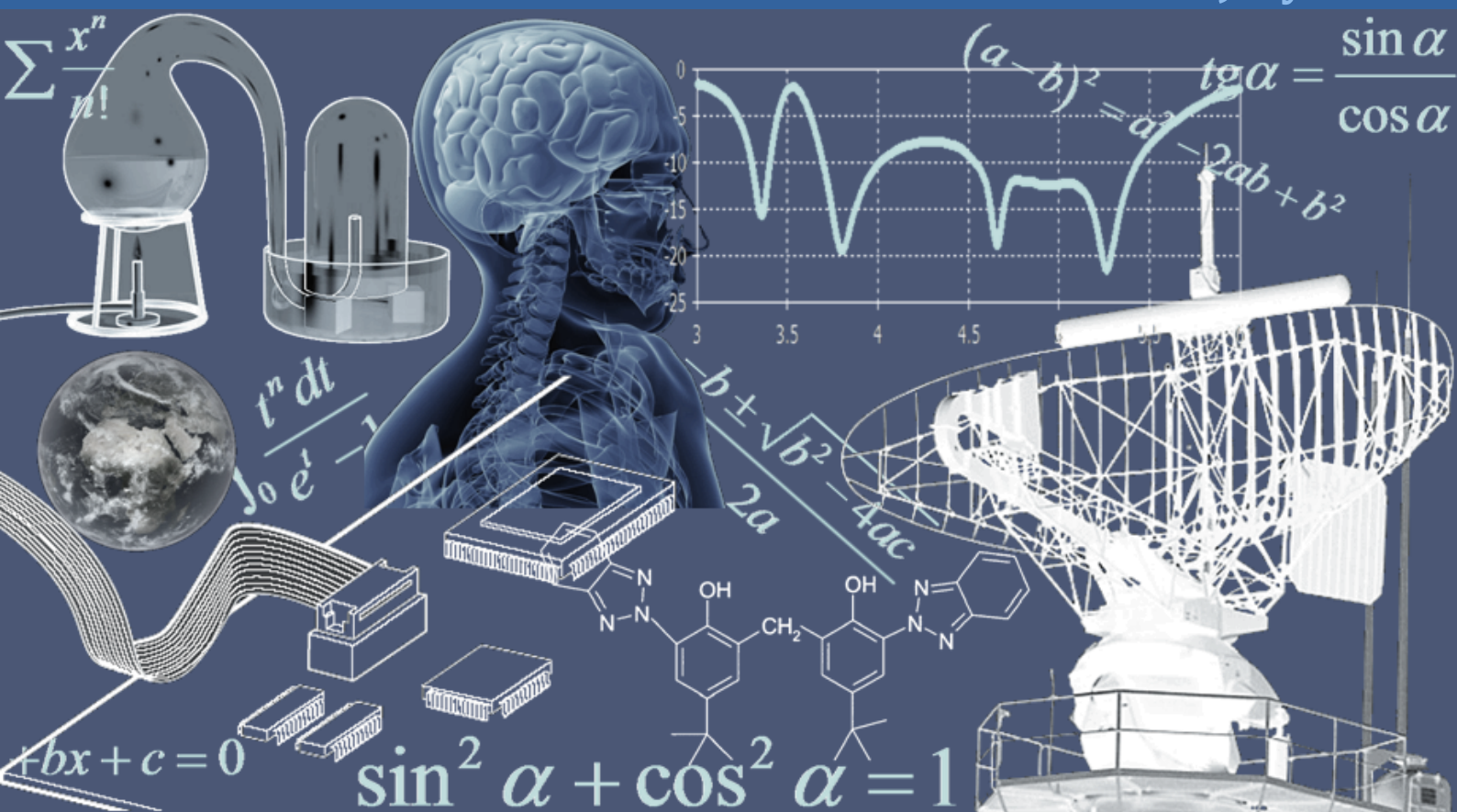


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND APPLIED STUDIES

Vol. 23 N. 4 July 2018



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

Table of Contents

Control del usuario en sistemas de recomendación <i>Gary Reyes Zambrano and Moreira Jimmy Sornoza</i>	341-354
Analyse floristique et phytogéographique des écosystèmes de Kimpolo I et ses environs à Kinshasa (République Démocratique du Congo) <i>Xavier MBUTABUBA NKURA, Constantin Lubini Ayingweu, and K. Honoré BELESI KATULA</i>	355-364
Impacts des pratiques phytosanitaires en milieu cotonnier sur le niveau de résistance phénotypique des populations de <i>Anopheles gambiae</i> (Diptera, culicidae) au Nord du Bénin <i>Anges Yadouleton, H. Wilfrid Diengue, Michel SEZONLI, B. Christophe CHABI, Ramziyath Agbanrin, Geraldo HOUNDETON, Aboubacar SIDICK, Fabrice AHISSOU, and Martin AKOGBETO</i>	365-372
Évaluation de variétés de maïs (<i>Zea mays</i> L.) pour leurs résistances ou tolérances au striga dans la province Kasai Oriental en RD Congo <i>Tshimbombo Jadika, MBUYA KANKOLONGO, Mukendi Tshizembe, Majambu Banga Banga, and Bombani Bongali</i>	373-378
Fréquences d'application des engrais chimiques et ses effets sur le rendement en culture de la pomme de terre à l'Est de la RD Congo <i>NZAMA DJAIMBU, SHABANI SALUMEMEBE, MAFUTALA NJADI, KALOME KABASEKO, and MAFUTALA TWAILO</i>	379-383
Rock phosphate and arbuscular mycorrhiza effects on growth and mineral nutrition of <i>Acacia gummiifera</i> Wild. <i>Fatima Zahra Lahdachi, Rachid Bouamri, Laila NASSIRI, and Jamal IBIBIJEN</i>	384-389
La génétique du cancer du sein chez la femme jeune, étude familiale et prédisposition génétique : Caractérisation épidémio-génétique de la population de Tlemcen par le cancer du sein chez la femme jeune <i>Amina HOUARI</i>	390-404
Appréciation de la mise en valeur du bois d'œuvre sur pied au chantier d'exploitation forestière de Nteno à Oshwe, RD Congo <i>N. NSHOBOLÉ, N.J. SEMEKI, and B.D. KADIATA</i>	405-411
Using robotics laboratories like support of the teaching and learning methodologies <i>Jorge Hidalgo, Mitchell Vásquez-Bermudez, Jose Salavarría, and Lorena Bravo</i>	412-418
Using concentrations of calcium and oxalates to predict crystalluria type <i>Abdelouahed Ait Ider, Mustapha El Bir, Constant TCHEKA, Mohamed Maaouni, Abdelkrim Merbouha, and Mohamed Mbarki</i>	419-423
ANALYSE DU PROFIL DE RECRUTEMENT DES EDUCATEURS DE L'ENSEIGNEMENT SPECIALISE DE LA VILLE DE GOMA <i>KAMONYO BOTANYI JOIE PASCAL</i>	424-433
Facteurs associés au risque de mortalité périnatale dans la Division Provinciale de Lomami en République Démocratique du Congo <i>N.B. Mukuna, N.L. Okenge, A. Sepou, and O. Modia</i>	434-440
Métabolites secondaires et activités biologiques des extraits de l'écorce de tronc de <i>Khaya senegalensis</i> , une plante à usage vétérinaire récoltée au Bénin <i>Koudoro Yaya Alain, Agbangnan D. Pascal Cokou, BOTHON F. T. Diane, Bogninou Sophie Reine, Alitonou Guy Alain, Avlessi Félicien, and Dominique C.K. SOHOUNHLOUE</i>	441-450
Pétrographie et origine des métasédiments du domaine SASCA (SW de la Côte d'Ivoire) <i>Augustin Yao Koffi, Alain Nicaise KOUAMELAN, DIRO Sagbrou Chérubin, Kouadio Fossou Jean Luc Hervé, Teha Koffi Raoul, Kouassi Brice Roland, and Koffi Gnagnon Raymond Stéphane</i>	451-464
Observations préliminaires de la phénologie des Annonaceae, Fabaceae, Myristicaceae et Rubiaceae dans la Réserve de Biosphère de Luki, en République Démocratique du Congo <i>Baraka Lucungu Prince, Semeki Ngambinzeke Jean, Maloti Jean marron, and Kadiata Bakach Dikand</i>	465-473
ETUDE PRELIMINAIRE SUR LA FLORE DE LA RESERVE FORESTIERE DE L'INERA KIYAKA (PROVINCE DE KWILU) <i>A. Michel Lumengo, K. Honoré Belesi, A. Constantin Lubini, and T. Eustache Kidikwadi</i>	474-487
Liposarcome myxoïde du sein et grossesse: à propos d'un cas	488-491

<i>Echaymae EDDAOUDI, Zakia TAZI, Abdelhay FILALI, Mohammed Hassan ALAMI, and Rachid BEZAD</i>	
A new multi-hybrid power system for grid connected area (Solar-Compressed Air Energy Storage-Grid power)	492-505
<i>Mohammad Shajibul-Al-Rajib and Kazi Firoz Ahmed</i>	
Influence de techniques culturelles sur la production et le rendement de la patate douce à l'Est de la République Démocratique du Congo	506-511
<i>SHABANI SALUMEMEBE, NZAMA DIAIMBU, MAFUTALA NJADI, KALOME KABASEKO, and MAFUTALA TWAILLO</i>	
Inventaire d'Aménagement Forestier dans la Réserve Forestière de Yoko, Territoire d'Ubundu en Province Orientale, RD Congo	512-522
<i>Masheka Bahige Freddy, Somue Mulamba, Asumani Anghonda, BEGAA Yendjoli, and Olonga Kwasse</i>	
Aménagement d'une zone tampon autour du Parc National de Kahuzi-Biega (PNKB) en haute altitude (Nord-Est) à Bugorhe et Irambi-Katana, dans le Territoire de Kabare, Sud-Kivu, RD Congo	523-540
<i>Masheka Bahige Freddy, Jacques FIKIRI ZIRHUMANA, and Kashema Balola</i>	
The spatial and functional dimensions of the urban policy in the internal urban margins of the city of Casablanca : The case of Sidi Moumen district	541-558
<i>Yassine Aoussar</i>	
FACTEURS EXPLICATIFS DES DECES MATERNELS EN MILIEU HOSPITALIER : UNE ETUDE AU NIVEAU DE SIX ZONES DE SANTE DANS L'EST DE LA REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO	559-568
<i>Jean-Bosco Kahindo Mbeva, Hermès Karemere, Prudence Mitangala, Lévis Nyavanda, and Jean-Paul Mundama W'ltende</i>	
The substrate thickness effect on the magnetic properties of some atomic plans of cobalt	569-574
<i>A. Adanlété Adjanoh and R. Belhi</i>	
Panicum maximum density effect upon the efficiency of pilot-scale vertical flow constructed wetlands treating domestic wastewater	575-582
<i>Jean-Marie Pétémagnan Ouattara, Béatrice Assamoi AMA, and Lacina Coulibaly</i>	
Inhibition de la cristallisation in vitro de l'oxalate de calcium par extrait aqueux de Zizyphus Lotus	583-589
<i>Latifa Baddade, Mustapha El Bir, M. Oubenali, Malika Echajia, Souad Rabi, Mohamed Berkani, and Mohamed Mbarki</i>	
Epidemiology and risk factors of Poisoning in the north central region of Morocco (2013-2014)	590-597
<i>Mervem BOUKILLI, Fouzia RHAZI FILALI, Sanaa BENLARABI, Abdelmajid Soulaymani, Zakaria ABIDLI, Rachida Soulaymani-Bencheikh, and Majda SEFIANI</i>	
La cartographie de la vulnérabilité à la contamination des eaux de surface du bassin versant du Barrage de l'Oued Martil	598-605
<i>Layla Herhar, Jamal Stitou El Messari, and Mohamed Draoui</i>	
LE COMMERCE DANS LES MARCHES DES RUES DE LA VILLE DE GOMA ET SES EXTERNALITES	606-621
<i>Jean Paul HABINAMWISHO LUSHEKE</i>	
La marginalisation de la Tshopo au sein des gouvernements de la 1ère et 2ème législatures pendant la troisième République au Congo-Kinshasa: Causes et thérapies	622-632
<i>Bongeli Yeikelo Ya'ato Aimé, Lingule Kayomba Jimmy, and Lombeya Boina King</i>	
Décollement de rétine au cours d'une pré-éclampsie sévère sur grossesse gémellaire: A propos d'un cas	633-638
<i>S. Mouffak, S. Berrada, Jaouad Kouach, and Driss Moussaoui</i>	
Colposcopie et dépistage des lésions dysplasiques du col utérin - Etude menée au Maroc: A propos de 1599 cas	639-646
<i>Dalal KASMI, Anas AHALLAT, and Anas CHENGUITI ANSARI</i>	
Evaluation du processus d'innovation dans les projets du génie mécanique	647-660
<i>Imane ZERGOUT, Souad AJANA, Zineb AIT HADDOUCHANE, and Soumia BAKKALI</i>	
Mort in utéro: Fréquence et facteurs de risque dans la ville de Goma en République Démocratique du Congo	661-666
<i>Kyembwa Mulyumba Michel, Kahambwe Ekoko Grace, Taji Leki Sosthène, Mumbere Mathumo, Likilo Osundja Jeremy, and Katenga Bosungu</i>	
Diagnostic différentiel précoce de l'ulcère de Buruli sous forme de papule et de la lèpre tuberculoïde basé sur la caractérisation de textures dans les images macroscopiques de la couche cornée de la peau noire par un nouveau modèle associé aux coefficients d'ondelettes	667-675
<i>A. Azoma, K.M. Assogba, A. Vianou, and H. Adegbidi</i>	

