tissées par des personnes expérimentées généralement des vieillards qui ont hérité la confection des articles de leurs parents. Elles sont de plusieurs types. Certaines sont simples sans un design particulier et de couleur blanche « Karannou », d'autres présentent des designs assortis de coloration bien marquées « Guouda ». Ces dernières sont peu fabriquées à cause du besoin élevé en colorants et en main d'œuvre, bien qu'elles soient de qualité et procurent des marges bénéficiaires relativement intéressantes.

Les cordes sont tissées par tous les producteurs, souvent pour les usages domestiques notamment la confection des greniers, l'attachement des bottes, des sekos, etc. Néanmoins, certains artisans confectionnent des cordes pour la vente et générer un peu de revenu. Cette activité est pratiquée par manque de travail rémunérateur et est réalisée souvent sous les arbres à palabre comme passe-temps.

Les paniers et les chapeaux sont souvent confectionnés par des hommes et les vannes par les femmes. La poudre grossière des fruits mûrs « Bri » est produite par quelques femmes dans quelques villages. Cette activité se pratique deux à trois mois seulement au cours de l'année parce que la fructification est annuelle.

3.2 COMMERCIALISATION DES PRODUITS DE L'HYPHAENE THEBAICA

3.2.1 ACTEURS DE LA CHAÎNE VALEUR

Les acteurs de la chaîne de valeur des produits de l'*Hyphaene thebaica* sont les cueilleurs (des feuilles et des fruits), les artisans, les collecteurs, les détaillants, les grossistes et les consommateurs. Les cueilleurs des feuilles sont des hommes et des femmes, qui sont expérimentés, qui sélectionnent les palmes à couper pour permettre le développement de nouvelles jeunes palmes toutes les deux semaines. Ils ont besoins seulement d'un couteau et la force physique pour couper les palmes. Les cueilleurs des fruits immatures sont souvent des enfants qui grimpent sur l'arbre et parfois quelques femmes utilisant des longs bâtons. Cependant, les cueillettes des fruits matures sont réalisées par quelques femmes exploitantes des poudres des fruits.

Les artisans sont des personnes âgées, souvent pas nombreux dans chaque village, se comptent au bout des doigts dans la plupart des villages. Ils sont en moyenne 4 artisans par type d'article par village. Certains tissent des nattes, d'autres des cordes à triples tissages et peu de gens tissent les cordes à double tissage.

Les collecteurs sont des commerçants (boutiquiers ou colporteurs) qui achètent des produits souvent à des prix dérisoires pour les revendre sur les marchés hebdomadaires avec des marges bénéficiaires de 50 FCFA à 100 FCFA par produit.

Les détaillants sont des revendeurs qui viennent acheter quelques fagots ou sacs des produits (feuilles, nattes, cordes, farine de fruit du doum, etc.) et les revendre sur les marchés hebdomadaires.

Les semi-grossistes achètent en moyenne 10 fagots de feuilles et quelques 200 à 300 cordes pour aller revendre sur d'autres marchés terminaux. Les grossistes sont rares pour les produits de palm. Il y a un grossiste pour les feuilles et un autre pour les fruits murs. Ce dernier donne des avances pour acheter jusqu'à 500 sacs de 50 kg de noix.

Les consommateurs sont des exploitants qui utilisent les produits pour sécuriser principalement des productions agricoles, attacher des animaux, fabriquer des articles artisanaux ménagers, construire des habitats, etc.

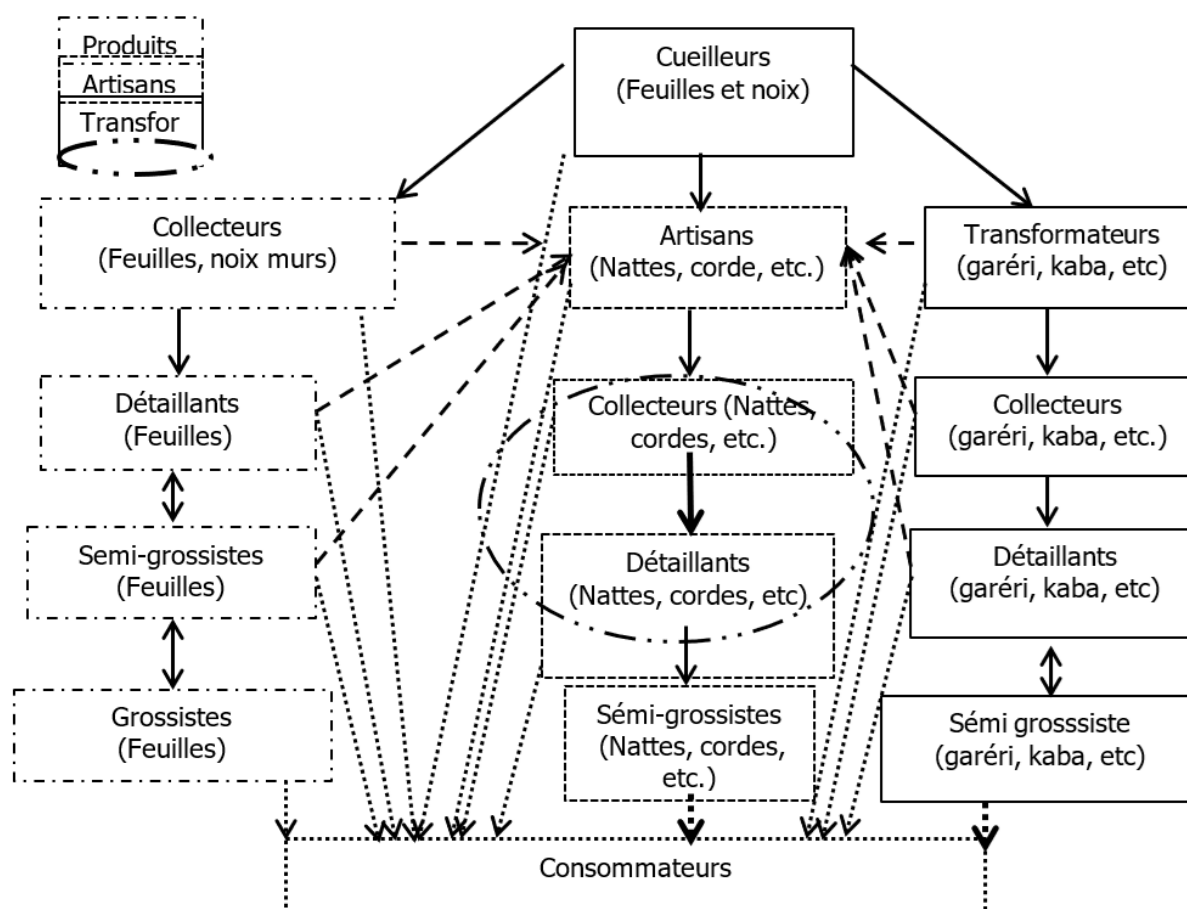


Fig. 2. Cartographie des acteurs de la filière des produits du doum

Les acteurs sont dispersés sans aucune relation apparente. Chaque acteur travaille seul, sans se soucier des autres acteurs du même et/ou des autres maillons. Il n'y a aucun acte ou même un accord formel ou informel créant des bases de production et de commercialisation des produits entre les acteurs.

3.2.2 MARCHÉS TRADITIONNELS

La commercialisation des produits et produits dérivés de *Hyphaene thebaica* se faisait autrefois timidement dans le village de Guidan Allou. Elle s'est propagée dans tous les villages riverains grâce à la forte demande des agropasteurs. Cette demande a motivé des ménages pauvres à s'intéresser et s'impliquer dans l'exploitation des feuilles.

La vente se fait aujourd'hui sur plusieurs types de marchés autour du Goulbi N'kaba (marché de collecte, de regroupement) mais aussi dans d'autres régions (marchés terminaux de consommation). Au niveau des marchés de collecte, les transactions se font souvent sous forme de troc et sur confiance entre les cueilleurs et les collecteurs. Les feuilles et les fruits murs sont les produits les plus commercialisés sur ces marchés. Ils sont vendus aux boutiquiers ou collecteurs du village. Ces échanges sont bien développés grâce à l'existence de facilité de transactions entre les deux parties. Les trocs, les avances sur produits, etc. sont fréquemment exploités dans les transactions, bien que les producteurs ne soient pas bien rémunérés. Les producteurs échangent des produits de premières nécessités contre la livraison d'une quantité de produits de l'*Hyphaene thebaica* fixée par le collecteur. Il est à noter que la vente des articles artisanaux se fait rarement sur ces types de marchés parce que la demande est quasiment faible au niveau du village.

Par contre, sur les marchés de regroupement et terminaux, les transactions se font directement en cash entre les producteurs et les consommateurs. Elles se réalisent aussi sous diverses formes entre les producteurs et les grossistes, évidemment avec l'intermédiation des collecteurs et des détaillants. Les grossistes utilisent souvent les collecteurs et les détaillants pour constituer les quantités dont ils ont besoins en produits et sous-produits de l'*Hyphaene thebaica*. Ils donnent souvent des avances de fonds pour collecter des produits et produits dérivés dans les villages et les marchés de collecte.

Toutes les transactions commerciales des produits du doumier doivent se faire au niveau des comptoirs des feuilles pour faciliter la perception des taxes.

3.2.3 COMPTOIR DES PRODUITS DE L'HYPHAENE THEBAICA

Le concept de comptoir de feuilles a été créé pour mieux valoriser les ressources de la palmeraie du Goulbi N'kaba. Il a pour principale mission de suivre, de contrôler et percevoir des taxes sur les échanges commerciaux des produits du doumier. Le code forestier prévoit une taxe d'exploitation de 10 %. En plus de cette taxe, les exploitants n'ayant pas le droit d'usufruits, paient des taxes supplémentaires, journalières ou hebdomadaires, variant de 200 FCFA à 1000 FCFA en fonction du moyen de transport utilisé.

Le comptoir est géré par un comité composé des acteurs locaux. Il joue le rôle d'intermédiation entre les vendeurs et les acheteurs des produits de l'*Hyphaene thebaica* afin de mieux collecter les taxes de commercialisation des produits de l'*Hyphaene thebaica*. Le gérant du comptoir est chargé des prélèvements des taxes sur la présentation et la sortie des produits et des sous-produits du doumier. La tarification de la taxe est présentée dans le tableau 2.

Tableau 2. Taxation des produits au niveau du comptoir

Produits	Taxe de présentation (FCFA)	Taxe de sortie (FCFA)	Total
Fagots de feuilles	100	100	200
Cordes	5	5	10
Nattes	25	25	50

3.3 LES FLUX DES RESSOURCES

3.3.1 QUELQUES CARACTÉRISTIQUES DU MARCHÉ DES PRODUITS

Les quantités des feuilles prélevées dans la doumeraie sont difficiles à évaluer pour plusieurs raisons. Les coupes sont occasionnelles, les fraudes sont fréquentes, la consommation domestique est importante, etc. En plus, il y a une multiplicité des unités de mesure, ce qui rend l'agrégation compliquée.

Dans cette étude, on utilisera le nombre de fagots de feuilles pour estimer le flux. Ainsi, sur la base qu'une personne ne peut prélever de feuilles que sur quatre jours et deux fagots au maximum par jour par semaine et un nombre moyen de 8 cueilleurs par village, sur 36 semaines en moyenne, on évalue à 145 152 fagots prélevés de la doumeraie du Goulbi N'kaba. Il est assez compliqué de faire le même exercice pour la quantité des fruits murs et des fruits immatures prélevés.

Les prix des produits de l'*Hyphaene thebaica* varient du simple au double en fonction de la demande. Ils sont bas durant la saison sèche où la demande est faible et élevés au moment de la récolte des céréales où la demande est forte pour sécuriser les productions. Durant cette période la botte de « Sarké » est vendue en moyenne à 125 FCFA et deux fois moins chers à 60 FCFA au moment où la demande est faible.

3.3.2 MARGES BÉNÉFICIAIRES

Les résultats montrent que le tissage des nattes génère plus de bénéfices que tous les autres articles. Le bénéfice de la confection des cordes à triple tissage est meilleur que celui de la corde à double tissage. La vente des feuilles est le moins rémunérateur.

Tableau 3. *Comparaison de la marge bénéficiaire des produits*

Produits	Quantité bottes	Nombre de produits	Marge bénéficiaire
Botte de feuilles	2	2	60
Botte de limbes	2	6	210
Botte de nervure	2	6	150
Bottes de limbes et nervures	2	2	150
Corde à double tissage	2	6	170
Corde à triple tissage	2	6	220
Natte	2	1	335

L'analyse des marges bénéficiaires est difficile à dresser puisque le calcul des marges bénéficiaires n'a pas été effectif par manque des données complètes. Néanmoins, sur la base de sondage de quelques producteurs, on peut dire que les exploitants réguliers arrivent à gagner jusqu'à 100 000 FCFA par an, les artisans de 150 000 à 250 000 francs CFA par an et les grossistes jusqu'à 1 500 000 francs CFA.

3.3.3 RECETTE DES COMPTOIRS

La plupart des comptoirs ne sont pas fonctionnels. Les recettes annuelles de taxes perçues au niveau des comptoirs de feuilles sont insignifiantes. Le paiement des taxes est mal perçu par la plupart des exploitants qui souhaitent commercialiser leurs produits directement sur les marchés sans passer par les comptoirs. La tenue des documents comptables ne se fait pas dans le cadre réglementaire. Certains comptoirs n'ont aucun cahier de suivis des flux des ressources. Les opérations se font de façon formelle. Les données collectées ne permettent pas de réaliser une analyse économique sur plusieurs années.

Les recettes (90%) de la taxe devraient servir principalement aux financements des actions de développement des collectivités qui ont la charge de la gestion des ressources. Les 10 % seront versées dans le compte du trésor national.

4 DISCUSSION

L'exploitation des produits du doumier intéresse plusieurs milliers d'agents économiques de plus de 60 villages riverains, profitant des possibilités de création de la valeur ajoutée tout au long des différents maillons. Elle a été accentuée par la précarité des revenus des ménages les plus démunis et le mode d'accès libre à la ressource. Elle est bien formalisée par des outils (droits d'accès, des taxes, etc.) et des textes réglementaires pour une gestion optimale des ressources de la doumeraie. Elle offre des possibilités d'occupations à plusieurs agents économiques tout comme le montre l'étude réalisée au Nigéria ([17]), au Mali ([18]) et dans d'autres zones au Niger ([13], [14]). Plusieurs acteurs s'activent par maillon afin de mieux valoriser les produits et sous-produits du doumier. Les produits sont directement vendus ou subissent des transformations successives qui leur ajoutent de la valeur avant leur commercialisation.

Les résultats de cette étude ne sont pas conformes aux espérances des avantages suggérés par [12]. Ce dernier a présenté des retombées économiques potentielles de plus de 138 093 567 Francs CFA par an de l'exploitation des ressources du doumier dans le Goulbi N'kaba et 13 808 357 Francs CFA de taxation, aux profit des différents acteurs définis par la loi et la réglementation en vigueur. La commercialisation devait se faire formellement au niveau des comptoirs instaurés afin de mieux structurer l'exploitation, la vente des produits et la collecte des recettes. Malheureusement, diverses contraintes et incohérences perturbent la gestion des ressources. Les comptoirs n'ont jamais fonctionné effectivement, peinent à se stabiliser et ne jouent plus leur fonction. L'application des taxes et la gestion des ressources posent diverses difficultés à cause des insuffisances techniques des agences d'exécution. Les comptoirs ne sont pas structurés pour une gestion efficace, entretenant une gestion opaque du peu de ressources financières tout en compromettant l'adhésion des exploitants aux réglementations en vigueur et sur l'importance de la régulation des flux des ressources. Cela se traduit par des recettes insignifiantes des taxes puisque la plupart des exploitants adoptent le comportement de passager clandestin. Les produits sont le plus souvent vendus de façon informelle compromettant les plans d'aménagement des ressources et en augmentant les risques relatifs à la

dégradation de la ressource. Cette mauvaise gestion des comptoirs a des conséquences négatives sur le développement des collectivités en charge de la gestion de la doumeraie du Goulbi N'kaba. Ces dernières ne tirent presque pas de bénéfices de l'exploitation des produits du doumier.

Néanmoins, la commercialisation des produits et sous-produits du doumier génère des ressources relativement non négligeables pour permettre aux ménages vulnérables de survivre. Cependant, les bénéfices tirés de l'exploitation des produits du doumier de Goulbi N'kaba ne sont pas assez rentables comparativement à ceux des études conduites dans d'autres régions du Niger par [13], [14] et dans d'autres pays par [17], [18]. Cette faible rentabilité des produits du doumier et leurs articles artisanaux est dû aussi à la forte concurrence des articles en plastiques produits à coût bas.

Par ailleurs la chaîne de valeur des produits du doumier n'est pas bien structurée et organisée pour mieux valoriser les feuilles et les articles artisanaux. Les valeurs ajoutées sont très inégalement réparties entre les différents acteurs des maillons. Le maillon producteur est le moins rémunéré avec seulement 5,40% de la valeur ajoutée totale contre plus de 81 % pour les commerçants. La nécessité de réorganisation ou de structuration des maillons et des plans d'aménagement s'impose.

En plus la commercialisation des fruits non murs est courante mais de façon frauduleuse. Elle doit être autorisée par une réglementation assez coercitive pour des éventuelles violations des textes en vigueur. La formalisation de la commercialisation des fruits non murs sera intéressante pour mieux gérer leurs cueillettes anarchiques afin de contribuer à la collecte des fonds et contrôler la protection de la doumeraie du Goulbi N'kaba.

Diverses actions de sensibilisation et de renforcement de capacité sont recommandées pour faciliter une meilleure exploitation des ressources et l'intégration des acteurs impliqués dans la gestion des ressources de la doumeraie de Goulbi N'Kaba.