Financement de l'innovation au Maroc: Quel avenir pour le crowdfunding ? <i>Hind Tadjousti and Zahi Jamal</i>	676-683
Association cancer du rectum et grossesse: A propos de 2 cas et revue de la littérature <i>Dalal KASMI, Anas AHALLAT, Aida Abida, Sabah AMRANI, and Samir Bargach</i>	684-692
MASTITE GRANULOMATEUSE IDIOPATHIQUE: A PROPOS DE DEUX CAS ET REVUE DE LA LITTÉRATURE <i>Dalal KASMI, F.Z. Belkouchi, and Samir Bargach</i>	693-699
Hématome sous capsulaire du foie: A propos d'un cas <i>Aida Abida, J. Meddah, Mounia El Youssfi, and Samir Bargach</i>	700-704
Étude des besoins obstétricaux non couverts pour les interventions obstétricales majeures: L'expérience de la division sanitaire de Lomami (RDC) <i>N.B. Mukuna, N.L. Okenge, A. Sepou, and O. Modia</i>	705-711
Place des TIC dans l'enseignement de la biologie cellulaire <i>Wissal IRAQI, Khadija HTOUTOU, Chadia SEKKAT, and Abdelhamid ZAID</i>	712-716
A numerical model of cocoa beans drying kinetics in an indirect solar and air crossing dryer <i>Aka S. Koffi, N'Goran Yao, Kouakou Konan, Denis Bruneau, Adama Traore, Kadjo A. Diby, and Joseph K. Saraka</i>	717-731
RETENTISSEMENT PSYCHOLOGIQUE DE LA DREPANOCYTOSE SUR LES PARENTS A LOME <i>Kaka KALINA, Marodégueba BARMA, Adeline Adeyosola ADENIYI, Lodegaèna Bassantéa KPASSAGOU, and Koffiwai Yanakou GBATI</i>	732-744
IMPACT DE LA COOPERATION TRANSNATIONALE INTER EGLISE SUR LE DEVELOPPEMENT: CAS DES ASSEMBLIES OF GOD AMERICAINES ET CONGOLAISE <i>Elie IKANGA IYEMBELA and Liliane ESISO AMBILIKI</i>	745-755
Analyse de l'Impact de la Gouvernance sur la Performance: Cas des Banques Marocaines <i>Badr BELKEBIR, Rachid DAANOUNE, and Isam MOUALLIM</i>	756-767

Control del usuario en sistemas de recomendación

[User control in recommendation systems]

Gary Reyes and Jimmy Sornoza

Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas,
Universidad de Guayaquil,
Guayaquil, Ecuador

Copyright © 2018 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: At present where there are large volumes of information, recommendation systems are needed to help users find and evaluate articles of preference or interest. A number of investigations in this domain suggest that “best” recommendations, according to objective metrics, are sometimes not the ones that are most satisfying or useful to users. However, if the system assumes that user preferences are not in line with the recommendation made, mechanisms should be provided to put the user in control of the recommendations. The article investigates how to give control to the users in the systems of recommendation and the quality of these from a perspective centered on the user. We discuss a study that involved 4 scientific investigations related to the subject and consider parameters such as the type of recommendation system, the method used, the application area and the results obtained in those investigations. Which focuses on the accuracy and novelty of the recommended articles, and on the general satisfaction of the users. We have classified the recommendations considered with respect to these attributes and compared these results with measures of statistical quality of the algorithms considered. It is intended to generate new recommendations based on new preferences that could lead to greater user satisfaction and confidence in the system.

KEYWORDS: User control, user experience and recommendation system.

RESUMEN: En la actualidad, donde hay grandes volúmenes de información, se necesitan sistemas de recomendación para ayudar a los usuarios a encontrar y evaluar artículos de preferencia o interés. Varias investigaciones en este campo sugieren que las “mejores” recomendaciones, de acuerdo con las métricas objetivas, a veces no son las más satisfactorias o útiles para los usuarios. Sin embargo, si el sistema asume que las preferencias del usuario no están en línea con la recomendación formulada, se deben proporcionar mecanismos para poner al usuario en control de las recomendaciones. El artículo investiga cómo dar control a los usuarios en los sistemas de recomendación y la calidad de estos desde una perspectiva centrada en el usuario. Discutimos un estudio que involucró 4 investigaciones científicas relacionadas con el tema y consideramos parámetros tales como el tipo de sistema de recomendación, el método utilizado, el área de aplicación y los resultados obtenidos en esas investigaciones. Que se centra en la precisión y novedad de los artículos recomendados, y en la satisfacción general de los usuarios. Hemos clasificado las recomendaciones consideradas con respecto a estos atributos y comparamos estos resultados con medidas de calidad estadística de los algoritmos considerados. Tiene la intención de generar nuevas recomendaciones basadas en nuevas preferencias que podrían conducir a una mayor satisfacción del usuario y confianza en el sistema.

PALABRAS-CLAVE: control del usuario, experiencia del usuario y sistema de recomendación.

1 INTRODUCCIÓN

Los sistemas de recomendación son herramientas de software desarrolladas para ayudar a los usuarios en el proceso de toma de decisiones con respecto a un tema específico. Estos sistemas comienzan a emerger a mediados de los años 90, como solución ante el desbordamiento de información que desde aquel entonces ya estaban ocasionando a nivel global las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) y en particular la World Wide Web (WWW), haciendo difícil para una persona obtener la mejor información dentro de este cúmulo, al no tener esta, en muchos casos, detalles de cada una de las alternativas a seleccionar.

Los **sistemas de recomendación** forman parte de un sistema de filtrado de información, los cuales presentan distintos tipos de temas o ítems de información (películas, música, libros, noticias, imágenes, páginas web, etc.) que son del interés de un usuario en particular. Generalmente, un sistema recomendador compara el perfil del usuario con algunas características de referencia de los temas, y busca predecir el "ranking" o ponderación que el usuario le daría a un ítem que aún el sistema no ha considerado. Estas características pueden basarse en la relación o acercamiento del usuario con el tema o en el ambiente social del mismo usuario.

Actualmente, el uso de estos sistemas se ha extendido a una gran variedad de aplicaciones, destacándose las de E-commerce y las de E-learning. De manera general, se puede decir que los datos que utilizan los sistemas recomendadores pueden separarse en tres grupos:

- **Ítems:** Son los elementos que son recomendados. El valor de un ítem puede ser positivo si resulta útil para el usuario, así como puede ser negativo si el usuario considera que fue una mala decisión seleccionarlo. Los ítems tienen, además, características que pueden indicar cuan necesario resultan para un usuario determinado.
- **Usuarios:** Un usuario puede tener diversidad de metas o preferencias cuando accede a un software. Para poder ofrecer las recomendaciones adecuadas el sistema debe explorar toda la información disponible acerca de dicho usuario, ya sea la que inicialmente se haya solicitado o la que se va recopilando a lo largo de la interacción de la persona con el sistema.
- **Transacciones:** Genéricamente se le denomina transacciones a la interacción de los usuarios con el sistema de recomendación. De esta manera se puede almacenar información acerca de las preferencias de los usuarios sobre los ítems. Una de las formas más frecuentes y populares de ver las transacciones es a través de los "ratings". Este término se refiere a la evaluación que realiza un individuo sobre un ítem que es sometido a su consideración, de esta forma se puede almacenar el criterio que tiene el usuario sobre un ítem determinado.

Existen diversos tipos de sistemas recomendadores, agrupándose en tres clasificaciones generalmente: basados en el contenido, filtrado colaborativo y recomendadores híbridos.

Los recomendadores basados en el contenido son aquellos sistemas que recomiendan los ítems a los usuarios basándose exclusivamente en la descripción del ítem y de un perfil que contenga los intereses del propio usuario.

El filtrado colaborativo (FC) tiene como base identificar personas con similitudes en sus preferencias para así crear las recomendaciones. Con el FC los usuarios expresan sus intereses a partir de algunos ítems que se les presentan, ayudando al sistema, de esta manera, a crear un perfil [9].

Los híbridos combinan dos o más técnicas de la recomendación para ganar un funcionamiento mejor con menos desventajas, aprovechando los puntos fuertes de estas técnicas.

En la actualidad estos sistemas de recomendaciones al seguir algoritmos específicos según el tipo de sistema recomendado tiene como deficiencia que solamente muestra al usuario información basada en las preferencias del usuario o coincidencias que pueda tener con un vecino, sin ser capaz de ampliar la gama de contenido o proponerle otros temas que podrían ser de interés. Esto trae consigo que muchas veces el usuario no encuentre exactamente lo deseado o se quede con lo mostrado sin profundizar que otro contenido le podría interesar, limitándolo de información. Por tanto, la calidad de la recomendación, su precisión y exhaustividad puede no ser certera y si el usuario no posee control del mismo entonces puede implicar que no abarque otras posibles soluciones que podrían ser de interés al usuario.

El presente trabajo tiene como **objetivo general**: realizar un análisis del control del usuario en sistemas de recomendación teniendo en cuenta los ítems recomendados, la calidad de la recomendación y su precisión.

El artículo consta de las siguientes secciones:

- **Antecedentes y trabajos relacionados:** Se explica en qué consisten los sistemas de recomendaciones y de qué forma se le puede dar el control al usuario a partir del estudio de investigaciones referentes al tema.

- **Materiales y métodos:** Se realiza una revisión de algunas investigaciones que estudian cómo dar control al usuario en Sistemas de Recomendación y se exponen los principales métodos que usan. Se comparan además cada una de las investigaciones revisadas teniendo en cuenta el tipo de sistema de recomendación, el método usado, el área de aplicación y los resultados obtenidos.
- **Conclusión y trabajos futuros:** Se analizan los resultados obtenidos y se muestra cómo el usuario puede tomar el control de las recomendaciones. Además se expone campos abiertos en el tema en los que se puede profundizar.

2 ANTECEDENTES Y TRABAJOS RELACIONADOS

Actualmente los núcleos consolidados en lo referente a temas de dirección económica, política y cultural están integrados en Internet, lo cual lo convierte en el medio de comunicación y de relación esencial sobre el que se basa la nueva forma de sociedad que ya vivimos. La actividad en Internet crece por minutos lo que deriva la rapidez con la que lo hace también la información. Nos encontramos en una era donde existen más de mil millones de sitios web, donde el trabajo adquiere cada vez mayor importancia en una economía que depende de la capacidad para obtener, procesar y aplicar información on-line.

En efecto, nos encontramos en plena eclosión informativa, donde podemos encontrar información en diferentes formatos, ya sea texto, imágenes, videos y audios. Debido a esto, se vuelve cada vez más complejo tomar una buena decisión acerca de algo de nuestro interés. Los Sistemas de Recomendación son herramientas de software y técnicas que ayudan a dar una sugerencia al usuario en la selección de un producto y apoya a la toma de decisión. Los datos de entrada a estos sistemas se procesan mediante algoritmos de filtrado para posteriormente realizar una predicción de recomendaciones. [Erreur ! Source du renvoi introuvable.]

El artículo “Sistemas de recomendación” por Adriana Almaraz Pérez y John Goddard Close plantea como se vuelve cada vez más complejo tomar una buena decisión acerca de algo de nuestro interés, que responde la interrogante de: ¿cuántas veces nos hemos encontrado con tanta información en la red que no sabemos que elegir? Los autores muestran la manera en que estos sistemas nos ayudan a tomar beneficio de la gran cantidad de información que es procesada antes de darnos una recomendación acorde a nuestras necesidades o intereses. [Erreur ! Source du renvoi introuvable.]

Algunos ejemplos actuales del uso de sistemas de recomendación son [Erreur ! Source du renvoi introuvable.]:

- **Recomendaciones en tiendas on-line:** Partiendo de un producto se recomiendan otros productos que han interesado a los usuarios que compraron el mismo. La web pionera en este tipo de recomendaciones fue Amazon.com Filtrado de noticias, en el que se construye un perfil que almacena las noticias que un usuario consulta.
- **Recomendaciones musicales, de libros o películas:** En los últimos años han surgido decenas de webs de este tipo entre las que destacan “last.fm” y “MyStrands”. En estos servicios, cada vez que un usuario escucha una canción se envía su información a la base de datos del sistema, el cual las utiliza para generar nuevas recomendaciones, pero las funcionalidades que ofrecen crecen constantemente. Por ejemplo last.fm ofrece radios personalizadas para cada usuario en función de las recomendaciones que reciba y MyStrands organiza fiestas en las que la música se elige automáticamente de forma colaborativa en función de los gustos de los asistentes. El modelo de negocio de estas empresas, es además de la publicidad, el de acuerdos con tiendas on-line para enlazar directamente las recomendaciones con su servicio de venta.
- **Búsqueda de personas afines en comunidades o redes sociales:** En webs como meneame.net se tienen en cuenta las noticias que cada usuario ha votado para generar una lista de vecinos con similares intereses y Facebook por su parte usa un sistema de recomendación para sugerir nuevas amistades a partir de la colaboración entre grupos sociales.

Existe una gran variedad de sitios web donde podemos encontrar Sistemas de Recomendación, dentro de los más comunes se encuentran:

- **Amazon.com:** Se utilizan los algoritmos de recomendación para personalizar la tienda en línea para cada cliente y puede tener un cambio radical para cada uno, es decir, no es lo mismo que se le muestra a un ingeniero que a una mamá primeriza, usa recomendaciones como una herramienta de marketing dirigido en muchas campañas de correo electrónico y en muchos sitios de páginas web, incluyendo la demanda de su propia página.
- **Netflix:** Sistema de recomendación de películas que le proporciona al suscriptor una cantidad ilimitada de rentas de las películas y series de su catálogo. Realiza recomendaciones personalizadas por lo cual el suscriptor verá en su cuenta los programas y películas que más le interesan, según sus gustos. Dichas preferencias se recolectan durante la suscripción, tras la visualización que cada miembro haga del contenido y también tiene en cuenta la calificación que el

usuario otorga a cada película o serie. Con toda esta información se determinan las preferencias y el sistema personalizará las recomendaciones de contenido que serán más interesantes para ese usuario concreto.

- Facebook: Es una de las redes sociales más grandes a nivel mundial que maneja sistemas de recomendación. Los SR se utilizan para recomendar al usuario personas que quizá conozca, películas, libros, páginas, productos, grupos, juegos, basándose en la información brindada por la comunidad o por el mismo usuario.
- MovieLens: es un Sistema de Recomendación de películas gratuito que utiliza el filtrado colaborativo para generar recomendación de películas. En este sistema el usuario puede calificar las películas que ha visto indicando que tanto es de su agrado, esta permite generar una recomendación personalizada de otras películas que pueden ser de interés para el usuario.

Entre los objetivos que persiguen los sistemas de recomendación está incrementar la satisfacción del usuario, de manera que se brinden recomendaciones afines al mismo, para que esté complacido con la recomendación y la decisión que ha tomado con su ayuda, ya sea al comprar un producto, escuchar una canción o ver una película. Si el Sistema de Recomendación da una recomendación del interés del usuario y éste queda satisfecho seguramente regresará a utilizar ese sistema para futuras consultas.

A pesar de la eficacia de este tipo de sistemas también se pueden encontrar con retos que provocan fallas, como la falta de datos, el cambio de gustos de cada usuario con el tiempo y la forma en que el usuario pueda o no controlar las recomendaciones del sistema. Para combatir los retos que se presentan es importante que se investigue el campo que se desea estudiar, se conozcan los datos con los que se cuentan y en base a ello elegir el tipo de agrupamiento más adecuado a implementar para un Sistema de Recomendación. Se debe tener presente que cada persona es diferente y por lo tanto las recomendaciones deben contemplar diferentes afinidades para no terminar en fracaso. [Erreur ! Source du renvoi introuvable.]

El principio de funcionamiento de los sistemas de recomendación está resumido en el problema de la recomendación, el cual puede ser formulado de la siguiente forma: Sea C un conjunto de usuarios, y S el conjunto de todos los ítems posibles a ser recomendados, tales como libros, películas o restaurantes, pudiendo ser bien grande la cardinalidad de ambos conjuntos. Sea además u una función que mide la utilidad del ítem s al usuario c , o sea $u: C \times S \rightarrow R$, donde R es un orden total (enteros no negativos o números reales en un determinado rango). Con estos elementos, se desea, para cada usuario $c \in C$, aquel ítem $s' \in S$ que maximice la utilidad del usuario. Más formalmente: $\forall c \in C, s'c = \operatorname{argmax}_{s \in S} u(c, s)$

Estos sistemas suelen predecir la relevancia de cada elemento para el usuario individual sobre la base de sus preferencias pasadas y su comportamiento observado. Sin embargo, si el sistema asume que las preferencias de los usuarios son incorrectas u obsoletas, deberían proporcionarse mecanismos que pongan el usuario al control de las recomendaciones, por ejemplo, permitiéndoles especificar sus preferencias explícitamente o dar su opinión sobre las mismas.

La explicación de las recomendaciones para proporcionar transparencia y aumentar la confianza se ha investigado ampliamente durante la última década. En la mayoría de los casos, estas explicaciones se presentan en texto sin formato e indican por qué se sugiere un elemento específico a un usuario, como ¿por qué ha seleccionado o ha sido altamente clasificado: Película A? Además de apoyar la transparencia, se busca permitir la interacción con los sistemas de recomendación como base para apoyar la exploración y el control del usuario. En los últimos años, se han hecho algunas investigaciones para visualizar recomendaciones que permitan estas nuevas capacidades [3].

Estudios anteriores han examinado el impacto de diferentes técnicas de recomendación sobre las percepciones subjetivas de los usuarios de las recomendaciones y es práctica común en aplicaciones industriales para medir el impacto de las recomendaciones sobre el comportamiento del usuario.

Los investigadores han implementado varios aspectos del control en los sistemas de recomendación, que van desde la simple elicitación de preferencias en el tiempo de recomendación [5, 17] hasta procesos complejos iterativos como la crítica dinámica que permite a los usuarios modificar atributos numéricos ordenados durante la fase de recomendación. Un trabajo reciente analiza las representaciones gráficas interactivas del proceso de recomendación, para permitir el control de las preferencias tanto de los artículos como de los usuarios en los sistemas de recomendación colaborativos.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 PONER A LOS USUARIOS EN CONTROL DE SUS RECOMENDACIONES

En el artículo los autores plantean la hipótesis de que cualquier algoritmo recomendador se ajusta mejor a las expectativas de algunos usuarios que otros, dejando oportunidades de mejora. Para abordar este desafío, estudian un recomendador que

pone el control en manos de los usuarios. Además construyen y evalúan un sistema que incorpora modificadores de popularidad y de usuarios actualizados por el mismo. Plantean que los usuarios que reciben estos controles evalúan las recomendaciones resultantes de manera más positiva. El hecho de que los usuarios divergen en sus configuraciones preferidas confirma la importancia de darles el control. [Erreur ! Source du renvoi introuvable.]

Los autores estudian y plantean un método que les permite analizar el control al usuario a partir de la creación de una lista de recomendaciones de cada uno, luego la construcción de una puntuación de mezcla personalizada ($s_{u,i}$) para cada elemento, y por último la clasificación por cada puntuación. El mecanismo para calcular las puntuaciones se mantienen simples para aprender de los resultados, y flexibles para que se pueda experimentar con diferentes estrategias de mezcla. [Erreur ! Source du renvoi introuvable.]

La ecuación 1 muestra la forma general del método, una combinación lineal ponderada de variables de entrada. Donde $r_{u,i}$ es la puntuación del recomendador del ítem i para el usuario u ; $f_i^1, \dots, f_i^n$ son representaciones numéricas de las características de los ítems, y $w_u^0, \dots, w_u^n$ son pesos que determinan la importancia relativa de las características.

$$S_{u,i} = w_u^0 \cdot r_{u,i} + w_u^1 \cdot f_i^1 + \dots + w_u^n \cdot f_i^n \quad (1)$$

Se opera este método general como se muestra en la Ecuación 2.

$$S_{u,i} = w_u^0 \cdot \text{pred}_{u,i} + w_u^1 \cdot \text{pop}_i + w_u^2 \cdot \text{age}_i \quad (2)$$

Las variables específicas utilizadas son:

- $\text{pred}_{u,i}$: una predicción de la clasificación de que el usuario u asignará el ítem i , como generado por un algoritmo de filtrado colaborativo item-item.
- pop_i : el número de veces que el ítem i fue calificado en el último año.
- age_i : 50 menos el número de años transcurridos desde que se liberó el ítem i , fijado al rango de 0-50. Sustraído de 50 para que los elementos más nuevos tengan valores más altos, lo cual es más consistente con las preferencias típicas del usuario.

Método que usan: Este estudio se basa en un conjunto de datos de las calificaciones de los usuarios y las estadísticas de calificación de películas extraídas de la base de datos MovieLens. Incluyen usuarios con al menos 40 calificaciones, para asegurar que todos los usuarios puedan tener al menos 20 calificaciones tanto en sus entrenamientos como en sus juegos de pruebas. La muestra resultante consta de 4.976 usuarios que visitaron MovieLens una mediana de 35 veces y calificaron una mediana de 253 películas.

Realizan un estudio de simulación en línea usando una metodología rating holdout para imitar las listas de recomendación de los top-N de los usuarios. Específicamente, se realiza 5 veces los experimentos de validación cruzada, utilizando el marco de evaluación LensKit [Erreur ! Source du renvoi introuvable.]. En cada pliegue, usan cuatro grupos de usuarios para entrenar el modelo de similitud item-item y miden los resultados para el grupo restante. Para los usuarios de ese grupo se eligen 20 calificaciones al azar como sus datos de entrenamiento, mientras que sus calificaciones restantes son tratadas como sus datos de prueba.

La predicción de calificación es semi-personalizada porque en el experimento, como en el sistema en vivo, no se muestran las películas ya clasificadas para los usuarios. Se arriba a la conclusión que mezclar una pequeña cantidad de popularidad aumenta fuertemente el percentil pop promedio de las listas topN y la mezcla de una pequeña cantidad de edad aumenta fuertemente el percentil medio de la edad. Sin embargo, también se evidencia con el estudio que incluso pesos pequeños sobre la variable de mezcla tendrán una influencia dramática en las recomendaciones resultantes.

Los usuarios de MovieLens añaden artículos a una "lista de deseos" para expresar interés y "ocultar" elementos para expresar una falta de interés. Se simula la presencia de estos elementos en las listas de los 20 usuarios con # en lista de deseos y # oculto. La prueba arroja que la creciente popularidad aumenta simultáneamente ambas acciones, aunque expresan respuestas opuestas al contenido, lo cual se debe a una mayor familiaridad con los elementos de la lista, un usuario puede tener preferencias más fuertes para los artículos de los que ha oído hablar. El aumento de la ponderación de la edad tiene la propiedad de aumentar el número de artículos de la lista de deseos y de disminuir el número de artículos ocultos, aunque el efecto es más sutil que con la popularidad.

3.2 INSPECCIÓN Y CONTROL DE LOS RECOMENDADORES SOCIALES

Los sistemas de recomendación colaborativa comparan las preferencias de los usuarios con todos los demás usuarios, y recomienda los artículos que le gusten aquellos usuarios que tienen preferencias similares [Erreur ! Source du renvoi

introuvable.]. Los recomendadores sociales limitan el conjunto de otros usuarios a tus amigos, aprovechando así las conexiones personales [Erreur ! Source du renvoi introuvable., Erreur ! Source du renvoi introuvable., Erreur ! Source du renvoi introuvable.]. Se dice que los usuarios de los recomendadores sociales pueden no estar satisfechos con sólo una lista estática de recomendaciones, por el contrario, pueden querer inspeccionar y controlar la forma en que el sistema utiliza su red social para seleccionar esta lista de recomendaciones, por al menos dos razones:

Tabla 1. Los usuarios parecen apreciarlo cuando los sistemas de recomendación explican sus recomendaciones [Erreur ! Source du renvoi introuvable., Erreur ! Source du renvoi introuvable., Erreur ! Source du renvoi introuvable., Erreur ! Source du renvoi introuvable.]. En los recomendadores sociales, donde los usuarios conocen a las personas en las que se basan las recomendaciones, el sistema puede proporcionar tal explicación mostrando cómo la superposición entre las preferencias de uno y las de los amigos resultaron en un conjunto de recomendaciones. Este "gráfico de recomendación" incrementa la Transparencia [Erreur ! Source du renvoi introuvable., Erreur ! Source du renvoi introuvable.] de un sistema, lo que podría tener un efecto positivo sobre la experiencia de los usuarios.