5 CONCLUSION

La doumeraie du Goulbi N'kaba offre des possibilités d'exploitation des feuilles et des fruits matures à la tranche de la population vulnérable des villages riverains. Elle fournit des feuilles toute l'année et des fruits murs de façon temporaire. Les feuilles sont transformées en produits intermédiaires et des articles artisanaux et les fruits en poudre grossière pour créer de la valeur ajoutée. Les femmes sont spécialisées dans la cueillette des produits (feuilles et fruits), le tissage des articles artisanaux et les hommes souvent le tissage des cordes et articles utilisées dans les champs. Ainsi, la cartographie des acteurs a permis d'identifier trois principaux maillons, les cueilleurs/transformateurs, les intermédiaires, les commerçants qui opèrent des transactions au niveau des villages, des marchés traditionnels et des comptoirs de feuilles.

L'exploitation des produits de la doumeraie du Goulbi N'kaba n'est pas économiquement intéressante. Elle permet aux exploitants démunis de s'offrir un peu de revenus pour subvenir aux besoins de leurs familles surtout en période de soudure. Néanmoins, le tissage des nattes est l'activité la plus rémunératrice au niveau du maillon transformations des produits.

La redistribution de la valeur ajoutée tout au long de la chaîne de valeur est inéquitable. Le maillon collecte et transformation des feuilles crée la plus faible valeur ajoutée autour de 4% de la valeur ajoutée totale. Par contre le maillon commercialisation offre des marges bénéficiaires assez intéressantes aux intermédiaires et aux grossistes qui gagnent plus 81 % de la valeur ajoutées de la commercialisation des produits à base du doumier. Les collectes des taxes de la commercialisation des produits du doumier n'est pas effectives.

La doumeraie du Goulbi N'Kaba est mal gérée. Elle est même menacée de disparition d'autant qu'aucune mesure rigoureuse d'entretien n'est prise annuellement pour soutenir la productivité post exportation. Pour que l'exploitation de cette ressource soit pérenne et rentable, il va falloir asseoir une organisation inclusive, forte et bien structurée. Tous les différents acteurs y compris les municipalités et la chefferie traditionnelle doivent se sentir concernés. Pour une prise de conscience effective des riverains, le niveau national doit être impliqué de façon à prendre en charge la campagne de sensibilisation, les plaidoyers et les formations des acteurs.

REMERCIEMENTS

La recherche action qui est à la base de cet article a été entièrement financée par HESK, sous la gestion de l'ONG TAIMOKON MANOMA. On leur adresse nos vifs remerciements non seulement pour le financement de l'activité mais aussi pour la facilitation des travaux de collecte de données sur le terrain.

REFERENCES

- [1] Jahiel. M., Le palmier doum (*Hyphaene thebaica*) Mart.1. Le flamboyant, Bulletin de liaison des membres du réseau arbres tropicaux. 28-4-10, 1993. Edition. SYLVA. Nogent-sur-Marne. France.
- [2] Parkan, J., Dendrologie Forestière. Institut Polytechnique ` Rural de Katibougou, Mali, 254 pp, 1973.
- [3] Moussa, H. M. (1997): Germination du palmier Doum (*Hyphaene thebaica* B3arL) et analyse de son interaction avec le mil (*Pennisetum glaucum* L.) en zone semi-aride du Niger. Thèse de doctorat 3eme cycle, 1997.
www.secheresse.info/article.php3?id_article=6989.
- [4] Granier P, Les palmeraies à *Hyphaene thebaica* de la Republique de Djibouti: Importance – utilisation – Amélioration. Lettre de commande 6530-83-22899 32 p. 1984.
- [5] A. Ali, S. Idrissa, O. Madjidou, M. Ali, La vallée fossile de Goulbi N’kaba au Niger, ressources et potentialités agro-sylvo-pastorales IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS) e-ISSN: 2319-2380, p-ISSN: 2319-2372. Volume 14, Issue 6 Ser. I (June 2021), PP 18-27, 2021.
<http://www.iosrjournals.org>
DOI: 10.9790/2380-1406011827
- [6] N. Dan Lamso, Y. Guero, D-B. A. Tankari, R. Lamar, B. B. André, P. Djamén, D. A., Tidjani, M. N. Ado, J. M. K. Ambouta, Effet des touffes de *Hyphaene thebaica* (Mart) sur la production du mil dans la région de Maradi (Niger). International Journal of Biological and Chemical Sciences 9 (5): pp 2477-2487, 2015a.
- [7] N. Dan Lamso, Y. Guero, D-B. A. Tankari, L. Rabah, B. B. Andre, D. Patrice, A. D. Tidjani, M. N. Ado, J. M. K. Ambouta, Variations texturales et chimiques autour des touffes d’*Hyphaene thebaica* (Mart) des sols dans la région de Maradi. Algerian journal of Arid Environment, 5 (1), pp 40 – 55, 2015b.
- [8] R. Peltier, S. D. Claudine et I. Aboubacar, Les produits du palmier doum pour gérer durablement le système agroforestier d’une vallée du Niger et éviter sa désertification. VertigO – La revue en sciences de l’environnement, Vol8no1, avril 2008, 15 pages, 2008.
http://www.museum.agropolis.fr/pages/savoirs/valorisation_zones_arides/valorisation_produits_%20palmier_doum.pdf
- [9] Seybou Y., Etude du Comportement du Palmier *Hyphaene thebaica* Mart., dans les Vallées du Dallol-Bosso et du Goulbi N’Kaba du Niger. Mémoire de Maîtrise, Université Laval Québec, Canada. 104 pp, 1993.
- [10] H. J. Von Maydell, Trees and shrubs of the sahel: their characteristics and uses. Schriftenreihe der GTZ N° 196. Deutsche Gesellschaft fu Technische Zusammenarbeit, Eschborn, Germany. 525 pp; 1986.
- [11] EPER Entraide Protestante Suisse Protection et exploitation des palmiers doums à Goulbi N’kaba Niger, région de Maradi, Département de Mayahi, 3p, 2020.
- [12] PAFN (2004): Plan d’aménagement de la doumeraie de Goulbi N’kaba (Mayahi).
- [13] K.K Abdou, S. LAWALI, S. BOUREIMA, S. LAOUALI, Profils caractéristiques des exploitants des palmiers d’*Hyphaene thebaica* Mart. de la vallée du Goulbi N’kaba dans le département de Mayahi au centre-sud du Niger. Journal of Applied Biosciences, vol: 167; pp 17358 – 17374, ISSN 1997-5902, 2021.
- [14] S. Dan Habou, A. D. Tidjani, M. B. Awa Krou & B. Yamba, Analyse du système de production et commercialisation des ressources naturelles dans les cuvettes oasiennes de Gouré. Geo-Eco-Trop, 2018, 42, 2: pp 361-372, 2018.
- [15] Mahaman, I. H., Etude de la faisabilité d’un marché autour du palmier doum (*Hyphaene thebaica*) et de ses sous-produits dans la grappe villageoise d’El-Gueza dans le département d’Aguié (Maradi). Mémoire de fin d’étude. 77 pages, 2004.
[www.uclouvain.be/cps/ucl/doc/dvlp/documents/IBRAHIM \(1\).doc](http://www.uclouvain.be/cps/ucl/doc/dvlp/documents/IBRAHIM%20(1).doc)
- [16] PASDRF (2013). Rapport diagnostics des comptoirs de vente de produits du doum et élaboration de modèle de gestion.
- [17] A. A. SENCHI, M. I AHMAD. & M. A Gupa, Marketing of *Hyphaene thebaica* (Doum palm) fruits in Sokoto, Sokoto State. FUDMA Journal of Agriculture and Agricultural Technology, ISSN: 2504-9496, Vol. 9 No. 4, December 2023, pp 114-123, 2023.
- [18] Youba, k.; Bakoba, F.; et Cissé, D. S.; Etude sur la filière du doum dans les régions de Mopti, Tombouctou et Gao. Rapport d’étude. 82 p, 2000.

Effets de l'origine génétique du grain de pollen sur les qualités technologiques, physiques et sensorielles des fèves de cacao marchand dans la région de Loh-Djiboua (Côte d'Ivoire)

[Effects of the genetic origin of the pollen grain on the technological, physical and sensory qualities of commercial cocoa beans in the Loh-Djiboua region (Ivory Coast)]

Attiaipo Pépin Assi¹⁻²⁻³, Massé Diomande¹, Honorine Brigitte Guiraud², Patricia N'GORAN³, Klotioloma Coulibaly², Walet Pierre N'Guessan², Kouamé François N'Guessan², Aidara SEKOU², and Gnion Mathiastah²

¹Département de biochimie et microbiologie, Unité de Formation et de Recherche en Agroforesterie, BP 150 Daloa, Université Jean Lorougnon Guédé, Daloa, Côte d'Ivoire

²Centre National de Recherche Agronomique, Station de Recherche de Divo, BP 808, Côte d'Ivoire

³Centre National de Recherche Agronomique, Station de Recherche de Bingerville, BP 808, Côte d'Ivoire

Copyright © 2025 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: A study was carried out in order to determine the effect of crossbreeding of the best cocoa clones through manual pollination on technological, physical, and sensory qualities. The trials of this study were conducted in three cocoa seed fields within the National Center for Agricultural Research (CNRA) station in Divo, Côte d'Ivoire. The plant material used for this study consisted of nine (9) hybrid families resulting from a 3 x 3 factorial design involving three female parents (T79/501, C20 and UPA409) and three male parents (POR, IMC67 and C151-61), all of which were mutually compatible with each other. The number of regular beans and the weight of fresh beans were determined by the pod. The seed size, uniformity, overall flavor, and impurity level were determined for the fermented and dried beans. The evaluation of sensory attributes during a panel was determined after the transformation of cocoa beans into cocoa liquor. The results showed that the crossbreeding of C20 X IMC67 with 49.57 beans obtained the highest number of normal beans. The study also showed that the weight of a merchant cocoa bean was greater than 1 g for all the plant material studied. The UPA409 X IMC67 was better for the weight of a dry bean and was characterized by a specific aroma. Regarding the organoleptic parameters, aromas whose origin is maternal were the same for all hybrids.

KEYWORDS: Cocoa tree, genotype, hybrid families, physical, technological and sensory physical characteristics.

RESUME: Une étude a été menée dans le but de déterminer l'effet de croisement de meilleurs clones de cacao par pollinisation manuelle sur les qualités technologiques, physiques et sensorielles. Les essais de cette étude ont été réalisés dans trois champs semenciers de cacaoyers au sein de la station du Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) de Divo en Côte d'Ivoire. Le matériel végétal utilisé pour cette étude a été composé de neuf (9) familles d'hybrides issues d'un factoriel 3 x 3 impliquant trois géniteurs femelles (T79/501, C20 et UPA409) et trois géniteurs mâles (POR, IMC67 et C151-61), tout inter compatible entre eux. Le nombre de fèves normales et le poids des fèves fraîches ont été déterminés par cabosse. Le grainage, l'homogénéité, l'arôme général et le taux d'impureté ont été déterminés sur les fèves fermentées et séchées. L'évaluation des attributs sensoriels au cours d'un panel, a été déterminée après transformation des fèves en liqueur de cacao. Les résultats ont montré que le croisement C20 X IMC67 avec 49,57 fèves, a obtenu le plus grand nombre de fèves normales. L'étude a également montré que le poids d'une fève de cacao marchand a été supérieur à 1 g pour l'ensemble du matériel végétal étudié.

L'UPA409 X IMC67 a été meilleur pour le poids d'une fève sèche et a été caractérisé par la présence d'arôme particulier. Concernant les paramètres organoleptiques, les arômes dont l'origine est maternelle, ont été les mêmes pour tous les hybrides.

MOTS-CLEFS: Cacaoyer, génotype, Familles d'hybrides, Caractéristiques physiques technologiques et sensorielles.

1 INTRODUCTION

Le cacaoyer (*Theobroma cacao* Linn.) est un arbre originaire du bassin amazonien [1]. Sa culture a commencé en Amérique Centrale et s'est répandue successivement grâce aux civilisations Olmèques, Mayas et Aztèques [2]. L'utilisation des fèves de cacao remonte au moins à 1400 ans avant J.-C. [3] ou les anciennes civilisations l'utilisaient comme monnaie d'échange et nourriture des dieux. Le cacaoyer est cultivé essentiellement pour ses fèves qui servent à la fabrication du chocolat, de produits cosmétiques et pharmaceutiques [4], [5].

La Côte d'Ivoire est le leader mondial de production de cacao marchand devant le Ghana, l'Indonésie et le Brésil [6] avec une production record de 2 225 000 tonnes [7], soit environ 40% de l'offre mondiale. Le secteur du cacao contribue ainsi à hauteur de 15 % du produit intérieur brute (PIB) et 44 % des recettes d'exportations de la Côte d'Ivoire [8]. Il représente une importante source de devises pour les planteurs [9]. En effet, ce sont environ 6000 chefs d'exploitations qui vivent de façon directe ou indirecte des revenus de cette culture en Côte d'Ivoire.

Le Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) a mis au point des variétés de cacao performantes. Les clones et les familles d'hybrides sont étudiés pour la production et pour la résistance aux aléas biotiques et abiotiques. Par contre, les études des aspects technologiques et physiques et sensorielles de ces clones et de leurs croisements n'ont souvent pas été suffisamment prises en compte par la recherche agronomique ivoirienne.

Dans le contexte actuel, où l'amélioration de la qualité sensorielle des fèves de cacao devient un axe de sélection de produit de qualités par les exportateurs et les chocolatiers, il est impérieux que la recherche ivoirienne s'attache à cet aspect. Le présent travail s'inscrit dans cette optique. Il vise à montrer l'effet de l'origine des pollens sur les caractères technologiques, physiques et sensoriels des différents matériels végétaux mise à l'épreuve.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MATERIEL VEGETAL

Le matériel végétal utilisé dans cette étude a été composé de 9 familles d'hybrides issues d'un factoriel 3 x 3 (**tableau 1**). Ce croisement factoriel a été composé de trois géniteurs femelles (C20, T79/501 et UPA 409) et trois géniteurs mâles (POR, C151-61 et IMC67), tous inter-compatible entre eux.

Les géniteurs femelles ont été localisés dans le jardin clonal WCF pour C20, le jardin clonal ICRAF pour T79/501 et dans le champ semencier AI4 pour UPA409.

Tableau 1. Plan de croisement factoriel 3 x 3 pour la création de 9 familles d'hybrides

		Géniteurs mâles		
		POR	C151-61	IMC67
Géniteurs femelles	C20	C20 X POR	C20 X C151-61	C20 X IMC67
	T79/501	T79 /501 X POR	T79 /501 X C151-61	T79 /501 X IMC67
	UPA409	UPA409 X POR	UPA409 X C151-61	UPA409 X IMC67

2.2 METHODES

2.2.1 PRODUCTION DE CABOSSES PAR POLLINISATION MANUELLE.

Pour cette étude, il faut au moins disposer de 250 cabosses par croisement. Pour ce faire, les pollens de chaque géniteur mâle serviront à la pollinisation manuelle de vingt-cinq (25) pieds de chacun des trois géniteurs femelles. Dans le but de garantir la légitimité des croisements, un isolement des boutons floraux des géniteurs femelles et mâles a été nécessaire avant la

pollinisation. L'isolement des boutons floraux a été fait avec des manchons fixés à l'arbre par une pâte à modeler pour garantir l'étanchéité du manchon. Le manchon a été constitué d'un tube en matière plastique d'environ 5cm dont l'une des extrémités est fixée à l'arbre et l'autre fermée avec un tissu. Pour la pollinisation manuelle, les grains de pollens du parent mâle ont été déposés sur le stigmate des fleurs du parent femelle. Trois jours après la pollinisation, les manchons ont été retirés. Une fois la pollinisation terminée, il s'en suit le processus de la fécondation qui aboutira à la formation de la cabosse cinq à six mois plus tard.

2.2.2 DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Pour l'étude des paramètres technologiques, le dispositif expérimental a été un bloc de Fisher de trois familles pour chacune des trois parcelles d'essai avec cinquante (50) cabosses par famille. Ces familles ont été les trois croisements du géniteur femelle C20 dans le jardin clonal WCF, les trois croisements du géniteur femelle T79/501 du jardin clonal ICRAF et les trois croisements du géniteur femelle UPA409 du champ semencier AI4.

Pour l'étude des paramètres physiques, le dispositif expérimental a été un bloc de Fisher de neuf (9) familles avec trois répétitions de un kilogramme de fèves sèches par famille. Ces neuf familles ont été les neuf croisements de l'étude.

Pour l'étude des paramètres sensoriels, le dispositif expérimental a été un bloc de Fisher de neuf (9) familles avec huit (8) répétitions. Ces neuf familles ont été les échantillons de liqueur de cacao à déguster et les huit répétitions, les panelistes.

2.2.3 EVALUATION DES PARAMETRES TECHNOLOGIQUES.

L'évaluation des paramètres technologiques du matériel végétal a porté sur le nombre et le poids de fèves fraîches normales par cabosse:

- Nombre de fèves fraîches normales par cabosse

Le nombre de fèves fraîches normales a été mesuré sur un échantillon de 50 cabosses par famille d'hybride;

- Le poids de fèves fraîches normales par cabosse

Le poids moyen des fèves fraîches par cabosses a été mesuré avec une balance de précision (Sartorius 0,2) sur un échantillon de 50 cabosses par famille d'hybride.

2.2.4 EVALUATION DES QUALITÉS PHYSIQUES.

Les qualités physiques du matériel végétal ont porté sur le grainage, l'homogénéité, l'arôme général et le taux d'impureté:

- Grainage

Le grainage a été mesuré par le poids moyen d'une fève de cacao marchand. Pour chaque matériel végétal utilisé, la détermination du grainage a consisté à prélever au hasard un échantillon de 100 fèves de cacao marchand et à les peser individuellement.

- Homogénéité

Elle a été évaluée sur une échelle de notation de 0 (hétérogène) à 10 (très homogène) par observation visuelle d'une quantité donnée de fèves de cacao marchandes (au moins 100 fèves). L'homogénéité peut être également donnée par l'écart-type du poids de 100 fèves pesées individuellement. Plus l'écart-type est faible, plus l'échantillon est homogène.

- Arôme général des fèves

L'arôme général des fèves est déterminé par olfaction d'une quantité aléatoire de fèves de cacao marchandes prises entre les deux mains et portées au niveau du nez pour en déterminer l'intensité aromatique qui s'en dégage. Les fèves sont senties tout en cherchant l'arôme et une note variant de 0 à 4 est attribuée:

- ✓ Absence d'arôme = 0
- ✓ Arôme faible = 1
- ✓ Arôme moyen = 2
- ✓ Arôme fort = 3.