Tabla 2. Los usuarios parecen apreciar el control en su interacción con los sistemas de recomendación. Los recomendadores tienen que reunir las preferencias de los usuarios, y diferentes tipos de métodos de obtención de preferencias proporcionan diferentes niveles de control. En un recomendador que aprovecha las redes sociales como Facebook, el sistema puede usar los "gustos" de los usuarios para construir un modelo de preferencia y la superposición con los gustos de sus amigos para calcular las recomendaciones. Sin embargo, los usuarios pueden sobre este proceso, ya que quizá no les guste bien, o pueden valorar las preferencias de un amigo más allá (o de) la cantidad de superposición mutua en "gustos". Por lo tanto, los usuarios pueden querer dar un peso adicional (o menor) a algunas de las artículos y / o algunos de sus amigos.

El trabajo relacionado muestra que la inspección y el control ha resultado una experiencia positiva con los usuarios

Realizándose el estudio con 267 usuarios con el sistema TasteWeights calcula sus recomendaciones en dos pasos. Primero, los pesos se calculan para cada amigo basado en su similitud con el usuario. Específicamente, la similitud del usuario con un amigo se da por la superposición en el ítem escogido "gustos" entre ellos, definido por el coeficiente de correlación de Pearson:

$$W_{friend_i} = \frac{TWCI_{user, friend_i}}{\sqrt{TWI_{user}^2 \cdot TWI_{friend_i}^2}}$$

Donde:

TWCix: es el peso total de los elementos ("Me gusta") que los usuarios x y y tienen en común.

TWix: es el peso total de los elementos gustado por el usuario x. Como los usuarios de Facebook sólo pueden escoger "Me gusta" artistas / bandas sin especificar cuánto, los pesos de los artículos se inicializarán a 0,5.

Una vez que se calculan todos los pesos de los amigos, las recomendaciones se generan asignando pesos a los elementos musicales de todos los amigos (excluyendo los elementos que el usuario ya "Me gusta"):

$$W_{rec_i} = \sum_{friend_j \text{ likes } rec_i} W_{friend_j}$$

Aquí, el peso de una recomendación *i* es la suma de los pesos de todos los amigos que las recomendaciones se muestran en orden decreciente de peso de recomendación. [Erreur ! Source du renvoi introuvable.]

Con respecto a la inspección, el sistema muestra un gráfico con los elementos de los usuarios, sus amigos y recomendaciones. Al hacer clic en el gráfico, las conexiones entre estas entidades pueden ser exploradas. El sistema permite dos tipos de control sobre las recomendaciones: los usuarios pueden ajustar el peso de sus elementos (inicializado a 0,5) y sus amigos (inicialmente ponderados por similitud). Cambiando el peso de un elemento influirá en las puntuaciones de similitud, y por lo pesos recomendados y cambiar el peso de un amigo. Los usuarios pueden hacer clic en los elementos, amigos y recomendaciones para ver los enlaces entre ellos. La fase de inspección de la condición de "sólo lista" muestra la lista más a la derecha (recomendaciones) solamente. Sumar o restar una proporción de la puntuación de similitud de ese amigo, y por lo tanto también influye en los pesos de recomendación.

Tanto la inspección como el control tienen un efecto positivo en la experiencia del usuario, principalmente porque una inspección y control del sistema de recomendación es más fácil de entender. La mayor comprensibilidad hace que los usuarios

se sientan más control sobre el sistema, lo que a su vez aumenta la calidad percibida de las recomendaciones, también indicada por un aumento de las calificaciones. Por último, el mayor control percibido y la calidad de la recomendación hacen que los usuarios estar más satisfecho con el sistema[**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**].

3.3 CONTROL DE USUARIO EN SISTEMAS DE RECOMENDADORES

Información general y retos en la interacción, por los autores Dietmar Jannach, Sidra Naveed y Michael Jugovac, muestra en su trabajo que los sistemas de recomendaciones tiene que hacerse una parte importante en muchos sitios comerciales, donde en el artículo clasificamos las diferentes técnicas en dos clases:

Técnicas en las que se permite a los usuarios especificar explícitamente sus preferencias.

Técnicas que ponen al usuario en control en el contexto de la recomendación en el resultado.

La primera técnica que usan es cuando le permite a los usuarios especificar sus restricciones y preferencias explícitamente utilizando formularios de perfil de usuario estático. De esta forma le permite al sistema inferir indirectamente sus preferencias a partir de los datos introducidos por los usuarios, por ejemplo en este caso se utilizó esta técnica para ver los intereses de géneros, artistas entre otros atributos para recomendar películas. Puntualizar que con estas formas estáticas cada vez que cambian los intereses de los usuarios, tienen que adaptar manualmente su configuración de manera que refleje adecuadamente sus nuevos intereses.

Con la segunda técnica es cuando ya tienen los ajustes dinámicos de las recomendaciones, una vez que se ha calculado un conjunto de recomendaciones, una forma simple de permitir a los usuarios influir en lo que se presenta es proporcionarles mecanismos para filtrar y volver a clasificar los elementos basados en sus características. Esta funcionalidad de post-filtrado se implementó, por ejemplo, en el MovieCritic [20] y los sistemas MetaLens [21], donde los usuarios podrían para ejemplo incluyen o excluyen películas de ciertos géneros. En el sistema MetaLens, los usuarios también podrían indicar la importancia relativa de las características individuales.

Dándole el control al usuario donde le proporciona una explicación de las recomendaciones que hace el sistema puede ser beneficioso y de gran apoyo a que los resultados sean satisfactorio ya que ayuda a los usuarios a entender por qué se recomendaron ciertas preferencias dado que los mecanismos de control del usuario a menudo requieren que los usuarios entiendan o al menos tengan una intuición de la lógica de razonamiento del sistema, y esto a su vez podría conducir a una mayor satisfacción y confianza en el sistema.

3.4 PERMITIR QUE LOS USUARIOS ELIJAN ALGORITMOS DE RECOMENDACIÓN: UN ESTUDIO EXPERIMENTAL

Los autores Michael D. Ekstrand, Daniel Kluver, F. Maxwell Harper y Joseph A. Konstan explican que los sistemas de recomendación no son de talla única; diferentes algoritmos y fuentes de datos tienen diferentes puntos fuertes, mejor o peor para diferentes usuarios. En el artículo se muestran algoritmos para recomendar y permite a los usuarios elegir que algoritmo desea utilizar para que se muestre sus recomendaciones. Se examinan los datos de registro de las interacciones de los usuarios con una nueva función y cómo cambian los usuarios entre los algoritmos recomendados, y se realiza una selección de un algoritmo final a utilizar. También se observan las propiedades de los algoritmos que experimentaron los usuarios y examinan su relación con el comportamiento del usuario. [**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**]

En el artículo utilizan cuatro algoritmos. Cada algoritmo fue identificando a los usuarios usando un nombre de código, derivado de las clases comunes de personajes de rol, para que pudieran ser memorables pero no revela a los usuarios exactamente qué algoritmo utilizan; una descripción muy breve acompaña cada nombre del algoritmo.

- El algoritmo Baseline predice las calificaciones utilizando un elemento de usuario personalizado. Este algoritmo fue llamado el Peasant, y fue descrito como "no personalizado".
- El recomendador de Pick-Groups es un item-item colaborativo. Filtro que utiliza calificaciones de elementos sintéticos derivadas de la elección de diferentes grupos de películas [23]. Su objetivo es proporcionar una experiencia de un usuario mejorada para los nuevos usuarios del sistema. Este algoritmo se llamó el Bardo y fue descrito como "basado en la asignación de puntos de grupo de película".
- El recomendador de item item [24], llamado Guerrero y descrito como "basado en clasificaciones", es un item-item de filtrado colaborativo. Utiliza la similitud de coseno sobre los vectores de clasificación centrada en el elemento, un

tamaño de vecindad máximo de 20, el mínimo vecindad de 2, y un peso de similitud de vecindad umbral de 0,1. El ítem CF fue el único recomendador disponible en el servicio antes de desplegar la característica recomendable.

- El recomendador SVD, llamado Wizard y también descrito como "basado en las calificaciones", es un factorizador de factorización de matriz utilizando el algoritmo FunkSVD [24] con 50 características, 125 por rasgo, y restando el ítem del usuario media personalizada antes de factorizar la matriz.

Todos los algoritmos se construyen con el kit de herramientas LensKit. Computar Top-N, la clasificación prevista del algoritmo es el factor de clasificación principal, pero se mezcla con la popularidad del artículo:

$$\widehat{s}_{ui} = 0.9 \cdot \text{rank}(s_{ui}) + 0.1 \cdot \text{rank}(p_i)$$

S_{ui} : Es la puntuación.

P_i : Es el número de calificaciones que el ítem recibió en los últimos 365 días.

$\text{rank}(x)$: normaliza su entrada a un rango, devolviendo 1 para el valor más grande (a través de todos los elementos) y 0 para el valor menor valor.

Esta mezcla es el resultado de pruebas empíricas que equilibra la popularidad con el rango de predicción, lo cual lleva a una mayor satisfacción con las listas de recomendación de la parte superior-N.

Una vez en el sistema, los usuarios pueden cambiar su algoritmo haciendo clic. Esto toma efecto inmediato; una vez que el usuario seleccionó un recomendado diferente, el sistema volvería a cargar la lista en la página actual. El sistema se organiza en torno a tres funciones principales:

- Recomendaciones de películas: la vista predeterminada muestra un conjunto de recomendaciones de películas con imágenes relevantes, el cartel de la película, y la calificación pronosticada.
- Detalles de la película: al hacer clic en una imagen de película, aparecerá más detalles como metadatos de producción, etiquetas, calificación promedio estadísticas, etc.
- Búsqueda: una función de búsqueda basada en palabras clave, con opciones para buscar por varios atributos de película. Los resultados de la búsqueda se muestran de la misma manera que las recomendaciones, y la calificación prevista del recomendado es un componente de la función de clasificación de resultados de búsqueda. La elección del usuario del algoritmo recomendado persistió la aplicación, que afecta a todo el uso de las predicciones para la visualización o clasificación de películas. Esto significa que sólo recomendaría artículos para los que podría encontrar un barrio con una similitud total de al menos 0,1.

Los usuarios usaron la función de conmutación recomendada y, a menudo, cambiaron a un recomendador diferente que su asignado inicialmente, incluso si ya estaban usando un recomendador personalizado.

Se realizó un experimento en el que se les dio a los usuarios la capacidad de seleccionar el algoritmo que estaría proporcionando sus recomendaciones en una aplicación de recomendación de películas. Los usuarios hicieron uso del control, típicamente experimentando con las diferentes opciones para encontrar un recomendador satisfactorio y mantener su elección por el resto de su uso del sistema. Se arriba a que SVD es el algoritmo más preferido, seguido de cerca por item-item, y finalmente la línea de base y recomendadores de grupo. Esto demuestra que los usuarios tienen preferencia por recomendaciones personales, y mientras que la preferencia entre item-item y SVD fue cercana, se prefirió SVD por más usuarios. Dando la elección de los usuarios puede promover su uso a largo plazo del sistema. Se trata de una investigación inicial de la dinámica de dar a los usuarios control de los medios por los cuales se calculan sus recomendaciones. Los sistemas anteriores dan a los usuarios solo una cierta recomendación.

Luego de realizar un estudio de los anteriores artículos acerca de cómo se puede dar el control a los usuarios en los sistemas de recomendación y haber analizado cada uno de los procedimientos y métodos que exponen se realiza un resumen apoyados en la tabla 1 comparativa que permite valorar las diferentes opciones.

Tabla 1. Resumen de la investigación

Investigación	Tipo de Sistema de recomendación	Área de aplicación	Procedimientos para probar el control del usuario en el sistema	Resultados
Poner a los usuarios en control de sus recomendaciones	Híbrido	Este estudio se basa en un conjunto de datos de las calificaciones de los usuarios y las estadísticas de calificación de películas extraídas de la base de datos de MovieLens .	Se muestra a los usuarios que se unieron a MovieLens en seis meses, incluimos usuarios con al menos 40 calificaciones, para asegurar que todos los usuarios puedan tener al menos 20. La muestra resultante consta de 4.976 usuarios; estos usuarios habían visitado MovieLens una mediana de 35 veces y habían calificado una mediana de 253 películas. Se realiza un estudio de simulación offline usando una metodología Ratingholdout para simular listas de recomendación de Top-N de los usuarios. Específicamente, se lleva a cabo 5 veces de validación cruzada experimentos, utilizando el marco de evaluación LensKit . En cada pliegue, se usan cuatro grupos de usuarios para entrenar el modelo de similitud item-item y se miden resultados para el grupo restante.	Se construye y evalúa un sistema que incorpora modificadores de popularidad y de reciente actualización, permitiendo a los usuarios expresar conceptos como "mostrar elementos más populares". Se arriba a la conclusión de que los usuarios que reciben estos controles evalúan las recomendaciones resultantes de maneras más positiva. Además, encontramos que los usuarios divergen en su configuración preferida, lo que confirma la importancia de dar control a los usuarios.
Control de usuario en Sistemas de Recomendadores	Híbrido	El trabajo se basa en un estudio de encuestas en el que se recopilan comentarios de los usuarios, implementado funciones de control de usuarios en Amazon.com .	Se realiza un estudio en dos fases basado en encuestas en el que se pide a los usuarios de Amazon.com acerca de su conocimiento y comportamiento de uso con respecto a los mecanismos de retroalimentación implementados en el sitio. Todos los participantes eran estudiantes de ciencias de la computación	Los resultados indican que aunque los mecanismos proporcionados en Amazon.com eran conocidos por muchos participantes, dudan en utilizarlos, que puede ser debido al esfuerzo adicional o las consecuencias poco claras de sus acciones. Además, las respuestas de los usuarios en general indican una satisfacción

			y, al mismo tiempo, clientes regulares de Amazon haciendo varias compras al año. Fase 1: 75 estudiantes participaron en la primera parte. La hoja de encuesta mostraba capturas de pantalla de la funcionalidad de Amazon y comprendía 15 preguntas con opciones de respuesta de escala Likert de 5 puntos. Las preguntas fueron, por ejemplo, acerca de si los participantes saben o no la funcionalidad, si encuentran la funcionalidad clara, y si han utilizado o piensan usarla en el futuro. Fase 2: La segunda fase, que tuvo lugar unas semanas más tarde, se centró especialmente en las razones por las que los usuarios harían clic o no en las recomendaciones y sobre las posibles razones para no utilizar la funcionalidad de retroalimentación. 26 estudiantes de la población de la primera fase devolvieron las hojas de la encuesta que, además de un conjunto de elementos de cuestionario a escala Likert, incluían dos campos de texto libre donde los participantes podían expresar razones para no utilizar las funcionalidades proporcionadas.	limitada y la confianza en el sistema de recomendaciones y retroalimentación. Proporcionar mecanismos que sean comprensibles para los usuarios y que tengan un efecto inmediato sobre las recomendaciones parece ser necesario pero no suficiente, lo que requiere mejores mecanismos para poner a los usuarios en control. Por ejemplo, sistemas más fáciles de usar podrían proporcionar formas de interacción menos tediosas o indicar claramente que los cambios de perfil pueden deshacerse para reducir el temor de los usuarios a consecuencias no deseadas.
Permitir que los usuarios elijan algoritmos de recomendación: un estudio experimental	Filtrado colaborativo	Este experimento tiene lugar en el contexto del lanzamiento de una nueva versión del servicio MovieLens , recomendación de películas. La nueva versión agrega soporte para algoritmos recomendadores múltiples y da a los usuarios la	La nueva versión del servicio de MovieLens admite algoritmos recomendadores múltiples, seleccionables por usuario, y proporciona a los usuarios un control para seleccionar el algoritmo que están utilizando. En este estudio sólo se consideran a los usuarios	En ese estudio, los usuarios no tenían una preferencia medible entre item-item y SVD, en el contexto de revisar una sola lista de recomendaciones de 10 ítems. Los resultados sugieren que más usuarios prefieren SVD cuando tienen la oportunidad de interactuar con los

		capacidad de cambiar su algoritmo. Los usuarios son asignados al azar a uno de los algoritmos como su condición inicial. Esto nos da la oportunidad de estudiar tres cosas: las formas en la que los usuarios aprovechan la posibilidad de cambiar el algoritmo proporcionando sus recomendaciones, el algoritmo o los algoritmos que los usuarios prefieren, y el impacto del algoritmo asignado en cuanto al comportamiento del usuario.	previamente existentes que se registran en el nuevo sitio. El servicio admite cuatro algoritmos. Cada algoritmo fue identificando a los usuarios usando un nombre de código: el Baseline, el Pick-Groups, el Item-Item y el SVD. Todos los algoritmos se construyen con el kit de herramientas LensKit. Para calcular listas de Top-N, la clasificación prevista del algoritmo es el factor de clasificación principal, pero se mezcla con la popularidad del elemento. Para medir la precisión de los algoritmos en la historia de cada usuario antes de entrar en el experimento se ponen todas las calificaciones de todos los usuarios en un conjunto de entrenamiento. Para cada usuario en el experimento: Se descartó todas las calificaciones después de ingresar al experimento. Se usan las 5 calificaciones más recientes antes de ingresar al experimento en un conjunto de calificaciones de prueba. Se ponen las calificaciones restantes del usuario en el conjunto de entrenamiento. Luego se ejecuta cada algoritmo (con la excepción de Pick-Groups; es difícil hacer recreaciones históricas de ese algoritmo fuera de una instancia en ejecución del servicio de recomendación) y se miden: Precisión de la predicción (RMSE) para las calificaciones de la prueba. Precisión de Top-N (Recall) para encontrar las calificaciones recientes del	algoritmos en un contexto a largo plazo. Sin embargo, muchos usuarios prefirieron aún el recomendador de artículos. Además, si bien se observa una fuerte correlación entre la novedad y la preferencia del usuario (más fuerte que la diversidad), la direccionalidad de esta correlación se invierte: los usuarios eran más propensos a seguir con el algoritmo que también fue más novel (artículos menos populares recomendados). Esto proporciona evidencia adicional de que el impacto negativo de la novedad se concentra principalmente en las reacciones iniciales de los usuarios y que después de adquirir experiencia puede incluso ser una influencia positiva en la satisfacción del usuario.

			usuario entre las 24 mejores recomendaciones. Diversidad (semejanza intra-list, con similitud coseno sobre los datos descriptivos de atributos como la similitud de la película) de una lista de recomendaciones de 24 ítems. No todas las películas tienen suficientes datos para un cálculo de similitud, por lo que se normaliza la semejanza intra-list dividiéndola por el ILS que se logra si todos los pares de películas del genoma recomendadas tuvieran una similitud de 1. Popularidad (rango de popularidad promedio, donde 1 es la película más popular) de películas en una lista de 24 elementos. Se utilizan 24 ítems para cada lista de recomendaciones.	

Los sistemas de recomendación para las diferentes aplicaciones existentes son de gran importancia porque permiten realizar sugerencias a los usuarios basándose en la preferencia de estos por un grupo de elementos con características específicas, haciendo más cómodo a los usuarios consultar y buscar la información que realmente necesitan. Para ello es también importante que los usuarios tengan el control en estos tipos de sistemas para acercarse mucho más a la información que realmente desea encontrar. Para este tipo de control se hace necesario que el usuario al menos tenga una noción de cómo trabajan estos Sistemas de Recomendación y hasta podría ser importante que conozcan qué algoritmo utilizan para hacer las recomendaciones, por tanto, muchos de estos sistemas están facilitando el control a los usuarios a que escojan el algoritmo para la recomendación o les proporcionan cambiar valores o darle un peso a los ítem según sus gustos o cambiar sus preferencias a partir de las recomendaciones que el mismo sugiere, siendo así más certera la información brindada. Además, para un futuro, se puede estudiar cómo mezclar en un Sistema de Recomendación las diferentes formas de darle control al usuario, por ejemplo, que puedan dar un peso a los ítems según sus gustos y al mismo tiempo seleccionar el algoritmo que desean para su recomendación, o cambiar los valores de preferencia y que escojan el algoritmo. Lo cual hace más eficiente la recomendación obtenida para el usuario

4 CONCLUSIÓN Y TRABAJOS FUTURO

Los cuatro artículos científicos analizados que estudian cómo dar el control a los usuarios en Sistemas de Recomendación, confirman la influencia positiva en la satisfacción del usuario cuando pueden controlar las recomendaciones.

Para trabajos futuros quedan abiertas las oportunidades de investigación en los beneficios que pueden traer consigo las interfaces de sistemas recomendadores más interactivas en términos de confianza del usuario, transparencia del sistema y satisfacción del usuario. Además se pretende entender cómo, las diferentes formas en que un usuario puede controlar la interfaz, pueden influir en su rendimiento y satisfacción teniendo en cuenta sus características personales.

Los resultados analizados demuestran que los sistemas de recomendación, específicamente el social, se benefician de perfecciones que mejoran su control. Los recomendadores que dan a los usuarios el control sobre los pesos de los ítems conducen a un mayor control percibido, la calidad de la recomendación y la satisfacción general del sistema.

En este artículo, se encuentra que los usuarios que reciben estos controles evalúan las recomendaciones resultantes de manera más positiva que sus recomendaciones originales: califican las recomendaciones para ser más personalizadas e identifican los ítems o artículos que en realidad esperan ver. Estos resultados ponen de relieve la importancia del control del usuario, basándose en estos datos, cualquier recomendador optimizado que se implemente no coincidirá con los deseos de una gran fracción de los usuarios.

REFERENCIAS

- [1] PÉREZ, Adriana Almaraz; CLOSE, John Goddard. *Sistemas de recomendación. Robots Autónomos: Navegación*, 2015.
- [2] NIETO, Sergio Manuel Galán. *Filtrado colaborativo y sistemas de recomendación. Inteligencia en Redes de Comunicaciones*. Madrid. [Links], 2007.
- [3] VERBERT, Katrien, et al. Visualizing recommendations to support exploration, transparency and controllability. En *Proceedings of the 2013 international conference on Intelligent user interfaces*. ACM, 2013. p. 351-362.
- [4] JANNACH, Dietmar; NAVEED, Sidra; JUGOVAC, Michael. *User Control in Recommender Systems: Overview and Interaction Challenges*.
- [5] HARPER, F. Maxwell, et al. Putting users in control of their recommendations. En *Proceedings of the 9th ACM Conference on Recommender Systems*. ACM, 2015. p. 3-10.
- [6] M. D. Ekstrand, M. Ludwig, J. A. Konstan, and J. T. Riedl. Rethinking the Recommender Research Ecosystem: Reproducibility, Openness, and LensKit. In *Proceedings of the Fifth ACM Conference on Recommender Systems, RecSys '11*, pages 133–140, New York, NY, USA, 2011. ACM.
- [7] L. Uden, J. Sinclair, Y. H. Tao, and D. Liberona, "Learning Technology for Education in Cloud: MOOC and Big Data: Third International Workshop, LTEC 2014 Santiago, Chile, September 2-5, 2014 Proceedings," in *Communications in Computer and Information Science*, 2014.
- [8] F. Ricci, L. Rokach, B. Shapira, and P. B. Kantor, *RecommenderSystems Handbook*. 2011.
- [9] M. J. Pazzani and D. Billsus, "Content-Based Recommendation Systems," *Adapt. Web*, vol. 4321, pp. 325–341, 2007.
- [10] J. A. Itmazi, "Sistema Flexible De Gestión De Elearning Para Soportar El Aprendizaje En Las Universidades Tradicionales Y Abiertas," *Programa Dr.*, p. 351, 2005.
- [11] Herlocker, J.L., Konstan, J.A. and Riedl, J. 2000. Explaining collaborative filtering recommendations. *Proc. of the 2000 ACM conference on Computer supported cooperative work (Philadelphia, PA, 2000)*, 241–250.
- [12] O'Donovan, J., Gretarsson, B., Bostandjiev, S., Hollerer, T. and Smyth, B. 2009. A Visual Interface for Social Information Filtering. *2009 Intl. Conf. on Computational Science and Engineering (Vancouver, Canada, 2009)*, 74–81.
- [13] O'Donovan, J., Smyth, B., Gretarsson, B., Bostandjiev, S. and Höllerer, T. 2008. PeerChooser: visual interactive recommendation. *Proceedings of the 26th annual SIGCHI conference on Human factors in computing systems (Florence, Italy, 2008)*, 1085–1088.
- [14] Zhao, S., Zhou, M.X., Yuan, Q., Zhang, X., Zheng, W. and Fu, R. 2010. Who is talking about what: social map-based recommendation for content-centric social websites. *Proceedings of the fourth ACM conference on Recommender system (Barcelona, Spain, 2010)*, 143–150.
- [15] Cramer, H., Evers, V., Ramlal, S., Someren, M., Rutledge, L., Stash, N., Aroyo, L. and Wielinga, B. 2008. The effects of transparency on trust in and acceptance of a content-based art recommender. *User Modeling and User-Adapted Interaction*. 18, 5 (Aug. 2008), 455–496.
- [16] Felfernig, A. 2007. Knowledge-Based Recommender Technologies for Marketing and Sales. *Intl. J. of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*. 21, 2 (2007), 333–354.
- [17] Chen, L. and Pu, P. 2011. Critiquing-based recommenders: survey and emerging trends. *User Modeling and UserAdapted Interaction*. 22, 1-2 (Oct. 2011), 125–150.
- [18] Tintarev, N. and Masthoff, J. 2011. Designing and Evaluating Explanations for Recommender Systems. *Recommender Systems Handbook*. F. Ricci, L. Rokach, B. Shapira, and P.B. Kantor, eds. Springer US. 479–510
- [19] KNIJNENBURG, Bart P., et al. Inspectability and control in social recommenders. En *Proceedings of the sixth ACM conference on Recommender systems*. ACM, 2012. p. 43-50.
- [20] Swearingen, K., Sinha, R.: Beyond algorithms: An HCI perspective on recommender systems. In: *ACM SIGIR Recommender Systems Workshop*. (2001) 1–11
- [21] Schafer, J.B., Konstan, J.A., Riedl, J.: Meta-recommendation systems: usercontrolled integration of diverse recommendations. In: *CIKM '02*. (2002) 43–51