2.2.5 EVALUATION DES QUALITES SENSORIELLES.

L'étude de la qualité sensorielle des fèves a été réalisée à Bingerville, au laboratoire d'analyse sensorielle du CNRA-SRT. Cette étape a consisté en la production des liqueurs et à la description des caractères organoleptiques:

2.2.5.1 PRODUCTION DE LA LIQUEUR OU MASSE DE CACAO.

Chaque échantillon de fèves de cacao marchand de chaque famille d'hybride séché à un taux d'humidité inférieur à 8,5% a été torréfié à une température et un temps précis. Ces fèves ont été broyées pour produire une liqueur onctueuse suivant le protocole établi et proposé par [10].

2.2.5.2 DESCRIPTION DES CARACTERISTIQUES ORGANOLEPTIQUES DE LA LIQUEUR DE CACAO.

Un panel de dégustation a été constitué de huit (8) personnes formées et entraînées à évaluer les masses de cacao produites selon les exigences du Cocoa of Excellence (CoEX). Pour la dégustation, l'échantillon de liqueur pour chaque paneliste a été placé dans une vial en verre (Pyrex, France) avec une étiquette du code de la liqueur sur le bouchon. Les vials ont été placées à l'étuve à 50°C (température optimale pour ressentir les différents arômes) pendant 45min. Après ce temps, les vials ont été déposés devant chaque paneliste pour la dégustation et le renseignement de la fiche de notation. Une note de 0 à 10 (nombre entier et unique) a été attribuée en fonction de l'intensité des saveurs à évaluer pour chaque échantillon.

2.2.6 ANALYSES STATISTIQUES DES DONNEES

Les descendances ont été comparées par une analyse de la variance (ANOVA) à un critère de classification au seuil de 0.05%. Toute ANOVA significative a été suivie d'un test de Newman et Keuls (SNK) pour classer les hybrides en fonction du paramètre étudié. Par ailleurs des analyses multivariées ont été réalisées pour élucider la variabilité génétique de la population. En effet, une Analyse en Composante Principale (ACP) a d'abord été réalisée pour analyser la structuration génétique des hybrides suivant les deux premiers axes à forte contribution. Par la suite un dendrogramme a été élaboré en vue de mettre en évidence les relations phylogénétiques existantes entre le matériel végétal analysé.

3 RESULTATS

3.1 EVALUATION DES PARAMETRES TECHNOLOGIQUES DES FEVES DE CACAO DE LA POLLINISATION MANUELLE

L'analyse de variance a montré une différence significative entre les neuf familles d'hybrides des croisements pour les caractères nombres de fèves fraîches normales (NFFN), poids de fèves fraîches normales (PFFN) par cabosses et poids d'une fève sèche (P1FS) (**Tableau 2**). Pour le nombre de fèves fraîches normales par cabosses (NFFN), la moyenne a été de 46,46 fèves avec un coefficient de variation de 17,45 %. Les croisements C20 X IMC67 avec 49,57 fèves et C20 X POR avec 49,17 fèves ont eu les nombre de fèves fraîches normales par cabosses (NFFN) les plus élevés. Par contre, les croisements T79/501 X IMC67 avec 42,13 fèves et T79/501 X C151-61 avec 42,67 fèves ont eu les plus petits nombres de fèves fraîches normales par cabosses (NFFN). En ce qui concerne le poids de fèves fraîches normales (PFFN), la moyenne a été de 136,04g avec un coefficient de variation de 21,92 %. Les croisements C20 X IMC67 avec 156,27g et C20 X C151-61 avec 148,80 g ont eu les poids de fèves fraîches normales (PFFN) les plus élevés. Par contre, le croisement T79/501 X C151-61 avec 116,13 g a eu le plus petit poids de fèves fraîches normales (PFFN). S'agissant du caractère poids d'une fève sèche (P1FS), la moyenne a été de 1,21 avec un coefficient de variation de 8,81 %. Le croisement UPA409 X IMC67 avec 1,26 g a eu le plus grand poids d'une fève sèche alors que, le croisement T79/501 X POR avec 1,11 g a eu le plus petit.

Tableau 2. Valeurs moyennes de paramètres agro technologiques analysés chez les 9 familles d'hybrides pollinisée

Croisements	Paramètres évalués		
	NFFN	PFFN	P1FS
T79/501 X POR	46,37±0,85ab	124,33±2,88bc	1,11±0,00f
T79/501 X C151-61	42,67±1,16b	116,13±4,23c	1,17±0,01e
T79/501 X IMC67	42,13±1,34b	122,87±4,80bc	1,21±0,01cd
C20 X POR	49,17±1,30a	143,80±4,41ab	1,22±0,01bcd
C20 X C151-61	48,23±1,20ab	148,80±4,44a	1,20±0,01de
C20 X IMC67	49,57±1,85a	156,27±7,97a	1,25±0,01ab
UPA409 X POR	45,47±2,06ab	141,33±8,28ab	1,18±0,01e
UPA409 X C151-61	46,23±1,87ab	127,50±5,67bc	1,24±0,01bac
UPA409 X IMC67	48,33±1,19ab	143,37±3,72ab	1,26±0,01a
Moyenne	46,46	136,04	1,21
CV	17,45	21,92	8,81
$P \leq 0.05$	<0,0013	<0,0001	<0,0001

*Les moyennes suivies de lettres différentes sont statistiquement différentes selon le test de Student-Newman-Keuls au seuil de 5 %. P1FS (Poids d'une fève sèche).

3.2 CARACTERISATION SENSORIELLES DES 9 FAMILLES D'HYBRIDES

3.2.1 EVALUATION DES QUALITES PHYSIQUES DE 9 FAMILLES D'HYBRIDES ISSUES DE LA POLLINISATION MANUELLE

Les échantillons de fèves de cacao marchand des familles d'hybrides ont eu des taux d'humidité qui ont variés de 6,7 à 8,4 %.

L'analyse de variance a montré une différence non significative pour la note d'homogénéité (**Tableau 3**). Pour la note d'homogénéité, elle a varié de 8,40 à 7,00 avec une moyenne de 7,75. Toutes les familles ont présentes l'arôme cacao avec des notes variant de 1 à 2. Trois autres arômes ont été révélés chez trois familles. Ces familles ont été T79/501 X IMC67 avec l'arôme herbe et la note 1, C20 X POR avec l'arôme vinaigre et la note 2 et C20 X C151-61 avec l'arôme fruité et la note 1 (**Tableau 3 et 4**).

Tableau 3. Valeurs moyennes ($\pm$ écart type) de paramètres physiques analysés chez les 9 familles d'hybrides pollinisée

Croisements	Caractères physiques
	Note d'homogénéité (0-10)
T79/501 X POR	8,03±0,58a
T79/501 X C151-61	8,40±0,33a
T79/501 X IMC67	7,66±0,33a
C20 X POR	8,33±0,33a
C20 X C151-61	8,00±0,58a
C20 X IMC67	8,00±0,58a
UPA409 X POR	7,00±0,57a
UPA409 X C151-61	7,00±0,100a
UPA409 X IMC67	7,33±0,67a
Moyenne	7,75±1,03
CV	13,10
$P \leq 0.05$	<0,5904

*Les moyennes suivies de lettres différentes sont statistiquement différentes selon le test de Student-Newman-Keuls au seuil de 5 %. P1FS (Poids d'une fève sèche).

Tableau 4. Aromes détectées chez les 9 familles d'hybrides pollinisée

Croisements	Arôme 1	Note1	Arôme2	Note2
T79/501 X POR	Cacao	2		
T79/501 X C151-61	Cacao	1		
T79/501 X IMC67	Cacao	1	Herbal	1
C20 X POR	Cacao	2		
C20 X C151-61	Cacao	2	Vinaigre	2
C20 X IMC67	Cacao	2	Fruité	1
UPA409 X POR	Cacao	2		
UPA409 X C151-61	Cacao	2		
UPA409 X IMC67	Cacao	2		

*Les moyennes suivies de lettres différentes sont statistiquement différentes selon le test de Student-Newman-Keuls au seuil de 5 %. P1FS (Poids d'une fève sèche).

3.2.2 EVALUATION DE CHAQUE CARACTERE ORGANOLEPTIQUE DE 9 FAMILLES D'HYBRIDES.

L'analyse de la variance sur le paramètre étudié à indiquer une différence très hautement significative ($Pr < 0,0001$) entre les neuf familles pour les descripteurs "Acidité" "Amertume"; et une homogénéité entre elle pour les descripteurs "cacao, astringence, fruit frais, fruit doré, floral, boisé, épicé et noix " et la note globale (**Tableau 5**).

Pour l'acidité, la note moyenne a été de 1,44 avec un coefficient de variation des données transformées de 24,86 %. Les croisements UPA409 X C151-61 (2,33), UPA409 X IMC67 (2,32) et T79/501 X IMC67 (2,00) ont eu les plus fortes notes d'acidité. Par contre, le croisement C20 X IMC67 (0,50) a eu la plus petite note d'acidité. S'agissant de l'amertume, La note moyenne a été de 4,49 avec un coefficient de variation de 15,06 %. Le croisement C20 X C151-61 (5,14) a eu la plus forte note d'amertume. Par contre, le croisement T79/501 X C151-61 (3,93) a eu la plus petite note d'amertume. Concernant les descripteurs qui ont présentés une homogénéité entre les croisements, les notes ont variés de 6,64 à 5,33 avec une moyenne de 5,98 pour le descripteur cacao, de 4,91 à 3,86 avec une moyenne de 4,47 pour le descripteur astringence, de 2,00 à 0,54 avec une moyenne de 1,13 pour le descripteur fruit frais, de 1,74 à 0,97 avec une moyenne de 1,36 pour le descripteur fruit doré, de 2,23 à 1,10 avec une moyenne de 1,67 pour le descripteur floral, de 2,15 à 1,15 avec une moyenne de 1,84 pour le descripteur boisé, de 1,17 à 0,71 avec une moyenne de 0,99 pour le descripteur épicé et de 1,84 à 0,82 avec une moyenne de 1,33 pour le descripteur noix. La note globale des croisements a variée 7,50 à 6,33 avec une moyenne de 6,85 (**Tableau 5**).

Tableau 5. Evaluation sensorielle de 9 familles d'hybrides par un panel

Croisement	Cacao	Acidité	Amertume	Astringence	Fruit frais	Fruit doré	Floral	Boisé	Épicé	Noix	Note globale
T79/501 X POR	5,84±1,21a	0,98±0,58ab	4,02±0,81ab	4,32±0,47a	0,83±0,64a	0,97±0,52a	1,51±0,48a	1,69±0,47a	0,71±0,49a	1,08±0,61a	6,60±0,89a
T79/501 X C151-61	6,64±0,93a	0,83±0,69ab	3,93±0,44b	4,46±0,38a	0,90±0,90a	1,56±0,66a	1,29±0,71a	2,03±0,35a	0,97±0,52a	1,73±0,99a	6,91±0,61a
T79/501 X IMC67	5,33±0,94a	2,00±0,82a	5,00±0,50ab	4,91±0,73a	0,97±0,97a	1,13±0,30a	1,10±0,83a	1,70±0,98a	1,13±0,65a	1,12±0,65a	6,33±0,55a
C20 X POR	6,00±0,82a	1,57±1,27ab	4,50±0,87ab	3,86±0,69a	1,51±1,33a	1,11±0,65a	1,88±1,13a	1,46±0,88a	0,97±0,52a	1,33±0,98a	7,50±1,04a
C20 X C151-61	5,50±0,64a	1,14±0,69ab	5,14±0,85a	4,64±0,74a	1,20±1,40a	1,22±0,86a	2,32±1,25a	2,02±0,62a	1,11±0,65a	1,60±0,66a	6,64±0,69a
C20 X IMC67	6,34±0,47a	0,50±0,50b	4,17±0,89ab	4,48±0,76a	0,69±0,70a	1,34±0,42a	2,07±0,91a	1,65±0,45a	0,85±0,69a	0,82±0,63a	7,24±0,38a
UPA409 X POR	6,50±0,50a	1,28±1,25ab	4,42±0,44ab	4,14±0,62a	0,54±0,72a	1,74±0,61a	1,62±0,67a	1,77±0,62a	0,97±0,52a	1,84±0,91a	7,07±0,83a
UPA409 X C151-61	6,00±0,82a	2,33±1,10a	4,57±0,53ab	4,74±0,56a	2,00±0,36a	1,43±0,44a	1,53±1,16a	2,05±0,62a	1,00±0,58a	1,00±0,82a	6,83±0,24a
UPA409 X IMC67	5,91±0,97a	2,32±0,94a	4,66±0,47ab	4,83±0,74a	1,56±0,71a	1,70±0,32a	1,86±0,52a	2,15±0,45a	1,17±0,69a	1,40±0,40a	6,50±0,58a
Moyenne	5,98±0,84	1,44±0,91	4,49±0,68	4,47±0,65	1,13±0,92	1,36±0,56	1,69±0,89	1,84±0,64	0,99±0,59	1,33±0,76	6,85±0,69
CV	14,10	63,35	15,06	14,52	80,83	41,34	52,96	34,82	60,15	57,48	10,04
$P \leq 0,05$	<0.16	<0.0018	<0.0180	<0.0592	<0.0824	<0.1366	<0.2616	<0.4807	<0.9148	<0.2000	<0.0525

3.2.3 EVALUATION DE SAVEURS PARTICULIERES DE 9 FAMILLES D'HYBRIDES.

Pour le cacao, les saveurs particulières sont déterminées à partir du barème établi par «Cocoa of Excellence » pour tous les descripteurs (**Fig. 1**). Ainsi, sur la base des résultats de dégustation du panel (**Tableau 4**), seuls les descripteurs «fruits frais,

fruit doré, floral, épicé et noix » ont présenté des notes supérieures à la norme selon « Cocoa of Excellence » (Tableau5). Pour le descripteur fruits frais, tous les hybrides ont eu des valeurs supérieures à la norme. Pour le descripteur fruit doré, les hybrides T79/501 X C151-61, T79/501 X IMC67, C20 X C151-61, C20 X IMC67 et les 3 hybrides du parent femelle UPA409, ont eu des valeurs supérieures à la norme. Pour le descripteur floral, les 3 hybrides du parent femelle C20, UPA409 X POR et UPA409 X IMC67 ont eu des valeurs supérieures à la norme. Pour le descripteur épicé, les hybrides T79/501 X IMC67 et UPA409 X IMC67 ont eu des valeurs supérieures à la norme. Pour le descripteur noix, les 3 hybrides du parent femelle T79/501, C20 X POR, C20 X C151-61 et les 3 hybrides du parent femelle UPA409 ont eu des valeurs supérieures à la norme (Tableau 5).

- Référence du cacao de Côte d'Ivoire selon Cocoa of Excellence

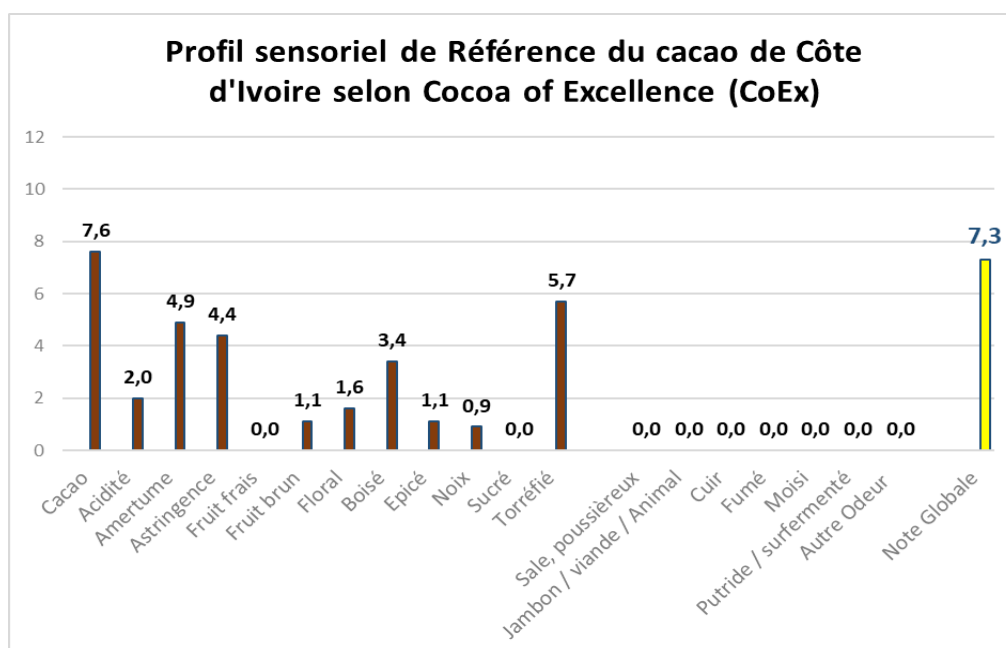


Fig. 1. Profil sensoriel de référence du cacao de Côte d'Ivoire selon Cocoa of Excellence

3.2.4 SAVEURS PARTICULIERES DETECTEES CHEZ LES 9 FAMILLES D'HYBRIDES.

Sur la base des résultats de dégustation du panel, les descripteurs: fruits frais, fruit doré, floral, Epicé et noir ont présentés des notes supérieurs à la norme selon Cocoa of Excellence (Tableau 6).