- [22] BOLLEN, Dirk, et al. Understanding choice overload in recommender systems. En Proceedings of the fourth ACM conference on Recommender systems. ACM, 2010. p. 63-70.
- [23] Chang, S., Harper, F.M. and Terveen, L. 2015. Using Groups of Items for Preference Elicitation in Recommender Systems. In Proc. ACM CSCW '15 (2015), 1258–1269.
- [24] Sarwar, B., Karypis, G., Konstan, J. and Reidl, J. 2001. Itembased collaborative filtering recommendation algorithms. In Proc. WWW '01 (2001), 285–295.
- [25] Kramer, A.D.I., Guillory, J.E. and Hancock, J.T. 2014. Experimental evidence of massive-scale Netflix Update: Try This at Home: 2006. <http://sifter.org/~simon/journal/20061211.html>. Accessed: 2010-04-08.
- [26] Paterek, A. 2007. Improving regularized singular value decomposition for collaborative filtering. In Proc. KDD Cup and Workshop 2007 (Aug. 2007).
- [27] EKSTRAND, Michael D., et al. Letting users choose recommender algorithms: An experimental study. En Proceedings of the 9th ACM Conference on Recommender Systems. ACM, 2015. p. 11-18.

Analyse floristique et phytogéographique des écosystèmes de Kimpolo I et ses environs à Kinshasa (République Démocratique du Congo)

[Floristic and phytogeographical analysis of the ecosystems of Kimpolo I and its surroundings in Kinshasa (Democratic Republic of Congo)]

Xavier MBUTABUBA NKURA¹, Constantin LUBINI AYINGWEU², and Honoré BELESI KATULA²

¹Section Géomètre-Topographe, Institut National du Bâtiment et de Travaux Publics (INBTP), B.P. 4731 Kinshasa Ngaliema, RD Congo

²Laboratoire de Systémique, Biodiversité, Savoirs endogènes et Conservation de la Nature, Département des Sciences de l'Environnement, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, B.P 190 Kinshasa XI, RD Congo

Copyright © 2018 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 ecosystems of Kimpolo I and its surroundings are located 23 km east of Kinshasa on the western edge of the Bateke Tray. To better understand its floristic richness and its chorological position, an analysis of the florule, autoecological and phytogeographical spectra of the species was undertaken. This study was conducted using floristic material from botanical surveys. On an area of 8.65 km² surveyed, 219 species were inventoried. They belong to 71 families and 168 genera. The most diverse families in number of species are Fabaceae, Poaceae, Rubiaceae, Euphorbiaceae, Cyperaceae, Apocynaceae and Asteraceae. Ecological spectra show the high representativeness of phanerophytes, geophytes, chamaephytes, therophytes and hemicryptophytes. At the phytogeographic level, there is a predominance of regional guineo-Congolese species, followed by those with a very wide distribution and African with a large distribution. From the chorological point of view, this flora is north of the Bas-Congo sector and south of the guineo-Congolese regional center of endemism. In view of the many human activities practiced (shifting cultivation, harvesting and harvesting, irrational exploitation of ecosystems, introduction of exotic species, breeding, hunting, fishing, fish farming, charring of wood, bush fires) in the site whose extent on flora and vegetation is strong, special attention must be given to these threatened ecosystems, for their ecological development and their preservation as a regulator of local climate.

KEYWORDS: Flora, autoecological spectra, phytogeographic spectra, chorological position, human activities.

RESUME: Les écosystèmes de Kimpolo I et ses environs sont situés à 23 km à l'est de Kinshasa aux confins occidentaux du plateau de Bateke. Pour mieux connaître sa richesse floristique et sa position chorologique, une analyse de la florule, des spectres autoécologiques et phytogéographiques des espèces a été entreprise. Cette étude a été réalisée à partir du matériel floristique provenant de différentes prospections botaniques initiées depuis 2016. Sur une superficie de 8,65 km² prospectée, 219 espèces ont été inventoriées. Ces espèces appartiennent à 71 familles et 168 genres. Les familles les plus caractéristiques et diversifiées sont celles des *Fabaceae*, des *Poaceae*, des *Rubiaceae*, des *Euphorbiaceae*, des *Cyperaceae*, des *Apocynaceae* et des *Asteraceae*. Les spectres écologiques mettent en évidence la forte représentativité des phanérophytes, géophytes, chaméphytes, thérophytes et hémicryptophytes. Sur le plan phytogéographique, il y a prédominance des espèces régionales guinéo-congolaises, suivies des espèces à très large distribution et celles africaines à large distribution. Du point de vue chorologique, cette flore est au nord du secteur du Bas-Congo et au sud du centre régional d'endémisme guinéo-congolais. Au regard de nombreuses activités humaines pratiquées (agriculture itinérante sur brûlis, cueillette et récolte, exploitation irrationnelle des écosystèmes, introduction des espèces exotiques, élevage, chasse, pêche, pisciculture, carbonisation du bois, feux de brousse) dans le site dont l'impact sur la flore et la végétation est fort, une attention particulière doit être portée sur

ces écosystèmes menacés, en vue de leur aménagement écologique ainsi que de leur conservation comme régulateur du climat local.

MOTS-CLEFS: Flore, spectres autoécologiques, spectres phytogéographiques, position chorologique, activités humaines.

1 INTRODUCTION

La ville de Kinshasa, grande métropole de la République Démocratique du Congo, vit beaucoup de réalités environnementales de son espace urbain et périurbain. Parmi ces réalités, il y a notamment la réduction et la dégradation du couvert végétal engendrant des pertes des terres par érosions et inondations, l'ensablement, la disparition ou la raréfaction de certaines espèces de la biodiversité.

Son espace périurbain en particulier est menacé par plusieurs activités humaines (agriculture itinérante sur brûlis, exploitation irrationnelle des écosystèmes, introduction des espèces exotiques, élevage, chasse, pêche, pisciculture, carbonisation du bois, feux de brousse) à telle enseigne qu'il ne cesse d'être dégradé et morcelé entraînant de profondes modifications structurales et physiologiques de ses écosystèmes naturels. Dans cette mosaïque d'activités, aucun écosystème (ceux du village Kimpolo I et de ses environs compris) n'est épargné. C'est dans la recherche de solutions visant une gestion rationnelle des ressources naturelles de l'espace périurbain de Kinshasa que se situe la présente étude.

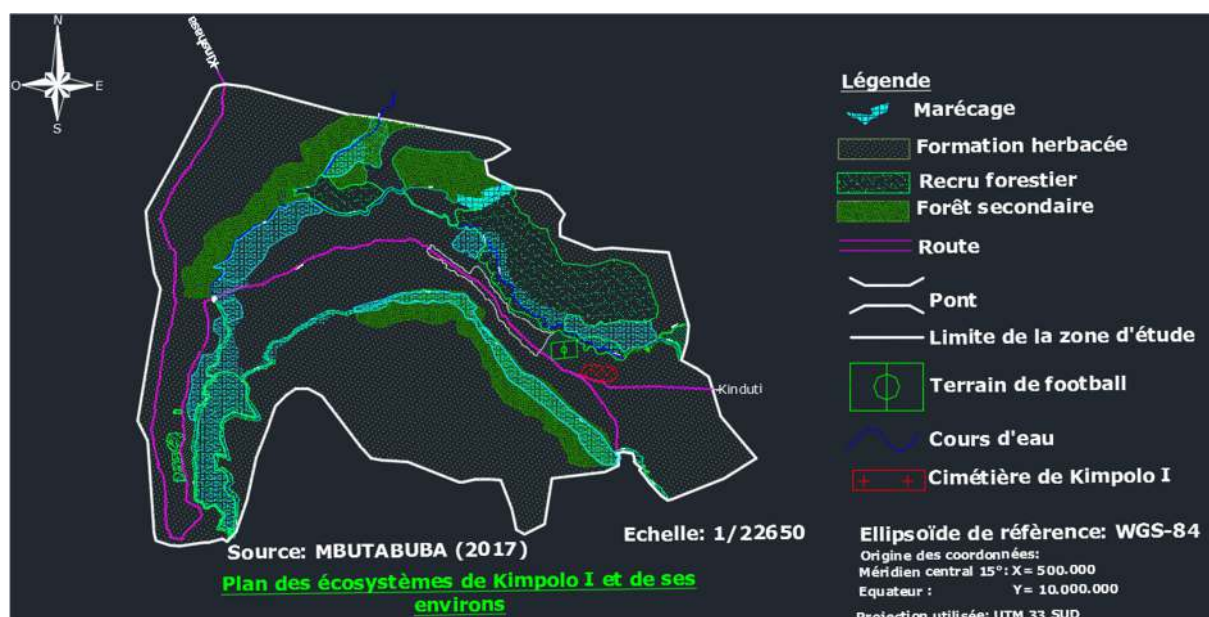
A cet effet, l'étude se propose d'identifier la florule vasculaire des écosystèmes de ce village et ses environs, d'analyser les spectres écologiques et phytogéographiques des espèces végétales et de chercher à mieux préciser la position du village Kimpolo I et ses environs dans le centre d'endémisme guinéo-congolais.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MILIEU D'ÉTUDE

Localisé dans la partie orientale de la ville de Kinshasa, le village Kimpolo I est situé à 23 km de Kinshasa aux confins occidentaux du plateau de Bateke ($4^{\circ}29'$ de latitude sud et $15^{\circ}31'$ de longitude, 416 m d'altitude). Ce village est le chef-lieu d'un des groupements du quartier urbano-rural de Buma, entité politico-administrative de la commune de N'sele à Kinshasa.

Il est borné au nord par le versant de la Mashe-Mashe, à l'est par les ruisseaux Mamboma, Mabanga et Mangemi, au sud par la ligne de crête marquant le début de la galerie forestière qui longe le ruisseau Mubeshi et à l'ouest par la ligne de crête proche de la quelle est situé le village Bambila.



Son climat est tropical chaud et humide et du type AW₄. Selon Centre de Recherches Géologiques et Minières de la République Démocratique du Congo (2012), le substratum géologique de Kimpolo I et ses environs est dominé par les formations de couverture d'âge Pléistocène à Pliocène et constituées de plusieurs types de dépôts sableux. Ce sont des formations sableuses reposant sur de surfaces d'aplanissement d'érosion (constituées de sables plus ou moins argileux, gris clair à rouges) et comportent généralement un gravier à la base ; leur épaisseur atteint 75 m.

Au niveau de la chorologie locale, le site est au nord du secteur du Bas-Congo et au sud du secteur Kasai dans le centre régional d'endémisme guinéo-congolais.

2.2 MATÉRIEL, MÉTHODES DE COLLECTE ET DE TRAITEMENT DES DONNÉES

Le matériel utilisé est constitué d'échantillons d'espèces végétales provenant de prospections botaniques. Des inventaires botaniques ont été entrepris dans ce site de Novembre 2016 à Octobre 2017, ont été complétés par le dépouillement de données des relevés phytosociologiques. La méthode est qualitative et consiste à noter la présence ou l'absence d'une espèce dans chaque écosystème étudié.

Pour chaque espèce récoltée, elle a été identifiée in situ. Les identifications faites au laboratoire à l'aide des Flores d'Afrique Centrale et du Gabon ([1] & [2]) ont confirmées ou infirmées celles effectuées sur le terrain. Tandis que pour les plus difficiles, elles ont été déterminées par comparaison aux collections de l'herbier d'Institut National d'Etudes et de Recherches Agronomiques (INERA) - Faculté des Sciences de l'Université de Kinshasa.

La consultation de ces documentations scientifiques, faite concomitamment avec la comparaison des collections d'herbier d'INERA, a encore permis de disposer de l'identification de types de diaspores, du statut phytosociologique et de la distribution phytogéographique d'espèces.

La nomenclature des ptéridophytes a été adoptée selon celle de la séquence linéaire de familles et des genres existants, alors que celle des Angiospermes suit les APG ([3] & [4]), appuyée par les travaux de [5].

Deux indices ont été calculés pour la florule. Le premier concerne le quotient spécifique de Szymkiewicz ([6]), formulé par $I = Sp/G$; (Sp : nombre d'espèces et G, celui des genres). Plus sa valeur est relativement basse, plus la flore est stable. Le deuxième se rapporte au coefficient de communautés floristiques (indice de similitude) selon la formule de Sorensen : $Ks = 2C * 100 / (A+B)$ où Ks : coefficient de Sorensen, C : nombre d'espèces communes aux deux associations A & B, A : nombre d'espèces du groupement 1, B le nombre d'espèces du groupement 2, A+B est la somme du nombre d'espèces constituant les deux associations.

2.3 CARACTERISTIQUES ECOLOGIQUES

Les caractéristiques autoécologiques prises en compte dans cette étude sont celles déjà adoptées par plusieurs auteurs empruntées de [7], [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15] & [16]. Il s'agit ainsi des types biologiques, types des diaspores, types des grandeurs foliaires et des spectres phytogéographiques. Ces derniers ont été analysés et précisés par [17] & [18].

2.4 GROUPES ÉCOSOCIOLOGIQUES

Les groupes écosociologiques permettent de déceler les espèces qui présentent une affinité entre elles et une tendance à se retrouver dans un même milieu ([19]). Les catégories suivantes, ne prenant en compte que les classes de végétation, ont été retenues : (i) Classe des *Ctenio-Loudetietea simplicis* (CL) : espèces de formations herbacées zambéziennes hygrophiles où prédominent les Hémicryptophytes ; (ii) Classe des *Musango-Terminalietea* (MT) : elle regroupe les espèces des habitats perturbés par l'homme qui comptent : les espèces des forêts secondaires en général ; (iii) Classe des *Halleetea* (Ha) : forêts hygrophiles d'eau douce ; (iv) Classe des *Potametea* (Po) ; végétation aquatique des eaux calmes et courantes, douces ou salées ; (v) Classe des *Ruderali-Manihotetia* (RM) ; végétation nitrophile, rudérale, culturale et post culturale ; (vi) Classe des *Soncho-Bidentetia pilosi* (SB) : les espèces des végétations culturales et post culturales intertropicales.

3 RESULTATS

3.1 RICHESSE FLORISTIQUE + GRANDS GROUPES SYSTÉMATIQUES

L'analyse de la flore de Kimpolo I et ses environs se base sur sa richesse et sa diversité spécifique, en vue de préciser son importance par rapport à celle d'autres territoires de la République Démocratique du Congo. Ainsi, sur une superficie de 8.65

Km², nous avons relevé 219 espèces réparties en 71 familles dont les plus caractéristiques sont les *Fabaceae*, *Poaceae*, *Rubiaceae*, *Cyperaceae*, *Euphorbiaceae*, *Apocynaceae*/*Apocynoideae*, *Asteraceae*, *Lamiaceae*, *Phyllanthaceae* et représentent 56,62 % de l'ensemble soit 124 espèces. Le quotient spécifique de Szymkiewicz calculé donne la valeur de 1,30 dans cette florule.

Dans cet ensemble floral, les *Ptéridophyta* sont moins représentés avec 2,283 % d'espèces que les *Magnoliophyta* (Angiospermes) dont le taux est de 97,72 % (Tableau 1). Parmi les angiospermes, les dicots prédominent sur les monocots. Donc, les groupes systématiques caractéristiques de Kimpolo I et ses environs sont des plantes vasculaires, les Spermatophytes (*Magnoliophyta*) et les Cryptogames vasculaires (*Ptéridophyta*). Toutes ces statistiques sont reprises dans le tableau 1.

Tableau 1. : Proportion de grandes unités systématiques supérieures de Kimpolo I et ses environs

Groupes systématiques	Nombre familles	% familles	Nombre genres	% genres	Nombre espèces	% espèces
<i>Ptéridophyta</i>	4	5,634	4	2,381	5	2,283
• <i>Gleicheniaceae</i>	1	1,408	1	0,595	1	0,457
• <i>Lycopodiaceae</i>	1	1,408	1	0,595	1	0,457
• <i>Selaginellaceae</i>	1	1,408	1	0,595	1	0,457
• <i>Thelypteridaceae</i>	1	1,408	1	0,595	2	0,913
<i>Magnoliophyta</i> (Angiospermes)	67	94,37	164	97,62	214	97,72
• <i>Liliopsida</i> (Monocots)	14	19,72	34	20,24	52	23,74
• <i>Magnoliopsida</i> (Dicots)	53	74,65	130	77,38	162	73,97
Total	71	100	168	100	219	100

La répartition de cette flore dans les différentes formations végétales de l'aire analysée se présente comme indiqué dans le tableau 2.

Tableau 2. : Répartition de la flore dans les formations végétales de Kimpolo I et ses environs

Formations végétales	Pteridophyta			Magnoliophyta						Total
				Monocotylédones			Dicotylédones			
	Familles	Genres	Espèces	Familles	Genres	Espèces	Familles	Genres	Espèces	Espèces
- Formations herbeuses	0	0	0	7	16	25	23	47	50	75
- Recrus forestiers	2	2	2	8	13	15	35	70	92	109
- Marécages	2	2	3	6	8	10	11	13	15	28
- Galeries forestières	0	0	0	2	1	2	3	4	5	7

L'analyse du tableau 2 révèle que les *Magnoliopsida* (dicotylédones) sont nombreux que les *Liliopsida* (Monocotylédones). Les dicotylédones sont plus de trois fois élevées que les Monocotylédones. Nous avons dénombré plus des familles, genres et espèces des Dicots dans les quatre formations végétales du site étudié que des Monocots et *Ptéridophyta*.

Le constat fait, après récolte et analyse de données floristiques, permet de saisir que les familles caractéristiques des formations herbeuses, recrûs forestiers, marécages et galeries forestières de Kimpolo I et ses environs reflètent, dans la description suivante et selon [20], les réalités de la composition de la flore de Kinshasa et Brazzaville.

Dans les formations herbeuses, les familles caractéristiques sont *Annonaceae*, *Asteraceae*, *Phyllanthaceae*, *Poaceae* et *Rhizophoraceae*. Elles sont représentées par *Anisophyllea quangensis*, *Annona senegalensis*, *Chromolaena odorata*, *Hymenocardia acida*, *Hyparrhenia diplandra* et *Loudetia demeusei*. Quant aux recrûs forestiers, il s'agit, en ordre d'importance, des *Phyllanthaceae*, *Euphorbiaceae*, *Dilleniaceae* et *Fabaceae*/*Mimosoides*. Les espèces dominantes, dans l'ordre décroissant, sont *Hymenocardia ulmoides*, *Tetracera poggei*, *Chaetocarpus africanus*, *Sclerocroton cornutum* et *Pentaclethra eetveldeana*.

S'agissant des marécages, nous avons relevé les familles d'*Araceae*, *Euphorbiaceae*, *Selaginellaceae* et *Thelypteridaceae* dont les taxons sont *Alchornea cordifolia*, *Cyclosorus striatus*, *Lasimorpha senegalensis*, *Selaginella myosurus*. Dans les galeries forestières, il y a plus la présence des *Euphorbiaceae* et *Fabaceae*/*Mimosoides* et les espèces dominantes sont *Alchornea cordifolia* et *Pentaclethra eetveldeana*.

Dans la florule étudiée, les familles magnoliophytiques sont les mieux représentées. Les plus dominantes ont au moins 10 espèces par famille. En termes de nombre d'espèces et genres, les données fournissent les valeurs suivantes: *Fabaceae/Faboideae* (21, 14) ; *Rubiaceae* (18, 15) ; *Apocynaceae/Apocynoideae* (11, 9), *Euphorbiaceae* (12,10) ; *Asteraceae* (10,9) ; *Lamiaceae* (8,5) ; *Phyllanthaceae* (7,5) ; *Poaceae* (20,12) et *Cyperaceae* (12,7). Cet ensemble spécifique compte 119 espèces soit 54,33 % du total et 86 genres (51,19 %). Elles constituent vraisemblablement le fond floristique de la végétation de Kimpolo I & ses environs. Leurs indices de diversités génériques sont respectivement de 1,30 et de 1,68. Ce qui permet de comprendre que n'eût été les pressions exercées sur les écosystèmes, ces indices seraient élevés c'est-à-dire auraient une certaine diversité générique.

3.2 CARACTÉRISTIQUES AUTOÉCOLOGIQUES

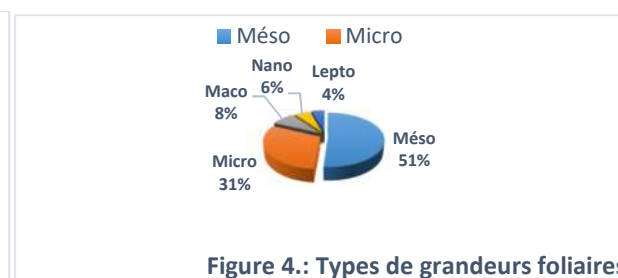
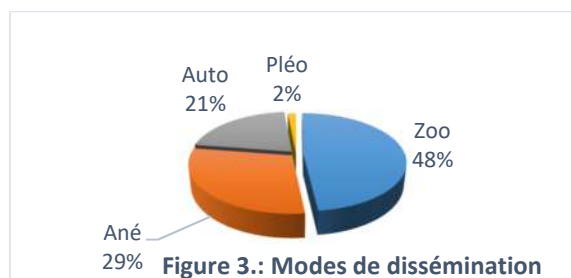
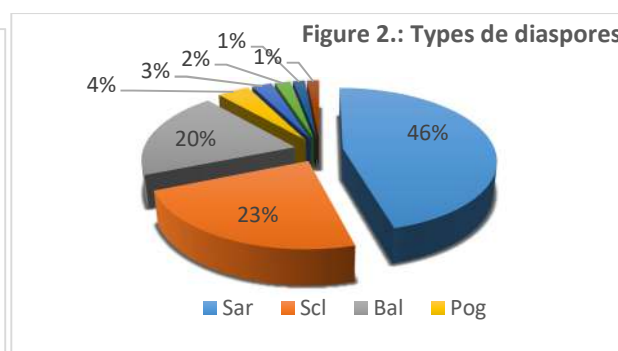
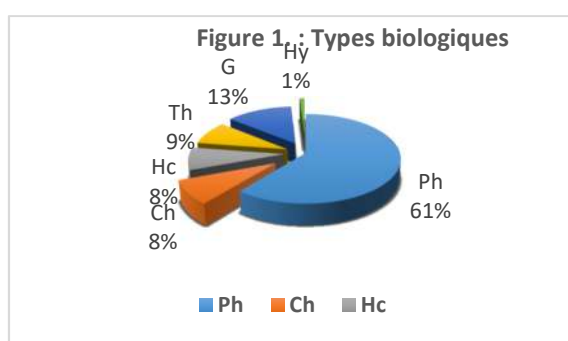
Les spectres biologiques pris en compte dans cette étude sont les types biologiques, les types des diaspores, les types de grandeurs foliaires et les spectres phytogéographiques.

3.2.1 TYPES BIOLOGIQUES

L'analyse quantitative de types biologiques (Figure 1) aide à comprendre que les phanérophytes (60,80%) sont les plus dominants de la florule, suivis des géophytes (13,07 %), chaméphytes et thérophytes (8,54 % à chacun) et hémicryptophytes (8,04 %). Les hydrophytes sont très rares (1,01 %). Ces résultats de formes biologiques révèlent l'existence de différentes communautés végétales dominées morphologiquement par les arbres. Leur présence est justifiée par l'existence de conditions écologiques (température moyenne: 25,5°C ; précipitation moyenne : 1477 mm ; humidité moyenne : 82 % ; sol : sableux ou sablo-argileux) favorables à leur adaptation.