Tableau 6. Saveurs particulières détectées chez les 9 familles d'hybrides selon les normes de Cocoa of Excellence

Croisements	Fruits frais		Fruit doré		Floral		Epicé		Noir	
	Valeur	Norme	Valeur	Norme	Valeur	Norme	Valeur	Norme	Valeur	Norme
T79/501 X POR	0,8	00	0,97	1,1	1,51	1,6	0,71	1,1	1,08	0,9
T79/501 X C151-61	0,9	00	1,56	1,1	1,29	1,6	0,97	1,1	1,73	0,9
T79/501 X IMC67	0,97	00	1,13	1,1	1,10	1,6	1,13	1,1	1,12	0,9
C20 X POR	1,51	00	1,11	1,1	1,88	1,6	0,97	1,1	1,33	0,9
C20 X C151-61	1,2	00	1,22	1,1	2,32	1,6	1,11	1,1	1,6	0,9
C20 X IMC67	0,69	00	1,34	1,1	2,07	1,6	0,85	1,1	0,82	0,9
UPA409 X POR	0,54	00	1,74	1,1	1,62	1,6	0,97	1,1	1,84	0,9
UPA409 X C151-61	2	00	1,43	1,1	1,53	1,6	1,00	1,1	1	0,9
UPA409 X IMC67	1,56	00	1,70	1,1	1,86	1,6	1,17	1,1	1,40	0,9

Valeur: valeur supérieur à la norme

3.2.5 REPARTITION DES 9 FAMILLES D'HYBRIDES SUIVANT LEURS CARACTERES ORGANOLEPTIQUES

L'analyse en composantes principales (ACP) des 9 familles d'hybrides par pollinisation manuelle (**Fig.2**) a montré une représentation de 62,42 % des données initiale. La composante 1 (CP1) a monté 40,50% et la composante 2 (CP2) 21,92% de l'inertie globale. La composante principal 1 a été influencée par l'acidité, l'amertume, fruit frais, épicé, boisé et astringence. Les croisements UPA409 X IMC67, UPA409 X C151-61, T79/501 X IMC67, C20 X IMC67 et C20 X C151-61 ont été bien représenté sur la CP1. La composante principal 2 a été influencée par fruit doré, noisette, floral et cacao. Les croisements T79/501 X C151-61 et UPA409 X POR, ont été bien représentés sur la CP2.

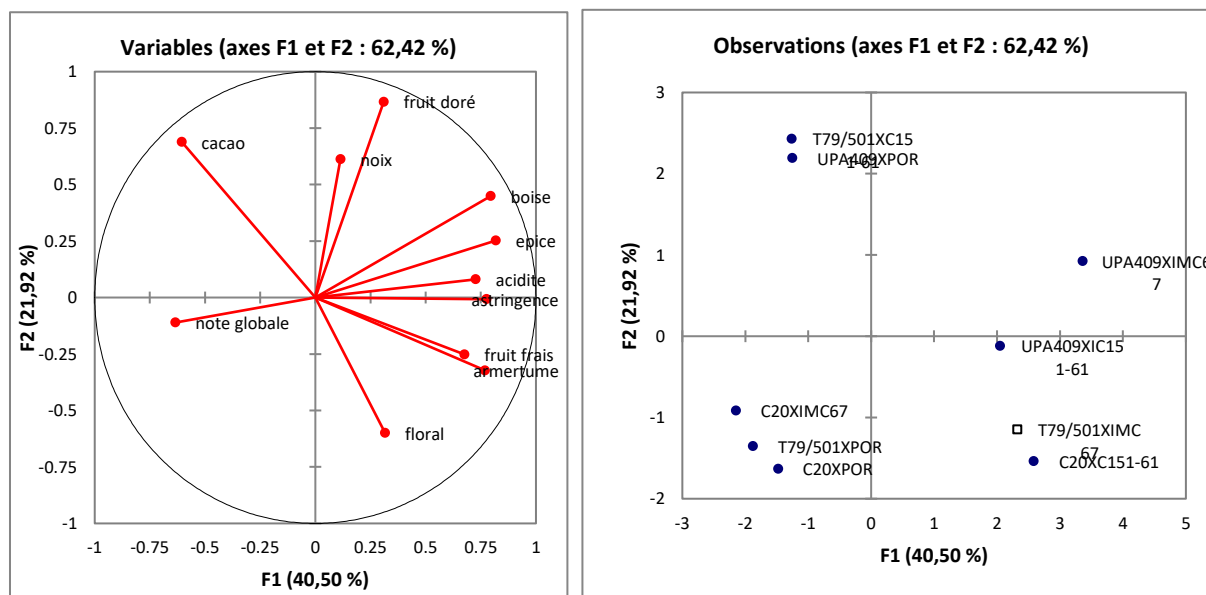


Fig. 2. Analyse en composantes principales des 9 familles d'hybrides suivant leurs caractères organoleptiques

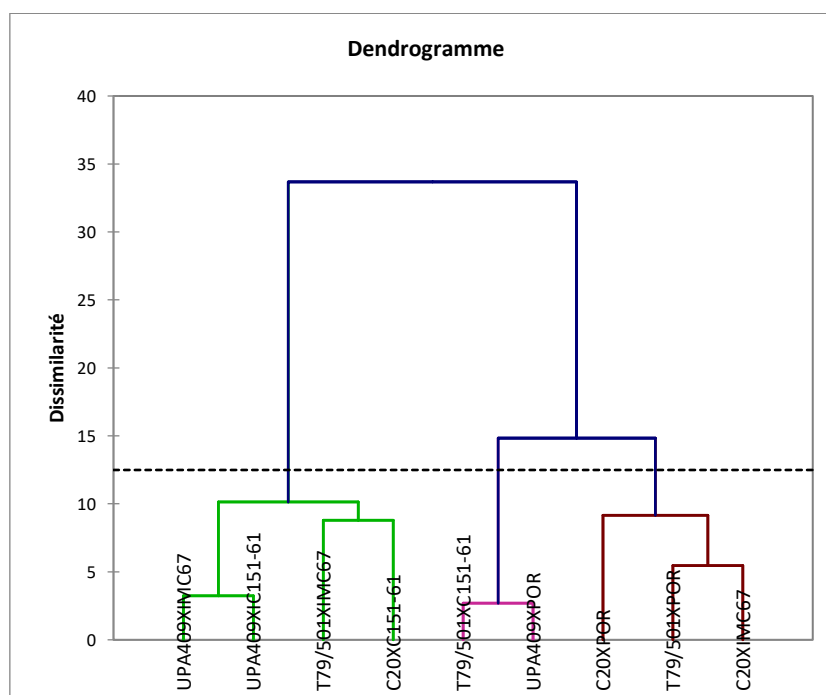


Fig. 3. Classification ascendante hiérarchique des 9 familles d'hybrides suivant leurs caractères organoleptiques

L'analyse en composante principale (ACP) et Une classification hiérarchique ascendante (CAH) à la troncature 13 ont constituées trois groupes de familles. Le groupe 1 a été composé de C20 X IMC67, T79/501 X POR et de C20 X POR. Le groupe 2 a été composé d'UPA409 X POR et T79/501 X C151-61. Le groupe 3 a été composé de C20 X C151-61, T79/501 X IMC67, UPA409 X C151-61 et UPA409 X IMC67 (Fig 2 et 3).

4 DISCUSSION

Au plan technologique, Les résultats ont montré que le nombre de fèves fraîches normales par cabosse (NFFN) a varié de 42,13 à 49,57 fèves. Ces résultats sont au-delà des normes élaborées par le conseil café-cacao (édition février, 2015) recommandant que le nombre de fèves moyen d'une cabosse soit compris entre 30 et 40 fèves. Le nombre élevé des fèves fraîches normales par cabosse est essentiellement dû à la pollinisation manuelle effectuée dans cette étude. La pollinisation manuelle augmente le nombre de fèves fraîches normales par cabosse [11]. Selon les résultats, Les croisements du géniteur femelle T79/501 ont donné des nombres de fèves fraîches normales par cabosse qui ont varié de 42,13 à 46,37; ceux du géniteur femelle C20 ont donné des nombres de fèves fraîches normales par cabosse qui ont varié de 48,23 à 49,57 et ceux du géniteur femelle UPA409 ont donné des nombres de fèves fraîches normales par cabosse qui ont varié de 45,47 à 48,33. Les croisements C20 X IMC67 avec 49,57 fèves et C20 X POR avec 49,17 fèves ont eu les nombre de fèves fraîches normales par cabosses (NFFN) les plus élevés. Par contre, les croisements T79/501 X IMC67 avec 42,13 fèves et T79/501 X C151-61 avec 42,67 fèves ont eu les plus petits nombres de fèves fraîches normales par cabosses. Les croisements du géniteur femelle UPA409 ont eu le même nombre de fèves fraîches par cabosse. Les géniteurs femelles semblent avoir influencé le nombre de fèves fraîches normales par cabosses. Par conséquent, l'origine du grain de pollen n'a pas agi sur ce paramètre. Ces résultats sont en contradiction avec les travaux de pollinisation manuelle contrôlés de [12], [13] qui ont montré que le nombre de fèves par cabosse des hybrides issus du clone femelle SCA6 dépendait de l'origine génétique du pollen. S'agissant du poids de fèves fraîches normales par cabosse (PFFN), les résultats ont montré que les croisements C20 X IMC67 avec 156,27g et C20 X C151-61 avec 148,80 g ont eu les plus grandes valeurs. Par conséquent, le géniteur femelle C20 aurait influencé le poids de fèves fraîches normales par cabosse. Les croisements des géniteurs femelles T79/501 et UPA409 appartiennent au même groupe. De ce fait l'origine génétique du grain de pollen n'a pas agi sur ce paramètre. Quant au poids d'une fève sèche (P1FS) de cacao marchand les résultats ont montré que les valeurs ont varié de 1,11 à 1,26 g. Ces résultats sont en accord avec [14] qui ont montré que le poids d'une fève sèche de 1 g est le poids minimum recherché sur le marché international par les industries chocolatiers. Les croisements du géniteur femelle C20, d'UPA 409 croisé par C151-61 et IMC67 et de T79/501 x IMC67, ont présenté le poids d'une fève sèche supérieur à 1,20 g. Par contre les croisements du géniteur femelle T79/501 croisé par POR et C151-61 et ceux d'UPA 409 x POR ont présenté le poids d'une fève sèche compris entre 1,11 et 1,18 g. Le croisement UPA409 X IMC67 avec 1,26 g a eu le plus grand poids d'une fève sèche alors que le croisement T79/501 X POR avec 1,11 g a eu le plus petit. Pour chacun des géniteurs femelles, les croisements ont été hétérogènes. Par conséquent, l'origine génétique du grain de pollen a agi sur le poids d'une fève sèche (P1FS) de cacao marchand.

Pour les caractères physiques, les taux d'humidité des échantillons de fèves de cacao marchand ont variés de 6,7 à 8,4. Ces résultats ont été inférieurs à 8,5 % seuil recommandé par les normes internationales [10]. Les travaux de [15] et de [16] ont montrés que des taux d'humidités compris entre 6 et 8,5% étaient la norme pour les fèves de cacao séchées dans les conditions naturelles. La moyenne du poids d'une fève sèche de cacao marchand a été de 1,31g. Les croisements C20 X C151-61 avec 1,65 g, a eu le poids d'une fève sèche le plus élevé alors que le croisement T79/501 X C151-61 avec 1,13 g a eu le poids le plus faible. La valeur moyenne du poids d'une fève sèche de cacao marchand a été supérieure à celle de la norme industrielle qui est de 1 g pour 1 fève de cacao marchand. Par ailleurs, selon [17], les cacaoyers dont le poids moyen d'une fève de cacao marchand est compris entre 1,48 g et 1,30 g peuvent être considérés comme présentant un bon grainage. Selon [18], la masse moyenne d'une fève sèche de 1,05 g est la valeur minimale recherchée par les chocolatiers. Sur cette base, Tous les croisements de l'étude ont présentés un bon grainage et une altitude favorable à la chocolaterie. Le géniteur male C151-61 dont le croisement avec le géniteur femelle C20 a donné le poids d'une fève sèche le plus élevé et avec le géniteur femelle T79/501, le poids d'une fève sèche le plus bas n'a pas eu d'effet sur ces croisements. Seuls les géniteurs femelles semblent avoir influencé ces croisements. Ainsi, le géniteur femelle C20 aurait contribué à l'obtention du poids d'une fève sèche le plus élevé. Les performances du géniteur femelle C20 en matière de poids de fève, ont été signalées par [19]. L'homogénéité n'a pas été la même pour tous les échantillons au niveau du matériel végétal testé, les notes allant de 7 à 8 sur une échelle de 0 à 10. Si certains matériels ont été caractérisés par une absence totale d'arôme particulière, d'autres ont présenté au-delà de l'arôme cacao au moins un arôme particulier qui a été le vinaigre, le fruité et l'herbe. Les familles d'hybrides C20 X C151-61 (vinaigre), C20 X IMC67 (fruité) et le T79/501 X IMC67 (herbe) ont en particulier été caractérisés par la présence des deux arômes à la fois.

Relativement à la qualité sensorielle du matériel végétal étudié, L'analyse de la variance sur le paramètre étudié à indiquer une différence significative entre les neuf familles pour les descripteurs "Acidité"; "Amertume"; et une homogénéité entre elle pour les descripteurs "cacao, astringence, fruit frais, fruit doré, floral, boisé, épicé et noix ". Ainsi, les hybrides mis à l'épreuve ont présenté presque le même profil sensoriel pour huit (8) descripteurs sur dix. Les géniteurs mâles et femelles ont soit le même profil sensoriel soit ils n'ont pas d'effet sur les croisements pour ces descripteurs. Pour [20], l'origine génétique du pollen a un faible impact sur le profil sensoriel des hybrides ayant le même parent femelle. Pour ces auteurs, l'homogénéité de l'origine du pollen a été signalée pour les hybrides de chaque parent femelle. Cela suggère que les parents mâles ont peu ou pas d'effet sur ces profils. Les tests sensoriels des hybrides sont effectués sur des liqueurs de cacao issu de cotylédons des fèves. Bien que le cotylédon soit issu de la fusion des deux gamètes femelle et mâle, le profil sensoriel de celui-ci est majoritairement influencé par le mucilage ou la pulpe qui l'entourent. Ce mucilage et cette pulpe sont issus d'une héritabilité maternelle [21]. Bien que l'origine maternelle influence l'arôme du cotylédon, la maîtrise des techniques post récolte à un effet sur l'expression de cet arôme [22]. Les résultats ont également montré que chez les descripteurs "Acidité" et "Amertume", les neuf hybrides testés ont eu des réactions différentes. Pour le même géniteur femelle, une différence entre les hybrides est imputable au male. Les résultats ont enfin montré que les 3 hybrides du parent femelle UPA409 pour le descripteur fruit doré, les 3 hybrides du parent femelle C20 pour le descripteur floral et les 3 hybrides de chacun des parents femelles T79/501 et UPA409 pour le descripteur noix, ont eu des valeurs supérieures à la norme des saveurs particulières. Ceci montre que ces femelles ont influencé ces saveurs au niveau de ces descripteurs.

5 CONCLUSION

Les trois géniteurs mâles POR, C151-61 et IMC67 ont influencé le nombre de fèves normales dans les croisements avec les parents femelles T79/501 et C20. Par contre, le parent femelle UPA409 a neutralisé dans ses croisements, les effets de ces géniteurs mâles sur cette variable. Les trois géniteurs mâles ont également influencé le poids de fèves fraîches dans le croisement avec le parent femelle T79/501. Cependant, les parents femelles C20 et UPA409 ont neutralisé dans leurs croisements, les effets de ces géniteurs mâles sur cette variable.

Relativement à la qualité sensorielle, à l'exception de l'acidité et de l'amertume où les géniteurs mâles ont eu une influence, il y a eu une homogénéité entre les hybrides, donc aucun effet du géniteur male, pour les autres paramètres organoleptiques. L'arôme du cotylédon du cacao, issu du mucilage, a une origine maternelle. Ainsi, la saveur particulière du descripteur « fruit doré » a été influencée par le parent femelle UPA409, celle du descripteur « floral », par le parent femelle C20 et celle du descripteur noix, par les parents femelles T79/501 et UPA409.

Ainsi, le grain de pollens a eu un effet sur les variables nombres de fèves et poids de fèves. Par contre, les parents femelles ont influencé les caractères sensoriels.

REFERENCES

- [1] L. Aké Assi, Flore de la côte d'Ivoire. Catalogue systématique, biogéographie et écologie, tome II, Boissiera 58, Conservatoire et Jardin Botanique de Genève, Genève, Suisse, 40lp, 2002.
- [2] JC. Motamayor, A.M. Risterucci, P.A. Lopez, C.F. Ortiz, A. Moreno, et C. Lanaud, Domestication du cacao I: l'origine du cacao cultivé par les Mayas. *Hérédité* 89, 308-386, 2002.
- [3] S. Rössner, «Chocolate – divine food, fattening junk or nutritious supplementation ?» *European Journal of Clinical Nutrition* 51 (6): 341–345, 1997.
- [4] J.A. Moscatto, S.H. Prudêncio-Ferreira et M.C.O. Haully, Repas de yacon et ingrédients d'inuline. Dans la préparation du gâteau au chocolat. *Giência et Tecnologia de Alimentos*, 24: 634-640, 2004.
- [5] T.S. Guehi, M. Dingkuhn, E. Cros, G. Foumy, R. Ratomahenina, G. Moulin, et A. Clement, Identification et capacité de production de lipase des moisissures isolées à partir de fèves de cacao crues ivoiriennes. *Revue de recherche en sciences biologiques appliquées*, 3: 838-843, 2007.
- [6] M. Franzen et M.B. Mulder, Ecological, econornic and social perspectives on cocoa production worldwide. *Biodiversity and Conservation*, 16: 3835-3849, 2007.
- [7] ICCO, International Cocoa Organization, Bulletin trimestriel des statistiques du cacao, année cacaoyère 2019/2020, 2020.
- [8] ICCO, International Cocoa Organization, Quarterly bulletin of Cocoa statistics, vol, No. 4, Cocoa year 2012/2013, 2014.
- [9] P. Lachenaud, A. Eskes, J.A.K. N'Goran, D. Clement, I. Kébé, M. Tahi et C. Cilas, Premier cycle de sélection récurrente en Côte d'Ivoire et choix des géniteurs du second cycle. In: 13ème Conférence Internationale sur la Recherche Cacaoyère, Kota Kinabalu, Malaisie, 11 pages, 2000.

- [10] CAOBISCO/ECA/FCC, Fèves de cacao: Exigences de qualité de l'industrie du chocolat et du cacao. End, M.J. et Dand, R. éditeurs 104p, 2015.
- [11] Hurtado, Effets de la pollinisation contrôlée sur la production de cacao. 8ème conférence interaméricaine, Californie, Trinité-et-Tobago, pp. 109-115, 1960.
- [12] P. Lachenaud, Facteurs De La Fructification Chez Le Cacaoyer (*Theobroma Cacao L.*): Influence sur le Nombre De Graines Par Fruit. Thèse de Doctorat Institut National Agronomique, Paris, p. 188, 1991.
- [13] P. Lachenaud, Variations du nombre de fèves par gousse chez (*Theobroma cacao L.*) en Côte d'Ivoire. I. Le rôle du pollen. *J. Hort. Sci.* 69, 1123-1129, 1994.
- [14] G.A.R. Wood et R.A. Lass, *Cocoa* (4th edition). Tropical agriculture series, Longman, LONDON. (620 p), 1985.
- [15] B. Zahouli, S.T. Guehi, G. Irie, A.M. Fae, L. Ban-Koffi, et J.G. Nemlin, Effet des méthodes de séchage sur les caractéristiques de qualité chimique de la matière première du cacao. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 2 (4): 184–90, 2010.
- [16] K. Lainé, «Survey of farming practices on cocoa farms in Côte d'Ivoire.» Rapport d'étude de terrain: 28 p, 2001.
- [17] C.J. Turnbull et A.B. Eskes, Une aide visuelle pour identifier les accessions de cacao largement distribuées. CFC, Amsterdam, Pays-Bas / ICCO, Londres, Royaume-Uni / Bioversity International, Rome, Italie, 2010.
- [18] B. Adomako, Y. Adu-Ampomah, Caractéristiques des haricots des descendances du cacaoyer de la haute Amazonie au Ghana. *Agriculture tropicale*, (Trinité). 80 (1), 41-47, 2003.
- [19] C. Lanaud, O. Sounigo, Y.K. Amefia, D. Paulin, P. Lachenaud, et D. Clément. Nouvelles données sur le fonctionnement du système d'incompatibilité du cacaoyer et ses conséquences pour la sélection, 1987.
- [20] A.D. Sukha, P. Umaharan et D.R. Butler, L'impact du donneur de pollen sur la saveur du cacao. *Société américaine des sciences horticoles*, 142 (1), 13–19, 2017.
- [21] W. Fang, L. Meinhardt, S. Mischke, C.M. Bellato, L. Motilal, et D. Zhang, La détermination précise de l'identité génétique d'une seule fève de cacao, à l'aide de marqueurs moléculaires avec un système nanofluidique, garantit l'authentification du cacao. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62: 481–487, 2014.
- [22] A.B Eskes, D. Ahnert, L.C Garcia, Seguine, E., Assemat, S., Guarda, D. et Garcia P.R. Preuves de l'effet de l'environnement aromatique de la pulpe de cacao pendant la fermentation sur le profil aromatique des chocolats, 2012.

Dynamique spatio-temporelle de la biomasse fourragère liée aux fluctuations pluviométriques dans le département de l'Alibori au Bénin (Afrique de l'Ouest)

[Spatio-temporal dynamics of fodder biomass linked to rainfall fluctuations in the Alibori Department in Benin (West Africa)]

Soufouyane Zakari

Laboratoire de Cartographie, de Télédétection et des SIG, Université d'Abomey-Calavi (UAC), Institut du Cadre de Vie (ICaV),
Abomey-Calavi, Benin

Copyright © 2025 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: Alibori is by excellence, a pastoral cattle breeding region subjected to many climatic constraints which block the development of the rural world. This article studied the impact of the pluviometric fluctuations on the fodder production in the Department of Alibori. For that purpose, the Maximum Value Composite (MVC) method was used for the image processing Landsat OLI/TIRS of 2013 and 2014. The follow-up of the fodder production is made through the decadal data during rain seasons by the growth index standardized (ICN). The chi-square test was used for to evaluate the correlation between the values of ICN and precipitations. The MaxEnt model made it possible to evaluate the level of importance of precipitation in the growth of the fodder resources. The average values of the ICN observed in the sudanian domain are higher than those of the sudano-sahelian field. The evolution of the index of standardized growth follows the gradient south-north. One notes overall a relation between the pace of ICN and the pluviometric height during every year and especially for period of growth ranging between May at September. The studied fodder herbaceous species develop better when monthly pluviometry oscillates around 20 mm. Monitoring the spatio-temporal dynamics of fodder biomass provided a better account of the annual production of crops and pastures, thus making it possible to implement strategies in the spatial mobility of the cattle herd.

KEYWORDS: forage resources, growth Index standardized, cattle breeding, rainy season, Alibori.

RESUME: L'Alibori est par excellence, une région d'élevage pastoral bovin soumis à de nombreuses contraintes climatiques qui entravent le développement du monde rural. Le présent article a étudié l'impact des fluctuations pluviométriques sur la production fourragère dans le Département de l'Alibori. Pour y parvenir, la méthode de Maximum Value Composite (MVC) a été utilisée pour le traitement des images Landsat OLI/TIRS de 2013 et 2014. Le suivi de la production fourragère est fait à travers les données décennales au cours des saisons des pluies par l'indice de croissance normalisée (ICN). Le test de Pearson a servi pour évaluer la corrélation entre les valeurs de ICN et les précipitations. Le modèle MaxEnt a permis d'évaluer le niveau d'importance de la précipitation dans la croissance des ressources fourragères. Les valeurs moyennes de l'ICN observées dans le domaine soudanien sont supérieures à celles du domaine soudano-sahélien. L'évolution de l'indice de croissance normalisée suit le gradient sud-nord. On note globalement une relation entre l'allure de l'ICN et la hauteur pluviométrique durant toutes les années et surtout pendant la période de croissance comprise entre mai et septembre. Les espèces herbacées fourragères étudiées se développent mieux lorsque la pluviométrie mensuelle oscille autour de 20 mm. Le suivi de la dynamique spatio-temporelle de la biomasse fourragère a rendu davantage compte de la production annuelle des cultures et des pâturages permettant ainsi de mettre en place des stratégies dans la mobilité spatiale du cheptel bovin.

MOTS-CLEFS: biomasse fourragère, indice de croissance normalisée, élevage bovin, saison des pluies, Alibori.

1 INTRODUCTION

Les épisodes de sécheresse des années 1970 et 1980 ont imposé une réorganisation de la mobilité dans le sous-secteur élevage en Afrique de l'Ouest. Les pays côtiers à l'instar du Bénin, du Togo et du Ghana constituaient alors des zones d'accueil des transhumants

venant des pays sahéliens. Mais dans ces derniers, des contraintes existent aujourd'hui concernant les ressources alimentaires issues des pâturages qui, normalement, devraient constituer la majeure partie de l'alimentation du bétail [1]. Par exemple, l'accroissement des effectifs du cheptel occasionne la surexploitation des pâturages; l'extension rapide des espaces cultivés et la mise en valeur agricole de certains espaces pastoraux stratégiques (bas-fonds, mares, plaines d'inondation, bourgoutières, etc.) conduisent à l'obstruction des couloirs de transhumance et à la réduction des ressources pastorales avec ses corollaires [2].

Outre ces contraintes anthropiques, l'élevage pastoral rencontre d'autres difficultés qui sont de plus en plus récurrentes et réduisent les revenus issus de l'activité. En effet, l'analyse de la vulnérabilité a permis de faire remarquer que l'élevage bovin fait partie des activités économiques les plus vulnérables aux changements environnementaux et que les éleveurs craignent plus les sécheresses et les inondations que les baisses de la pluviométrie [3]. Face aux questionnements sur la vulnérabilité de l'élevage aux différentes contraintes climatiques et environnementales, il est utile d'explorer la disponibilité temporelle de ressources fourragères. Cette démarche permettrait aux agropasteurs de renforcer les stratégies endogènes d'adaptation en cas d'occurrence de ces contraintes climatiques afin d'atténuer les effets sur les troupeaux.

Plusieurs travaux se sont intéressés sur les problèmes liés à l'élevage pastoral au Bénin ([4], [5], [6]). La présente recherche s'intéresse en particulier la question de la dynamique des ressources fourragères.

2 MATERIEL ET METHODE

2.1 MILIEU D'ETUDE

Le département de l'Alibori jouit des climats soudanien et soudano-sahélien. Le milieu d'étude est comprises entre les latitudes 10°54' et 12°24' Nord et les longitudes 2° et 3°36' Est et couvre une superficie de 17182 Km² dont près de la moitié est occupée par les aires protégées (figure 1). Ces deux climats présentent la même tendance pluviométrique (figure 2).

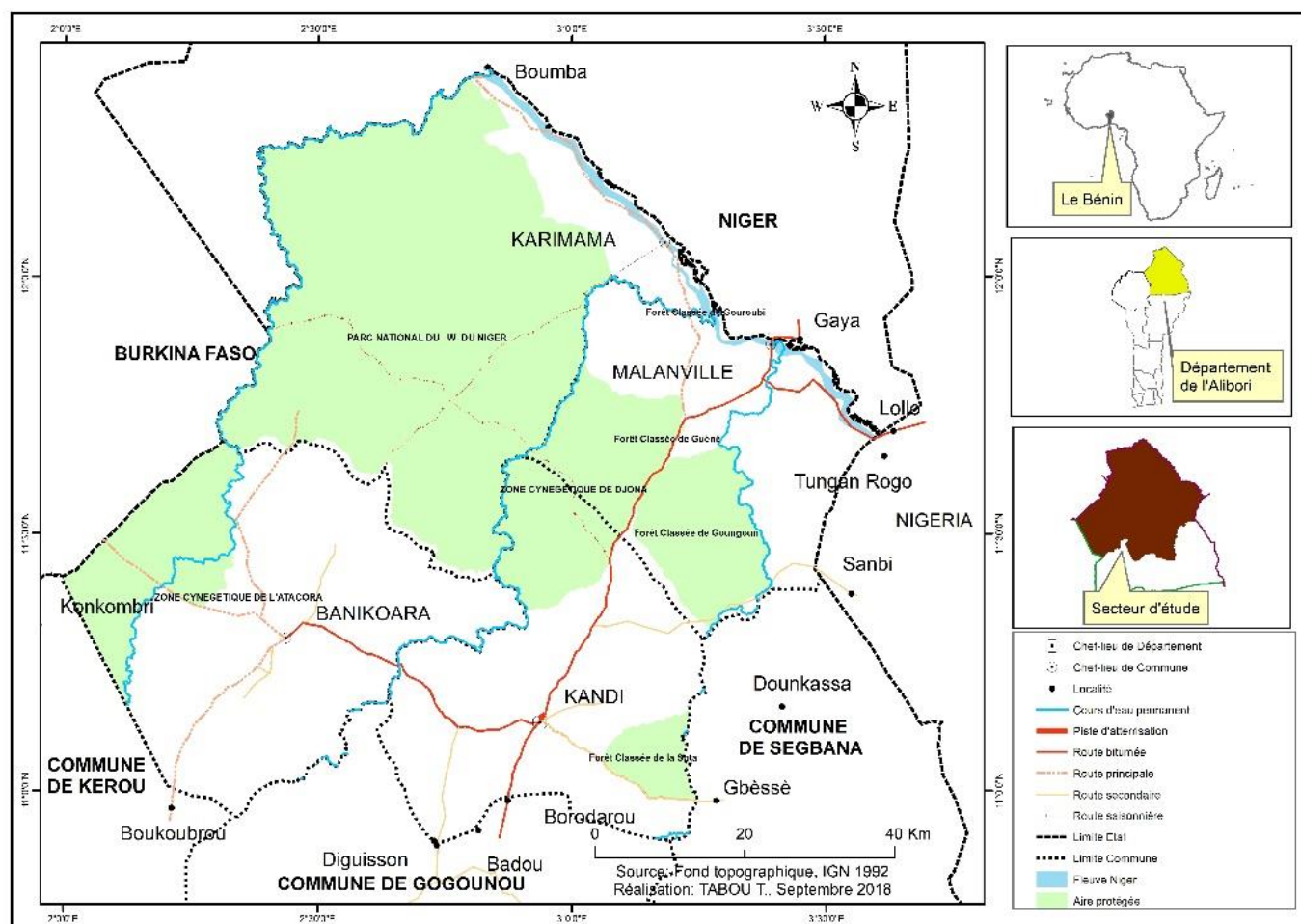


Fig. 1. Localisation du milieu d'étude

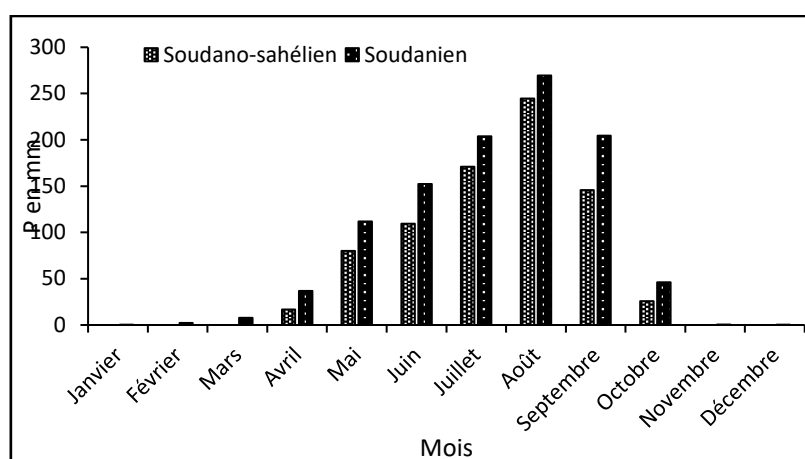


Fig. 2. Régime pluviométrique des domaines soudanien et soudano-sahélien

2.2 DONNEES UTILISEES

2.2.1 DONNEES PLUVIOMETRIQUES

Pour éviter l'utilisation de données pluviométriques avec beaucoup de lagune, seules les stations synoptiques de Gaya et de Kandi ont été prises en compte dans l'étude. Ces données climatologiques sont celles de la série 1981-2017. Cette série prend en compte les années 80 qui sont considérées comme une période où toutes les activités agricoles et principalement l'élevage ont connu une baisse historique de productivité dans le sahel. C'est en ce moment donc que les éleveurs transhumants se sont plus intéressés aux aires de pâturage des pays côtiers.

Les données sont collectées à l'ASECNA (Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar) et dans les laboratoires du campus d'Abomey-Calavi. Les données collectées sur le site <https://freemeteo.fr> ont permis de faire la comparaison des jours pluvieux.

2.2.2 DONNEES SATELLITAIRES

Elles sont relatives aux images Landsat OLI/TIRS d'accès libre, d'une résolution spatiale de 30 m et de résolution temporelle de 16 jours. Les images Landsat utilisées sont celles des deuxièmes décades d'avril, mai; des premières décades de juin, septembre et octobre puis celle de la troisième décade de juillet. La série chronologique de l'étude est de 2013 à 2017. En effet, les images satellitaires utilisées ne sont disponibles qu'à partir de 2013 et le MVC (Max Value Composite) n'utilise que des images de mêmes caractéristiques. Ces images de la scène (P192 et R052) ont été téléchargées sur le site earthexplorer.usgs.gov. Le choix de ces images sur les décades concernées répond à certains critères: l'image doit être de la décade concernée et le taux de couverture nuageuse ne dépasse pas 1 % de la superficie totale. Ces critères ont permis d'écarter les images des décades du mois d'août qui est le seul mois de l'année où le bilan hydrique est supérieur à l'ETP dans le milieu soudano-sahélien [7].

2.3 METHODE DE COLLECTE DE DONNEES

Pour la modélisation de la niche climatique et l'évaluation de la production des parcours naturels, le GPS a servi à la prise des coordonnées géographiques de quelques points sur les parcours de Malanville et Kandi puis à compléter les points pris sur les parcours des communes de Karimama et Banikoara par [8]. Certains de ces points ont également servi de points de présence des espèces *d'Andropogon gayanus*, *Hyparrhenia barteri*, *Hyparrhenia rufa* et *Pennisetum purpureum*. Les valeurs de ces points ont été extraites des données raster de ICN (indice de croissance normalisée) de toutes les images décadales à l'aide du logiciel ArcGIS 10.4.

2.4 METHODES DE TRAITEMENT ET D'ANALYSE DES DONNEES

2.4.1 MODELE MAX VALUE COMPOSITE (MVC)

Le traitement des images Landsat réalisé avec ENVI 5.1 (figure 3). Les bandes 4 (rouge) et 5 (infrarouge) ont été utilisées pour le calcul du NDVI puis de l'ICN dont les formules sont respectivement:

$$NDVI = \text{float}(b5 - b4) / \text{float}(b5 + b4) \quad (1)$$

$$ICN = \frac{100(NDVI_d - NDVI_{minsp})}{(NDVI_{maxsp} - NDVI_{minsp})} \quad (2)$$

Où NDVI_d est le NDVI de la décade considérée; NDVI_{maxsp} et NDVI_{minsp} sont respectivement les NDVI maximum et minimum calculés sur la saison des pluies considérée. Dans le cadre de cette étude la saison des pluies commence à la deuxième décade d'avril et se termine en octobre.

2.4.2 METHODE D'ANALYSE DES DONNEES

Le tableur Excel a été utilisé pour réaliser les graphes sur la variation intra-saisonnière de ICN et des précipitations mensuelles. Le logiciel MINITAB a servi au test de Kruskal-Wallis relatif à la production temporelle de la biomasse fourragère. La spatialisation de la production spatio-temporelle fourragère de 2013 et 2014 a été possible grâce à ArcGIS 10.4. Le choix de ces deux années sur les cinq est motivé par le fait que l'année 2014 a connu une meilleure répartition pluviométrique dans le temps et 2013 est l'année ayant connu un début tardif et une mauvaise répartition. Le programme MaxEnt a permis de faire la modélisation de la niche écologique des espèces fourragères.

La figure 3 présente le processus de traitement et transformation des images décadaires en raster de ICN

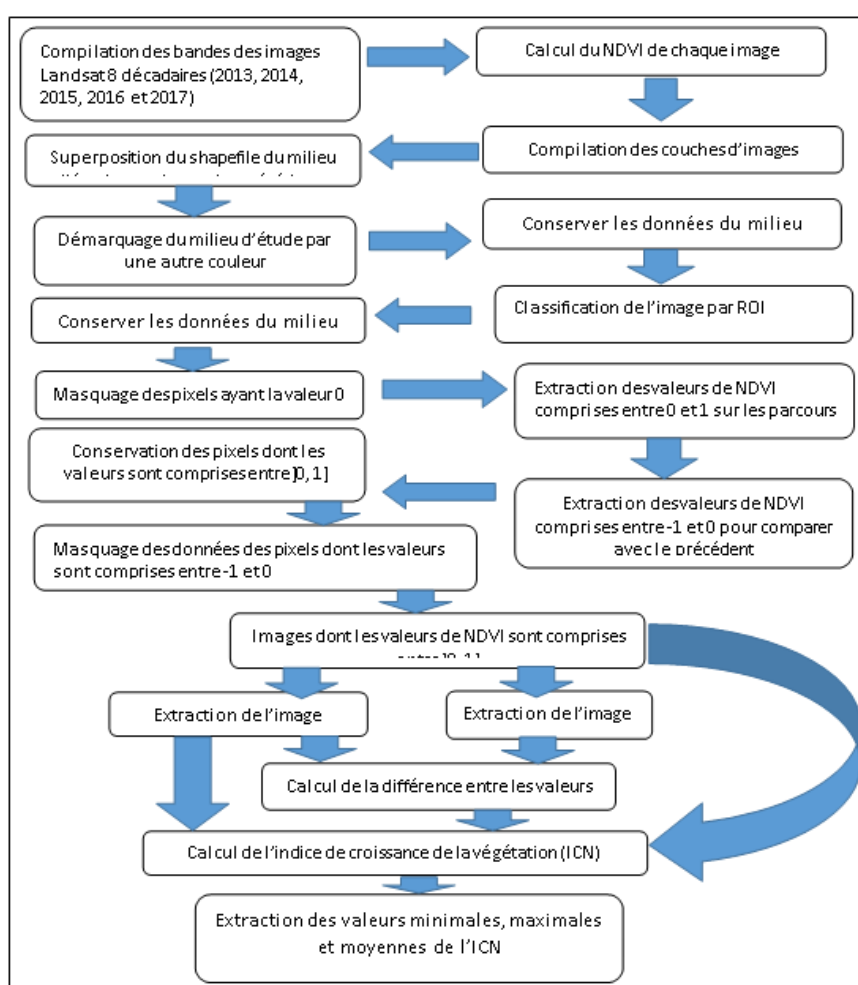


Fig. 3. Processus de traitement et transformation des images décadaires en raster de ICN

3 RESULTATS

3.1 DYNAMIQUE SPATIO-TEMPORELLE DE LA BIOMASSE FOURRAGERE AU COURS DES SAISONS UTILES DANS LE DEPARTEMENT DE L'AUBORI

Les changements intervenus dans la croissance de la biomasse fourragère au cours des saisons des pluies de 2013 et 2014 dans les parcours de pâturage des communes de Banikoara, Kandi, Karimama et Malanville sont analysés à partir des valeurs moyennes décadaires de l'ICN et des hauteurs de pluie des décades précédentes (Figure 4).

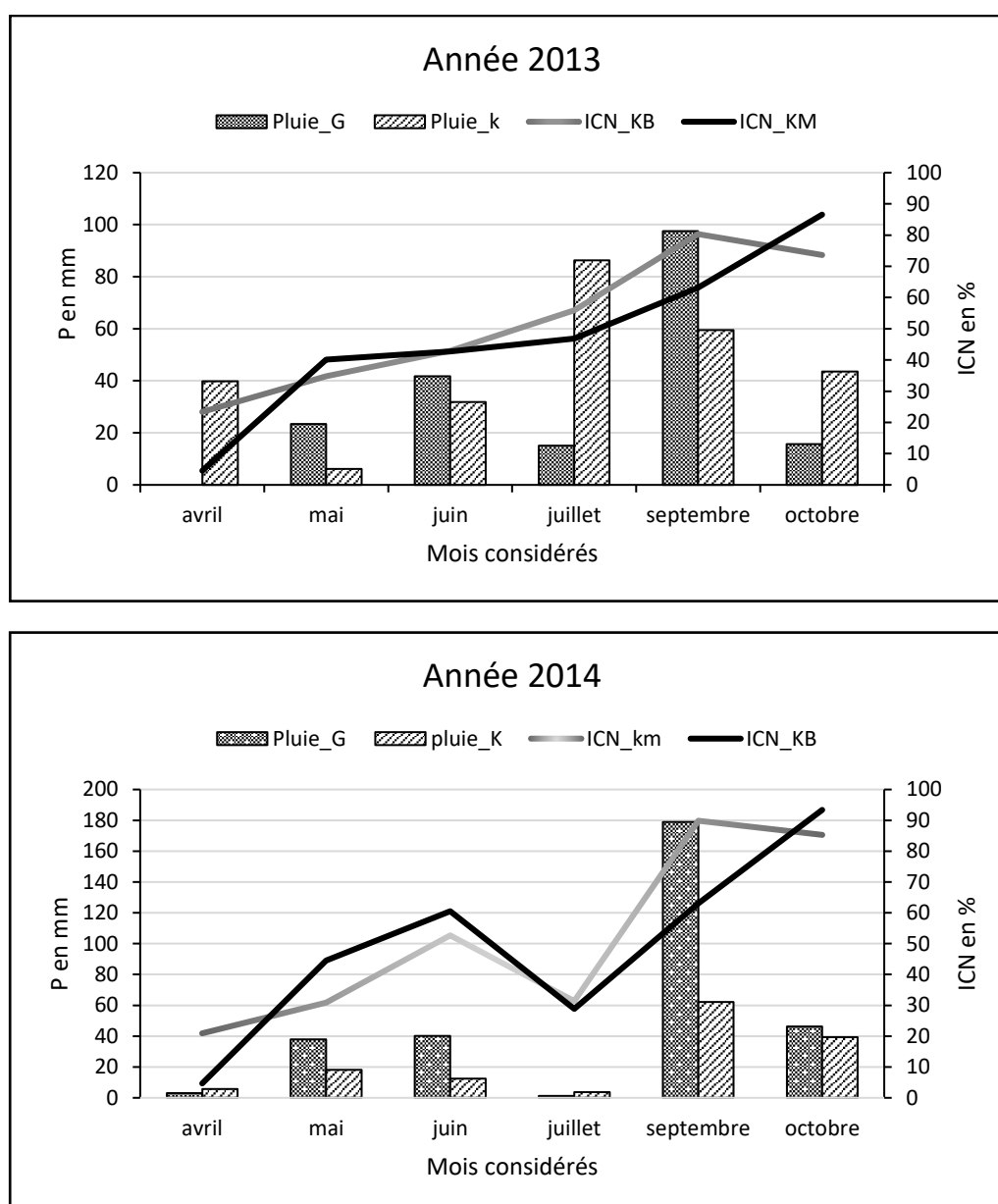


Fig. 4. Variation intra-saisonnière de l'indice de croissance normalisée (ICN_km) sur le domaine soudano-sahélien et (ICN_KB) soudanien en relation avec la pluviométrie des stations synoptiques de Gaya (Pluie_G) et celle de Kandi (Pluie_K)

L'analyse comparée des valeurs de l'ICN sur les deux domaines montre des tendances d'évolution saisonnière différentes. Les valeurs moyennes de l'ICN observées dans le domaine soudanien sont supérieures à celles du domaine soudano-sahélien. L'évolution de l'indice de croissance normalisée suit le gradient sud-nord. Dans la deuxième décennie d'avril dans le domaine soudano-sahélien, les valeurs moyennes sont 4,54 et 4,67 respectivement pour les années de 2013 et 2014. Dans la première décennie de 2013, les précipitations n'avaient pas démarré et en 2014 seulement 3,10 mm de pluie ont été enregistrée dans la zone soudano-sahélienne alors que la soudanienne avait déjà connu des précipitations de hauteurs respectives 39,4 mm et 5,7 mm avec des valeurs de 23, 4 et 20,92 de ICN moyenne respectivement en 2013 et 2014.

En milieu soudanien, au cours de la saison végétative de 2013, la valeur moyenne de l'indice ICN dans la deuxième décennie est de 34,8 et la hauteur de la précipitation de la décennie précédente est d'environ 6,10 mm. Mais en 2014, la valeur moyenne de ICN est de 30,89 pour une précipitation d'environ 18,10 mm. La tendance dans l'évolution de l'ICN est la même en juin où sa valeur moyenne est de 42,9 contre 31,9 mm pour la précipitation en 2013. L'année 2014 a enregistré un ICN moyen de 52,67 avec une précipitation de 12,4 mm pour la troisième décennie de mai qui précède celle du passage du capteur. L'analyse de corrélation de Pearson confirme cette tendance dans l'évolution de l'ICN et de la précipitation ($P=0,01$ et $R=-1$). Dans les décades concernées de juillet et septembre (respectivement la troisième et la première), les valeurs du coefficient de corrélation sont positives ($P=0,01$ et $R=1$). L'évolution de l'indice ICN sur la saison des pluies de 2014 a connu une chute dans la troisième décennie de juillet avant d'atteindre son optimal en septembre 89,87. En octobre, les valeurs de l'ICN et les hauteurs de précipitation sont négativement corrélées ($P=0,01$ et $R=-1$).

Le milieu soudano-sahélien sur les deux années a connu une corrélation positive entre l'ICN et la hauteur des précipitations enregistrées dans le mois de mai ($P=0,01$ et $R=1$) tandis que dans le mois de juin elle est négative ($P=0,01$ et $R=-1$). L'année 2014 en domaine soudanien a été marquée par un pic faible de l'ICN dans la troisième décade de juillet précédé par une décade de faible pluviométrie (1,20 mm). Néanmoins, la corrélation entre l'indice et la précipitation sur cette période de juillet est très significative et positive. Quant à la corrélation entre l'indice ICN de la première décade de septembre et la précipitation de la précédente, elle est négative. Il en est de même sur la décade d'octobre étudiée.

La grande différence constatée entre les valeurs de l'indice de croissance normalisée dans la deuxième décade d'avril sur les deux domaines montre qu'au cours de certaines années vers la fin du mois d'avril qu'il y a quelques événements pluvieux qui interviennent et changent les conditions hydriques de la végétation dans le soudanien. La valeur négative du coefficient de corrélation en zone soudanienne sur les mois de mai et juin illustre l'impact négatif des grandes pluies sur le début de la saison végétative. En effet, plus la précipitation augmente au cours de cette période de début de croissance moins les herbacées et les cultures croissent. Les espèces fourragères n'ont pas seulement besoin de pluie, les températures et l'évapotranspiration jouent elles aussi leurs partitions. Cette période sensible de la croissance végétative dans le milieu soudano-sahélien correspond au mois de juin. C'est dans ce mois que les herbacées amorcent leur croissance dans la zone. Mais l'apparition de séquences sèches en ce moment constitue un grand obstacle pour cette croissance. Ces séquences sèches impactent négativement l'évolution des espèces végétales surtout quand elles sont de longue durée. La deuxième décade du mois de juillet 2014 a connu une séquence sèche de 9 jours en milieu soudano-sahélien et 7 jours dans le soudanien. Cette interruption a bouleversé l'évolution de la végétation qui se traduit par la chute de l'indice ICN dans son évolution. La corrélation négative entre ICN et les précipitations dans la zone soudano-sahélienne au cours du mois de septembre montre que le front intertropical (dont la présence est porteuse de précipitation) se retire vers le milieu soudanien. Dans ce milieu lorsque la fin de la saison est précoce cela peut agir sur la maturité de certaines espèces fourragères. Mais c'est dans ce cas de figure qu'il y a abondance de fourrage car les espèces très appréciées à maturité le sont moins et les cultures de maïs, sorgho, niébé et autres n'atteignant la fin de leur cycle, leurs résidus sont plus convoités. La conséquence négative de telle fin de saison des pluies est le tarissement précoce des points d'abreuvement.

3.2 CARTOGRAPHIE DE LA DYNAMIQUE SPATIO-TEMPORELLE DES RESSOURCES FOURRAGERES DANS LE DEPARTEMENT DE L'ALIBORI

3.2.1 SPATIALISATION DES RESSOURCES FOURRAGERES EN DEBUT ET FIN DE LA SAISON DES PLUIES

La distribution spatiale de l'indice de croissance normalisée a permis d'apprécier la dynamique spatio-temporelle intra-saisonnière de la biomasse fourragère. Elle a également servi dans la caractérisation des espaces agro-pastoraux. La figure 5 présente la distribution de l'ICN sur le domaine soudanien (Banikoara et Kandi) et le domaine soudano-sahélien (Karimama et Malanville) au cours des saisons des pluies de 2013 et 2014.

Les figures 5a et 5a' (saison des pluies 2013) et les figures 5g et 5g' (saison des pluies 2014) présentent l'état de la végétation respectivement en domaine soudanien et soudano-sahélien dans la deuxième décade d'avril. On constate que les valeurs de ICN sont majoritairement très faibles dans l'ensemble des deux zones.

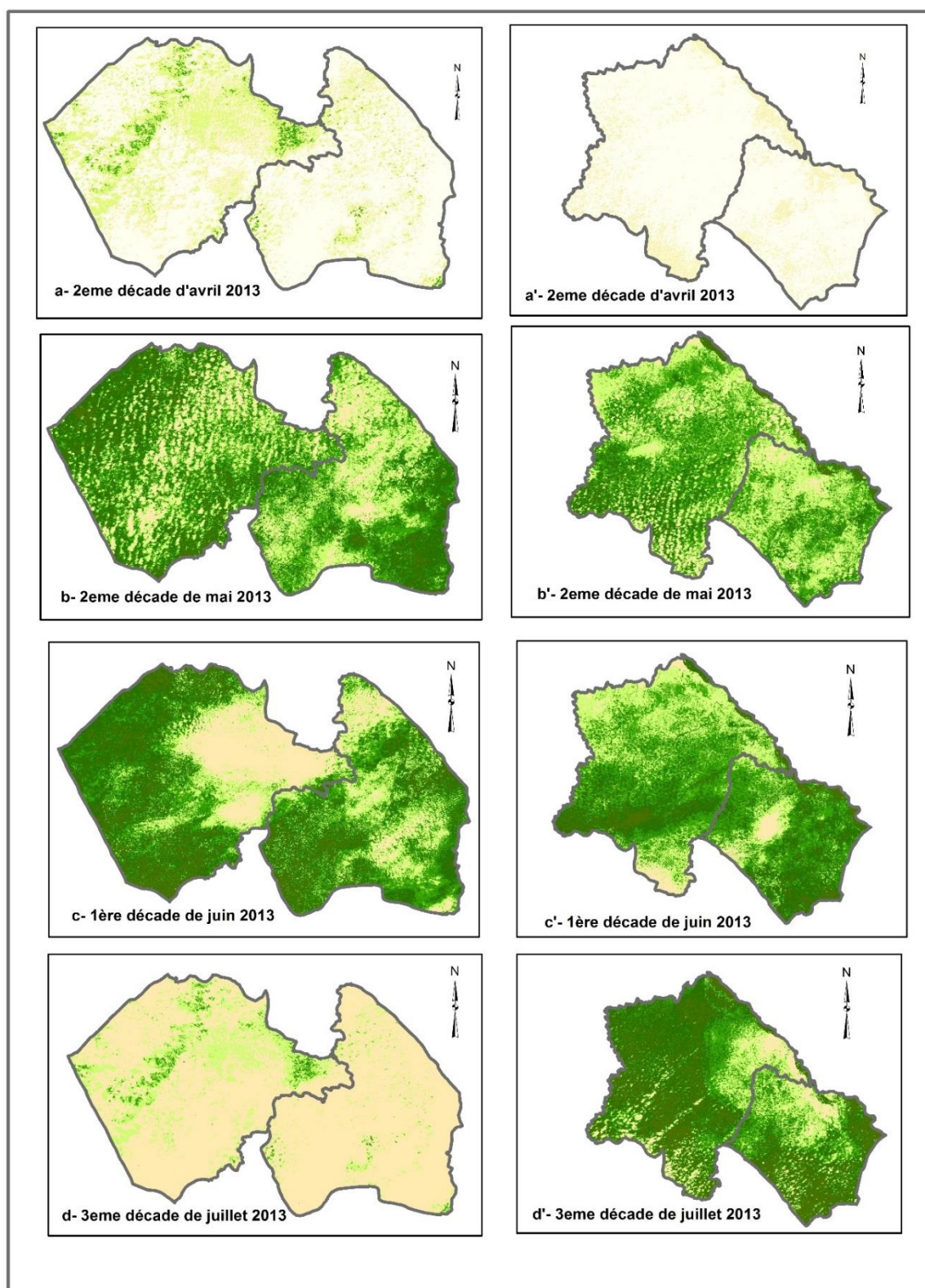
L'analyse de la (figure 5b, 5b', 5c et 5c') montre que la dynamique temporelle de la biomasse fourragère n'est pas régulière durant les décades du début de la saison des pluies de 2013. Le niveau de croissance dans la deuxième décade de mai est supérieur à celui constaté dans la première décade de juin. Le domaine soudanien affiche des valeurs d'ICN moyennes (27,98 % de la superficie du milieu), faibles (27,42 %), fortes (26,08 %) et très faibles (10,55 %) dans la deuxième décade du mois de mai. En première décade de juin ces valeurs sont fortes (27 % de la superficie du milieu), moyennes (23,86 %), faibles (19,23 %) et très faibles (15,99 %). En milieu soudano-sahélien, les valeurs de l'ICN sont faibles (38,84 % de la superficie du milieu soudano-sahélien) et très faibles (7,03 %) au nord-ouest de Malanville, au nord de Karimama dans la zone libre, moyennes (35,43 %) et fortes (14,4 %) dans les aires protégées au cours du mois de mai. Par contre le mois de juin enregistre 35,48 % de croissance pour la classe (30-50), 26,31 % pour (10-30), 23,95 % pour (50-75) et 9,37 % pour (0-10).

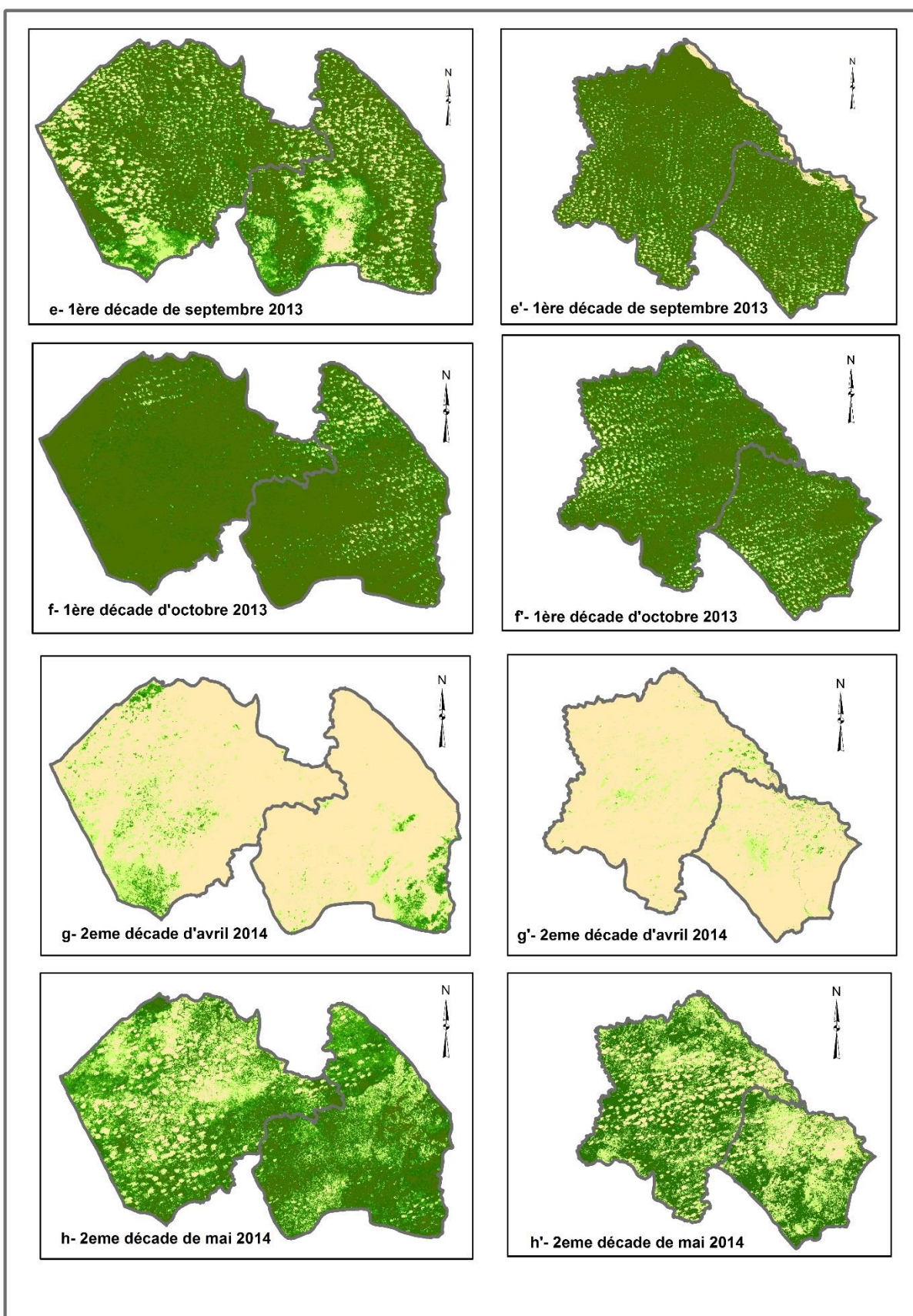
Dans le domaine soudanien en 2013, la classe de 75-100 a gagné de superficie en passant du simple au double entre la deuxième décade de mai et la première de juin (7,97 % à 13,44 %). Il en est de même de la classe de 0-10 qui passe de 10,55 % à 15,99 %. Mais la classe de 10-30 a perdu de superficie en passant de 27,42 % à 19,23 %. La dernière classe (0-10) étant constituée d'herbacées en régénérescence est plus sensible aux séquences sèches. Les classes qui ont augmenté de superficie en milieu soudano-sahélien sont 75-100, 50-75 qui sont respectivement passées de 4,3 % à 9,37 % et 14,4 % à 23,95 %. Quant à la classe surfacique 10-30, elle a perdu 12,53 % de son aire. Les espèces qui sont de la classe de croissance (10-30) sont sensibles aux séquences sèches et présentent une morphologie qui les prédispose au pâturage. Au cours de la saison des pluies de 2014 dans la zone soudano-sahélienne, entre les décades étudiées de mai et juin, les classes de 0-10 et 10-30 ont connu une régression de leur superficie (12,02 % à 1,6 % et 31,05 % à 10,20) tandis que celles de 50-75 et 75-100 ont enregistré une nette augmentation en passant respectivement de 14,04 % à 45,26 % et 1,79 % à 11,13 %. Le milieu soudanien a connu les mêmes types de changement.

En cette période de début de saison des pluies (mai-juin), les fluctuations pluviométriques ont impacté négativement la production de biomasse fourragère en 2013. Ainsi le niveau de croissance n'a pas respecté la même transition que celui de 2014 où entre les deux décades de deux mois les classes de valeurs faibles (0-10 et 10-30) ont perdu de superficie en faveur des classes de moyenne et grande valeurs (50-75 et 75 à 100). Le total pluviométrique des événements pluvieux enregistrés en 2013 dans la zone soudanienne avant la deuxième décade de mai est 68 mm environ et durant la décade qui précède celle de l'image 6,1 mm. Quant à la décade dont les données pluviométriques ont servi à la comparaison avec l'évolution de l'ICN, elle a connu trois événements pluvieux (0,6 mm, 25,7 mm et 5,2 mm). Ils sont intercalés par des séquences sèches de deux et trois jours. Par contre, en 2014, ce total est d'environ 100 mm et celle de la décade qui précède l'image a enregistré 18,1 mm intervenu en deux événements (13,8 mm et 4,3 mm) séparés par une séquence sèche de 6 jours. La décade qui précède celle de l'image en juin a été marquée par deux événements pluvieux (7,5 mm et 4,9 mm) décalés d'un jour.

Le milieu soudano-sahélien en 2013 a été arrosé par un total 45,2 mm de pluie avant la décade précédant celle de l'image de mai. Cette dernière décade a connu deux précipitations dont la première est de 10 mm environ intervenu après une séquence sèche de 8 jours. Le second événement pluvieux de 13,4 mm est intervenu 4 jours après le premier. La saison pluvieuse de 2014 à l'opposé de celle de 2013 a été marquée par des événements pluvieux de total pluviométrique 136 mm environ avant la deuxième décade de mai. En plus, au cours de cette dernière il y a eu trois événements pluvieux de hauteur respectif (33,1 mm; 1,7 mm et 3,1 mm) séparés par deux et trois jours. Une séquence sèche de sept jours a séparé la date de la capture de l'image au dernier événement pluvieux.

L'examen de la figure 5e, 5e', 5f, 5f' (saison des pluies de 2013) et de la figure 5k, 5k', 5l et 5l' (saison des pluies 2014) ressort l'inégale distribution spatiale de l'indice de croissance normalisée. La classe de croissance 75-100 occupe à elle seule plus de la moitié des superficies des deux zones. Cette classe qui représente celle la croissance maximale de la biomasse fourragère sur le milieu d'étude est plus importante en 2014 qu'en 2013. Le pic de la production annuelle est atteint en octobre (92,49 % et 79,59 %) en zone soudanienne et en septembre (87 % et 69,93 %) en soudano-sahélienne. La fin de la saison des pluies de 2013 se distingue par une fin précoce faisant suite à des séquences sèches de durée considérable. Quant à celle de 2014, elle a connu une prolongation de la saison des pluies. Le mouvement de retour du FIT s'effectuant du nord au sud, facilite l'installation de la saison sèche en milieu soudano-sahélien avant le soudanien. Cette permutation de saison parfois précoce et bien d'autres paramètres comme la régularité spatiotemporelle des pluies impactent le cycle de croissance des espèces fourragères notamment annuelles. Ainsi le niveau de croissance des espèces fourragères suit le sens contraire du gradient pluviométrique.





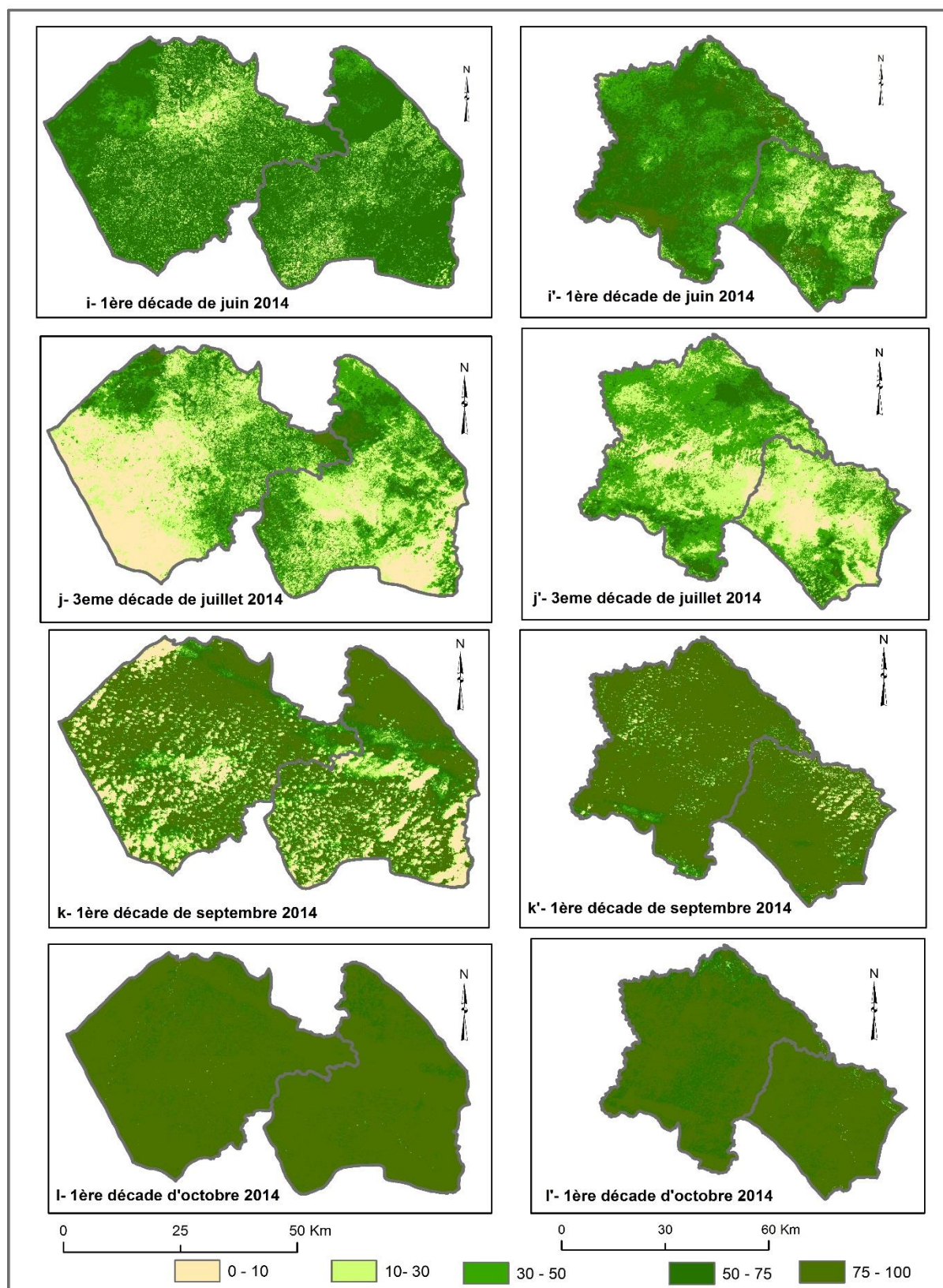


Fig. 5. Spatialisation de l'ICN sur les saisons pluvieuses de 2013 et 2014

3.2.2 SPATIALISATION DE L'INDICE DE CROISSANCE NORMALISEE AU CŒUR DE LA SAISON DES PLUIES

Les figures 5 d et 5d'présentent l'évolution de la biomasse fourragère au cours de la troisième et la première décade du mois de juillet 2013. L'examen de ces figures montre qu'en milieu soudanien, la décade de juillet présente des valeurs de ICN majoritairement faibles dans les aires de pâturage et les champs et jachères. La variation spatiotemporelle de ICN pendant la même période de 2014 présente une tendance similaire à celle de 2013. Cependant les espaces occupés par les aires protégées affichent des valeurs très fortes de l'indice.

Les variations de l'ICN dans la zone soudano-sahélienne présentent presque des tendances similaires à celles du milieu soudanien. Toutefois, le gain de superficie au niveau de la classe de très faible valeur entre juin et juillet est moins important en milieu soudano-sahélien qu'en soudanien. A cet effet, en 2013, la superficie occupée par cette classe dans le milieu soudanien est 15,99 % en juin contre 21,29 % environ dans le mois de juillet alors qu'en climat soudano-sahélien, c'est de 4,89 % à 6,23 %. Pour l'année 2014 dans la zone soudanienne les très faibles valeurs occupent 1,88 % en juin et 24,09 % en juillet. Dans la même année, en milieu soudano-sahélien, cette classe est passée de 1,6 % en juin à 12,02 % en juillet.

Les classes 0-10 et 10-30 étant composées d'espèces moins développées (jeunes plants, herbacées), elles sont plus vulnérables aux séquences sèches. La décade considérée en juillet de 2014, dans les deux est marquée par une séquence sèche de 7 et 9 jours. Ces poches de sécheresse, à certains endroits ont pour corollaire le stress hydrique pour les jeunes plants surtout. Ainsi, des espèces fourragères qui étaient de la classe 10-30, sous ces conditions hydriques défavorables peuvent se retrouver dans la basse classe. En outre, dans la région, c'est dans cette période que les producteurs font le semi d'une franche partie de leur terre. La couverture des 24,09 % des terres en ICN de la classe 0-10 peut être une conséquence de cet état de chose dans le milieu soudanien où on trouve moins d'espace occupé par les aires protégées. Par contre, le milieu soudano-sahélien étant occupé à près de 70 % par ces aires protégées présente environ la moitié du pourcentage de 0-10 dans l'autre zone.

3.3 EVALUATION DE L'INFLUENCE DE LA PRÉCIPITATION SUR LA PRODUCTION DE QUATRE ESPÈCES FOURRAGÈRES APPÉTÉES

La sensibilité d'*Andropogon gayanus*, *Hyparrhénia barteri*, *Hyparrhénia rufa* et *Pennisetum purpureum* à la précipitation annuelle (figure 7) et précipitation du mois le plus sec (figure 8) a été évaluée.

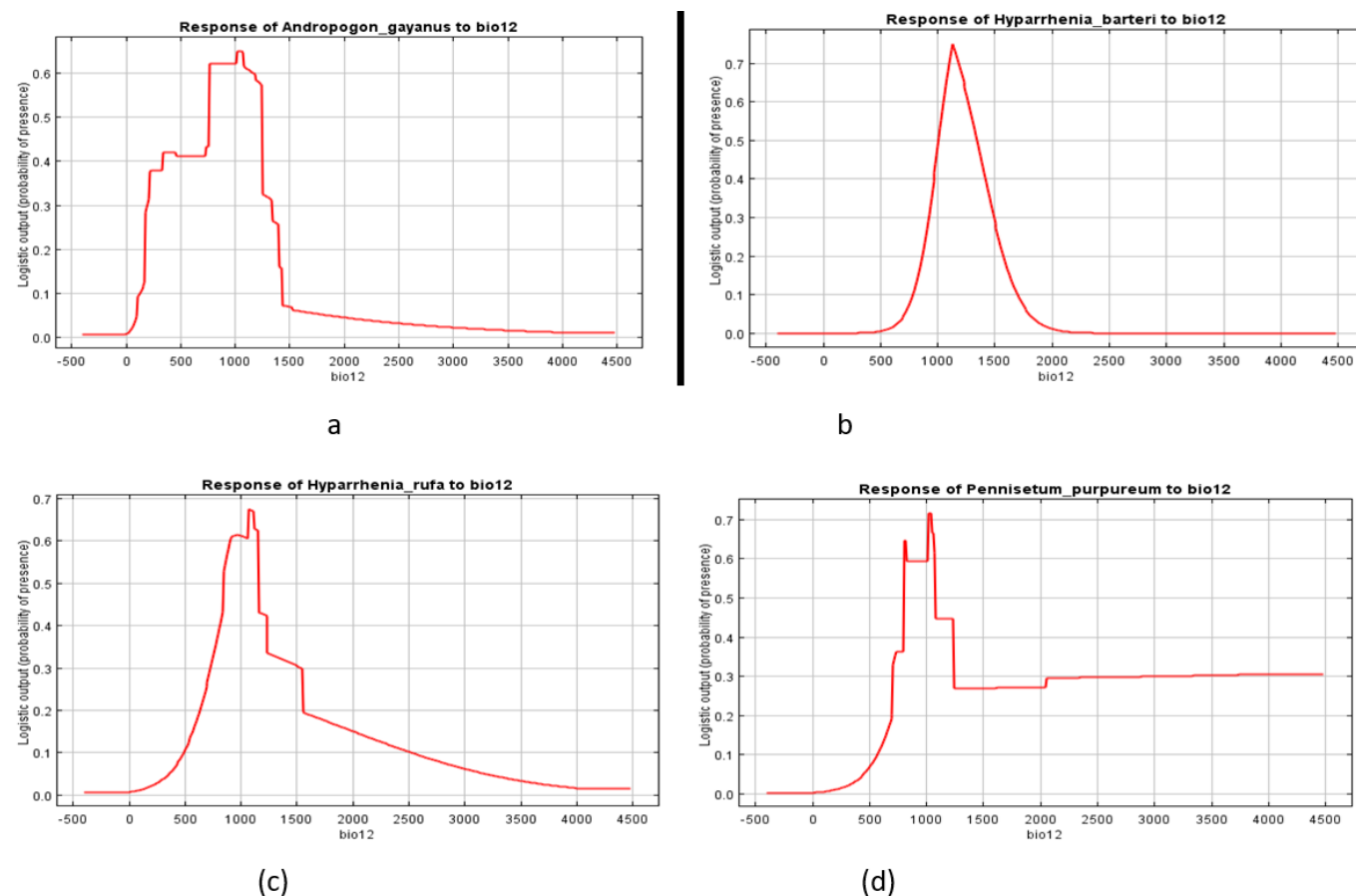


Fig. 6. Sensibilité des herbages d'*Antropogon gayanus* (a), *Hyparrhenia barteri* (b), *Hyparrhenia rufa* (c) et *Pennisetum purpureum* (d) à la précipitation annuelle

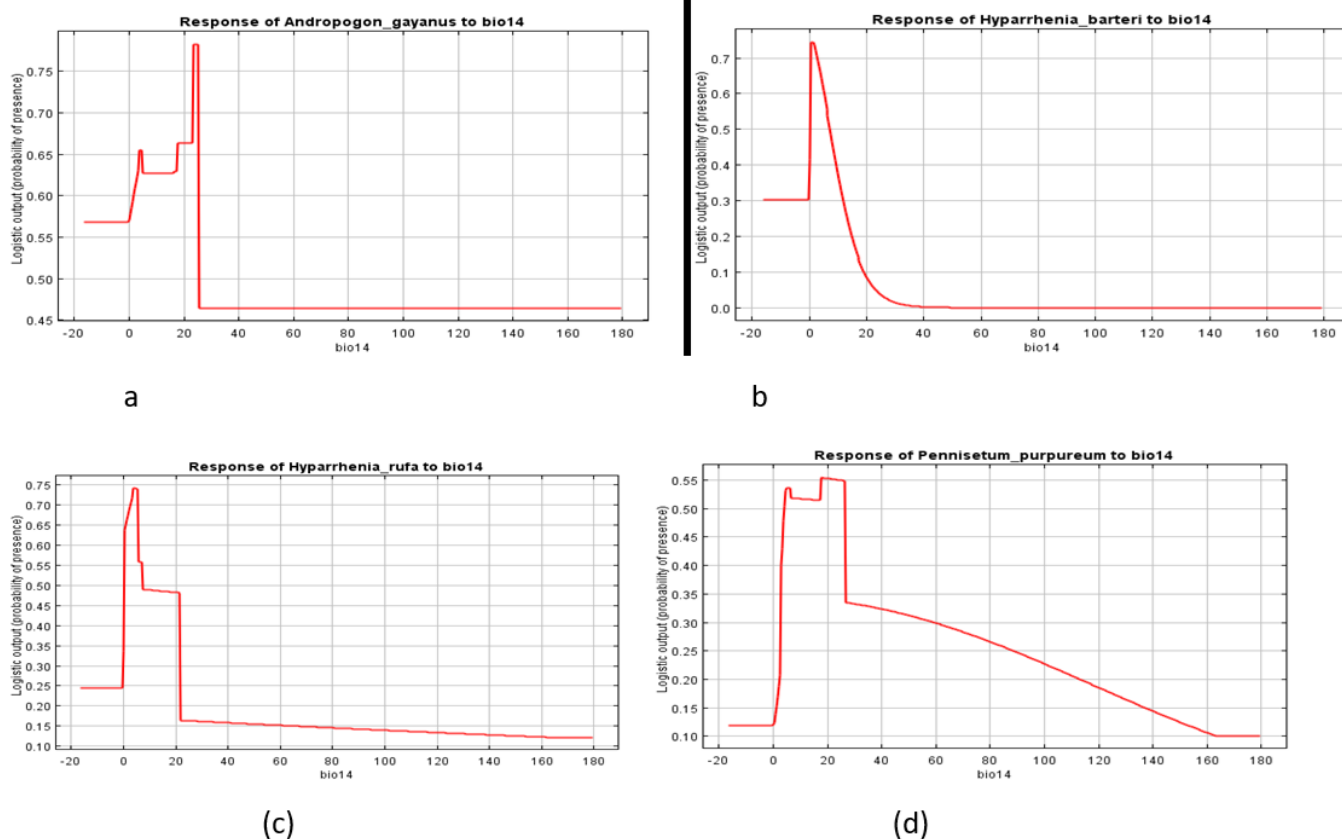


Fig. 7. Sensibilité des herbages d'*Antropogon gayanus* (a), *Hyparrhenia barteri* (b), *Hyparrhenia rufa* (c) et *Pennisetum purpureum* (d) à la précipitation du mois le plus sec

L'habitabilité de toutes les espèces est élevée dans les zones où la précipitation annuelle est légèrement supérieure ou égale à 1000 mm (figure 7). Toutes les zones qui ont une précipitation annuelle comprise entre 1500 et 4000 mm sont très peu productive en *Andropogon gayanus* (figure 7a) et en *Hyparrhenia rufa* (figure 7c). Quant à *Hyparrhenia barteri*, il ne se développe pas dans des milieux ayant une pluviométrie annuelle supérieure à 2000 mm. *Pennisetum purpureum* est la seule espèce fourragère parmi celle étudiées qui peut résister à toutes les hauteurs pluviométriques supérieures à 1000 mm. Mais lorsque la hauteur pluviométrique est élevée, l'espèce ne dépasse pas un certain niveau de développement.

Ces espèces herbacées fourragères se développent mieux lorsque la pluviométrie mensuelle oscille autour de 20 mm (figure 8).

4 DISCUSSION

La télédétection est la technique la plus adaptée pour l'étude et la représentation des interactions biophysiques entre climat et végétation [9]. Le NDVI qui est l'indice le plus utilisé pour le suivi de la végétation présente beaucoup d'imperfections liées entre autres à l'effet de l'arrière-plan sol, aux contaminations des nuages et la vapeur d'eau. Pour refléter les caractéristiques des écosystèmes et séparer le signal météorologique du signal écologique, le NDVI a été transformé en indice d'état de la végétation (VCI, ICN) [10]. L'ICN est efficace dans le suivi de la croissance de la végétation au cours de la campagne agricole et pastorale [11]. Mais il présente également quelques insuffisances liées notamment à la couverture prolongée des nuages.

La variation de la précipitation totale des décades d'avant celles des images selon les deux stations synoptiques utilisées dans l'étude est similaire à celle de l'ICN moyenne suivant le gradient sud-nord. Ces résultats corroborent ceux de [12], [13] et [14]. La différence constatée entre l'allure de l'ICN et la hauteur de pluie dans le mois de juillet 2014 s'expliquerait par la durée des séquences sèches observées dans la décade qui précède l'image et par l'occupation des terres emblavées par les jeunes pousses des cultures (maïs, coton, sorgho...). Ces résultats confirment donc le rôle des activités anthropiques et des séquences sèches dans la variation spatiotemporelle de la végétation ([15], [16]).

Cette corrélation est plus remarquable en début de saison des pluies (mai et juin) ($p_value = 0,001$). Ces résultats confirment les résultats obtenus par [17] selon lesquels la dynamique de la végétation indique pour chaque quinzaine du début de la saison des pentes positive alors que la période de maturité ne présente pas des articulations précises. Il finit en constatant que le test de concordance de

Mann-Kendall indique une inexistence de tendance notable dans l'évolution moyenne annuelle de la végétation pendant la période de croissance maximale. C'est certainement ce qui a amené [3] à conclure que la production de la biomasse n'est pas linéaire pendant toute l'année. Le développement des fourrages et surtout des herbacées nécessite une humidité superficielle du sol ([18] dont l'action est plus perceptible dans les premiers mois de la saison des pluies. En période de forte humidité, d'autres paramètres peuvent intervenir dans l'évolution des plantes comme le type de sol ([19], [20], [21]), l'altitude [22] ou la pente qui peut faciliter le drainage des eaux. La contribution de la précipitation annuelle et du mois le plus sec confirme le rôle primordial de la pluie dans la croissance des espèces fourragères et de l'importance d'autres variables environnementales comme l'évapotranspiration. La différence de croissance des espèces fourragères dans une même zone climatique s'expliquerait par l'inégale répartition spatiale des précipitations et des paramètres sus cités. Ces différents éléments géographiques, par leur nature et leur évolution entretiennent des rapports très étroits avec le climat qui les influence d'ailleurs fortement ([23], [24], [25] et [26]). La différenciation trouve également sa source dans les interventions anthropogènes [27] qui fragilisent certains milieux par rapport d'autres. C'est ce qui expliquerait les incursions dans les aires protégées ([28], [29], [30] et [5]) des éleveurs à la recherche de fourrage pendant les moments de pénuries de ressources pastorales dans les zones de pâturage malgré tous les risques liés à l'usage de ces aires.

5 CONCLUSION

La présente étude a montré que l'indice de croissance normalisée est un bon outil de suivi de la dynamique temporelle de la végétation dans le domaine soudanien et soudano-sahélien. Elle a permis également de constater la différence dans la croissance des pâturages de la zone soudanienne (Banikoara et Kandi) et du milieu soudano-sahélien (Malanville et Karimama) au cours de la saison des pluies. L'utilisation des données des images de grande résolution comme spot ou sentinelle devrait permettre d'affiner la technique d'estimation de la production de biomasse fourragère et envisager obtenir plus de précision dans les résultats.

Pour accompagner les agropasteurs des communes de Malanville et Karimama il faut les encourager dans l'exploitation de variétés de cultures adaptées à la zone soudano-sahélienne. Cette alternative réduirait les effets des fluctuations climatiques sur le rendement des cultures. A l'instar des pays du sahel notamment le Niger, le Burkina-Faso, le Sénégal et le Tchad qui utilisent cet indice et d'autres pour le suivi de l'évolution des cultures et des pâturages, le Bénin peut mettre aussi en place une structure chargée du suivi écologique dans la partie septentrionale. Elle permettra aux agropasteurs d'anticiper des actions pour renforcer la résilience du système élevage bovin. Les services météorologiques doivent également partager les informations qu'ils détiennent de façon périodique avec les acteurs concernés.

REFERENCES

- [1] B.R. Rakotoarison, Etude de la valeur nutritive de *Desmodium uncinatum*, *Hedychium coronarium* et *Musa paradisiaca* pour une meilleure valorisation des ressources fourragères des hautes terres malgaches. Thèse de doctorat, Université d'Antananarivo, Ecole supérieure des sciences agronomiques, Département élevage, 141 p, 2005.
- [2] S. Zakari, B. A. H. Tente, I. Yabi, I. Toko Imorou, T. Tabou, F. Afouda et B. N'Bessa, Vulnérabilité des troupeaux transhumants aux mutations climatiques: analyse des perceptions et adaptations locales dans le bassin de la Sota à Malanville. *Afrique Science*, 11 (3): pp 211-228, 211 ISSN 1813-548X, <http://www.afriquescience.info>, 2015.
- [3] D.P.A.A. Lesse, Gestion et modélisation de la dynamique des parcours de transhumance dans un contexte de variabilités climatiques au nord-est du Bénin. Thèse de Doctorat, FSA/UAC, Bénin, 299 p, 2016.
- [4] A.J.P. Djenontin, Houinato M., B Toutain. et B Sinsin, Pratiques et stratégies des éleveurs face à la réduction de l'offre fourragère au Nord-Est du Bénin. *Sécheresse*, 20 (4), pp 346-353, 2009.
- [5] T. Tabou., Vulnérabilité des troupeaux transhumants aux contraintes climatiques, Perceptions et adaptations communautaires dans les communes de Malanville et de Karimama. Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies en Géographie. UAC/ EDP/FLASH. 100 p, 2014.
- [6] R. Saliou, Modélisation prédictive et cartographie de la dynamique des parcours de transhumance dans le contexte de variabilités climatiques dans le Moyen-Bénin. Thèse de Doctorat, EDP/FLASH, Université d'Abomey-Calavi, Bénin, 306 p, 2015.
- [7] G. J Boko., Trajectoires des changements dans l'occupation du sol: déterminants et Simulation, cas du bassin-versant de l'Alibori (Bénin, Afrique de l'ouest). Thèse de Doctorat Unique en Géographie, FLASH-EDS/ UAC, 291 p, 2012.
- [8] N. Toko Issiaka, Cartographie De La Dynamique Spatio-Temporelle Des Parcours Naturels Des Troupeaux Transhumants Dans Les Communes De Banikoara Et De Karimama Au Bénin (Afrique De L'ouest) *European Scientific Journal* édition vol.12, No.32 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431, 2016.
- [9] T. P Thao Do, Apport de la télédétection spatiale pour l'étude multiscaire des interactions climat-surfaces en Afrique de l'ouest: Etude du bassin versant de l'Ouémé supérieur (Bénin). Thèse de doctorat, Université de Grenoble, Spécialité en science de la terre, de l'univers et de l'environnement, 218 p, 2014.
- [10] L.S. Unganai & F.N. Kogan, Drought and Corn Yield Estimation in Southern Africa from AVHRR Data. *Remote Sensing of Environment*, 63, 219-232, 1998.

- [11] I. Garba, I. Alfari, M. Hamadoun, B Djaby. I. Touré, Suivi de la végétation par satellite: cas de l'utilisation des images ICN, VCI et SNDVI pour la prévision qualitative des productions végétation. Colloque Régional De N'djaména, 5 p, 2013.
- [12] D. Marin, G. De Martino, O. Guenni et Y. Guédez, Biomasse et productivité de la strate herbacée des savanes de l'Etat de Guarico (Vénézuéla). *Fourrages*, 165, 89-102, 2001.
- [13] P. Rahimzadeh Bajgiran, A. A. Darvishsefat, A. Khalilic, M. F. Makhdoumd, *Journal of Arid Environments* 72 1086–1096, 2008.
- [14] CRA (Centre Régional Agrhymet), Bilan à mi-parcours de la campagne 2014/2015 *Bulletin de veille environnementale*, n°2, 6 p, 2014.
- [15] J. César, Typologie, diagnostic et évaluation de la production fourragère des formations pastorales en Afrique tropicale. *Fourrages*, 128, 423-442, 1991.
- [16] E. Sodré, Caractérisation des pâturages naturels du terroir de Kotchari et de la partie voisine du Parc W (côté du Burkina Faso). Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural en élevage, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 89 p, 2009.
- [17] Z. A. Tra Bi, Etude de l'impact des activités anthropiques et de la variabilité climatique sur la végétation et les usages des sols, par utilisation de la télédétection et des statistiques agricoles, sur le bassin versant du Bouregreg (Maroc). Thèse de Doctorat en Géographie. Université d'Artois, Artois, 190 p, 2013.
- [18] S. Cissé, L. Eymard, J. A. Ndione et A. T. Gaye, Analyse statistique des relations pluie-végétation au Ferlo (Sénégal). XXVIII Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Liège, 6 p, 2015.
- [19] I Toko, Etude de la variabilité spatiale de la biomasse herbacée, de la phénologie et de la structure de la végétation le long des topos séquences du bassin supérieur du fleuve Ouémé au Bénin. Thèse de Doctorat en Géographie. Université d'Abomey-Calavi. Cotonou, 241p, 2008.
- [20] J. Yoka, J.J Loumeto, J. Voudibio et D. Epron, Productivité herbacée des savanes de la Cuvette congolaise (Congo-Brazzaville). *Afrique Science*, (1) 89 – 101 89 ISSN 1813-548X, <http://www.afriquescience.info>, 2013.
- [21] A. R. A. Saliou, M. Oumarou et A. B. Sinsin, Variabilités bioclimatiques et distribution spatiale des herbacées fourragères dans le Moyen-Bénin (Afrique de l'Ouest). *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 8 (6): 2696-2708, 2014.
- [22] E. Mosimann, N. Bossuyt et D. Frund, Préparation de la production fourragère au changement climatique. *Plantes Agroscope Science*, n° 49, 36 p, 2017.
- [23] I. Diatta, Impact des fluctuations pluviométriques sur la production agricole dans la région de Thionck-Essyl en basse Casamance. Certificat d'aptitude à l'enseignement moyen (CAEM), Université Cheick Anta Diop, Dakar, Mémoire en ligne, consulté le 18/08/2018, 2007.
- [24] P. Sougnabé « La sédentarisation comme moyen d'adaptation aux baisses de la pluviométrie chez les éleveurs Peuls en Savane tchadienne », *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 13 Numéro 1, mis en ligne le 07 mai 2013, consulté le 15 mars 2017. URL: <http://vertigo.revues.org/13468>; DOI: 10.4000/vertigo.13468, 2013.
- [25] A. Laouali, Contribution à l'étude de la dynamique de l'élevage pastoral au Niger: cas de la région de Diffa. Thèse de doctorat en sciences agronomiques et ingénierie biologique, Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, 212 p, 2014.
- [26] A. B. Sarè, Variabilité climatique et dynamique des parcs agroforestiers dans la périphérie de la Réserve de Biosphère Transfrontalière W (Bénin). Thèse de Doctorat en Géographie. Université d'Abomey- Calavi. Cotonou, 374 p, 2018.
- [27] L. G. Houessou, Evaluation de l'impact de l'utilisation des terres et recherche d'indicateurs de gestion durable de la réserve de Biosphère du W et des terroirs environnants au Bénin. Thèse de Doctorat, FSA/UAC, Bénin, 212 p, 2013.
- [28] K. Sounkéré, Analyse des formes d'utilisation de l'espace dans les terroirs agropastoraux de la zone périphérique du parc National du W Bénin: (cas de la commune de Karimama). Thèse d'Ingénieur Agronome, FSA/UAC, 102 p, 2003.
- [29] G. Djohy, Transhumance et changements climatiques: Une analyse des dynamiques sociopolitiques et organisationnelles d'adaptation des éleveurs transhumants dans l'Alibori (Nord-Bénin)). Thèse d'Ingénieur Agronome, Département d'Economie et Sociologie Rurale, FSA/UAC, 145 p, 2010.
- [30] I. Sawadogo, Ressources fourragères et représentations des éleveurs, évolution des pratiques pastorales en contexte d'aire protégée: Cas du terroir de Kotchari à la périphérie de la réserve de biosphère du W au Burkina Faso. Thèse de doctorat en Physiologie et Biologie des Organismes - Populations – Interactions, Paris, 338 p. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00708327>, 2011.