3.2.2 TYPES DE DIASPORES & MODE DE DISSÉMINATION

L'examen de types de diaspores (Figure 2) renseigne que les espèces les plus représentées dans l'aire étudiée sont les sarcochores avec 45,73 % suivies respectivement des espèces sclérochores (23,12 %), ballochores (19,60 %) et pogonochores (4,02%). Les espèces desmochores, ptérochores, barochores et pléiochores sont très faiblement représentées. Ces taux attestent que la majorité d'espèces relevées sont caractéristiques de la flore forestière suivies des celles des formations herbeuses. Quant aux modes de dissémination (Figure 3), il y a la prédominance des espèces zoochores (48,24 %) dont les diaspores sont dispersées par l'homme ou l'animal, talonnées par des espèces anémochores (29,15 %) dont la dissémination des diaspores est assurée par le vent, autochores (21,11 %) et pléiochores (1,50 %). Toutes les diaspores sont présentes dans la flore examinée.



3.2.3 TYPES DE GRANDEURS FOLIAIRES

Les types de grandeurs foliaires pris en compte dans cette étude suivent la classification de [7] amendé par [12]. Il s'agit dans l'ordre de grandeur numérique des mésophylles (51,26 %), microphylles (30,65 %), macrophylles (8,04 %), nanophylles (5,53 %) et leptophylles (4,52 %). Les espèces mésophylles, microphylles et macrophylles constituent la grande tranche de la florule de Kimpolo I et ses environs et sont les plus fréquentes. Sont dans cette catégorie, les espèces de familles des *Apocynaceae*/*Apocynoideae*, *Euphorbiaceae*, *Fabaceae*/*Faboideae*, *Lamiaceae* et *Rubiaceae* qui sont les plus représentées. En clair, les espèces mésophylles forment la catégorie primordiale de types de grandeurs foliaires de l'ensemble floral étudié (Figure 4).

3.3 GROUPES ÉCOSOCIOLOGIQUES

Deux groupes écosociologiques sont prépondérants dans cette florule : les espèces de la classe des *Musango-Terminalietea* (MT) et celles des *Ctenio-Loudetietea simplicis* (CL), qui représentent respectivement 48,40% et 30,14%. Ces deux catégories sont suivies par les espèces des classe de *Potametea* (Po: 11,41%), des *Ruderali-Manihotetea* (RM : 6, 85%) et des *Soncho-Bidentetea* (SB:3,2%). La figure 5 en donne les différents spectres.

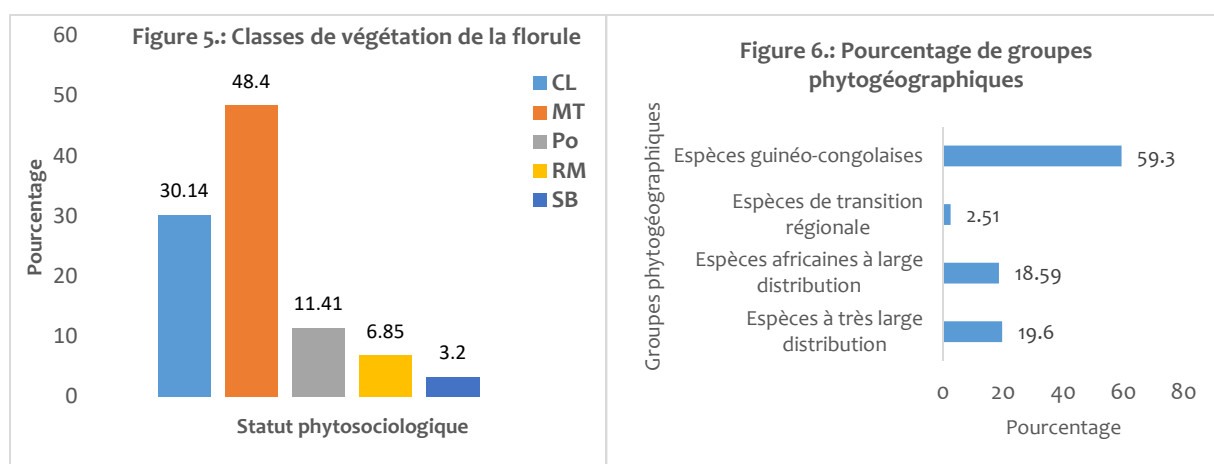
3.4 GROUPES PHYTOGÉOGRAPHIQUES

L'analyse de résultats relatifs aux grandes unités phytogéographiques de la flore de Kimpolo I et ses environs renseigne qu'il y a prédominance des espèces régionales guinéo-congolaises (ERGC : 59,30 %, avec les espèces pluridomaniales :4,03% ; bas-guinéo-congolaises : 34,67 % et congolaises : 20,6 %) suivies de celles à très large distribution (ETLD : 19,60 % avec les espèces cosmopolites : 1 % ; pantropicales :11,56 % ; paléotropicales : 3,02 % et afro-néotropicales : 4,02 %), africaines à large distribution (EALD : 18,59 % avec les espèces afro-malgaches : 0,5% ; plurirégionales : 0,5 % et afro-tropicales : 17,59%), et de transition régionales (ETR : 2,51 %). La figure 6 synthétise les statistiques susmentionnées.

4 DISCUSSION

La discussion s'est focalisée sur la comparaison de nos résultats avec des études similaires de même ou d'autres régions de la République Démocratique du Congo et notamment celles de ([21], [6], [22], [12], [13], [14], [15] & [16]).

Pour la richesse et la diversité spécifique de la flore, l'examen effectué ressort la prépondérance des *Magnoliophyta* parmi lesquelles les dicotylédones dominent dans toutes les régions comparées. Proportionnellement à d'autres régions de la flore guinéo-congolaise, la nôtre est moins riche, suite à l'aire et à la taille des échantillons considérés dans chaque milieu étudié.



Sur le plan floristique, la flore de Kimpolo I et ses environs est constituée de 97,72 % des *Magnoliophyta* et à 2,28 % des *Pteridophyta*. On note l'absence de *Pinophyta*. Cette prédominance des *Magnoliophyta* s'observe aussi dans les autres différentes communautés végétales, étudiées par les auteurs précités.

- Les *Ptéridophyta* comptent pour l'aire étudiée 5 espèces réparties dans 4 genres appartenant à 4 familles (*Gleicheniaceae*, *Lycopodiaceae*, *Selaginellaceae* et *Thelypteridaceae*). Leur taux par rapport aux *Magnoliophyta* est de 5/214. Sa représentativité est très faible (2,28 %), suite à l'exploitation irrationnelle et pérenne ainsi qu'à la petitesse de l'espace examiné comparativement à ceux étudiés par ([12] & [15]), Ces *Ptéridophyta* sont en majorité dans les marécages (*Lycopodiaceae*, *Selaginellaceae* et *Thelypteridaceae*) et dans les recrus forestiers (*Gleicheniaceae*). Leurs genres sont *Lycopodiella*, *Selaginella* et *Dicranopteris* ;
- Les *Magnoliophyta* (Angiospermes) est le groupe systématique caractéristique de la flore de Kimpolo I et ses environs représenté par 214 espèces, 164 genres et 67 familles. Leur indice générique est assez significatif car, il est de 1.30 espèces pour un genre.

Par ailleurs, au sein de ces Angiospermes, les dicotylédones prévalent sur les monocotylédones. On a recensé dans leur ensemble 162 espèces et 130 genres appartenant à 53 familles, soit 73,98 % de la florule inventoriée. Les familles caractéristiques sont *Annonaceae*, *Apocynaceae*, *Asteraceae*, *Connaraceae*, *Dichapetalaceae*, *Euphorbiaceae*, *Fabaceae*, *Meliaceae*, *Moraceae*, *Myristicaceae*, *Sapindaceae*, *Sapotaceae*, *Phyllanthaceae*, *Rubiaceae* et *Solanaceae*. Mais la plus pondérée de toutes les familles est celle des *Fabaceae*, avec 21 espèces incluses dans 19 genres.

Par contre, les monocots comptent 52 espèces appartenant à 14 familles et 34 genres, soit 23,74 % de l'ensemble floral. Par rapport aux dicots, les monocots représentent 32,10 % de ces derniers c.à.d. 1 monocot pour 3,12 dicots. Elles sont composées des *Araceae*, *Arecaceae*, *Asparagaceae*, *Bromeliaceae*, *Commelinaceae*, *Cyperaceae*, *Iridaceae*, *Liliaceae*, *Marantaceae*, *Meliaceae*, *Smilacaceae*, *Poaceae*, *Pontederiaceae* et *Zingiberaceae*. La famille des *Poaceae* est la plus représentative (20 espèces). Les genres caractéristiques sont notamment *Hyparrhenia*, *Loudetia*, *Melinis*, *Panicum*, *Paspalum*, *Pennisetum*. Cette profusion des *Poaceae* est consécutive à la prédominance de formations herbeuses dans le milieu étudié.

Parmi les familles caractéristiques des espèces forestières et savanicoles figurent respectivement les *Fabaceae/Faboideae* (9,58%), *Rubiaceae* (8,22%) et *Euphorbiaceae* (5,48%) ainsi que les *Poaceae* (9,13%) et *Asteraceae* (4,57 %). Tandis que les genres forestiers les plus remarquables sont *Alstonia*, *Macaranga*, *Maesobotrya*, *Millettia*, *Morinda*, *Platysepalum*, *Rauvolfia*, *Sapium* et *Voacanga*. Les autres, c'est-à-dire *Indigofera*, *Landolphia*, *Leptactina*, *Pouchetia* et *Spermacoce* sont savanicoles. La comparaison établie avec les familles les plus représentatives de la RDC (Forestier central: Kisangani, Yangambi; Bas-Congo: Réserve de la Luki et Kasai: Kikwit), elle renseigne les rapprochements de certaines flores. Les proportions des *Rubiaceae* sont quasi-pareilles dans les territoires de Tshopo (8, 6%), Luki (8,8%) et Kinshasa (8,22%) surclassées par celles de Kikwit et du Bas-Kasai (9,3% chacune). Elles sont plus nombreuses dans les régions comparées que dans la nôtre. Selon [15], elles sont le fait de leur localisation en milieu forestier.

A propos de types biologiques, il ressort la prédominance de phanérophytes (60,80 %) suivis des géophytes (13,07 %), chaméphytes (8,54 %), thérophytes (8,54 %) et hémicryptophytes (8,04 %). Les hydrophytes sont très rares (1,01 %). Confronter ces résultats à ceux de Kikwit ([14]), de Luki ([12]) et de Bas-Kasai ([15]), on relève la dominance de phanérophytes dans toutes les régions. Les chaméphytes, hémicryptophytes, géophytes et thérophytes sont quasi similaires comme l'illustre le tableau 3.

Concernant les types de diaspores, ce sont les mêmes identifiées à Luki, à Kikwit et au Bas-Kasai que l'on a identifiées à Kimpolo I et ses environs. A l'instar de milieux précités, les sarcochores (45,73 %) sont les espèces dominantes de la dition examinée, disséminées par les consommateurs de fruits. Ce taux rapproche celui obtenu par ([11] & [12]) dans les districts de la Tshopo-Kisangani et dans la réserve de biosphère de Luki (43 %), mais est inférieur à celui du Bas-Kasai (+ de 50%) consécutif à la dégradation significative des écosystèmes examinés qui ne peut attirer la faune et leur permettre d'y demeurer et est à la base de la réduction d'espèces pouvant servir de nourriture à ladite faune.

Tableau 3. : Comparaison des types biologiques de Luki, Kikwit, Bas-Kasai et Kinshasa

Types biologiques	Luki	Kikwit	Bas-Kasai	Kinshasa
Phanérophytes	70,9	56,5	65	60,8
Chaméphytes	9,9	12,6	11	8,55
Hémicryptophytes	2,6	4,5	3	8,04
Géophytes	9,4	12,4	8,7	13,07
Thérophytes	7,1	12,7	12	8,55
Hydrophytes	-	1,2	0,3	1,01

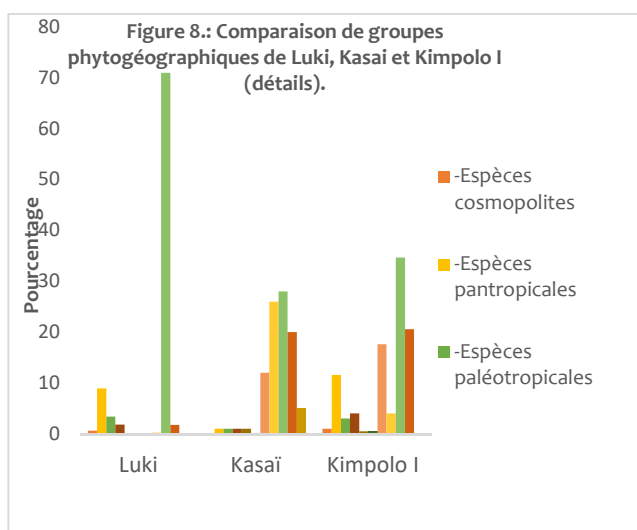
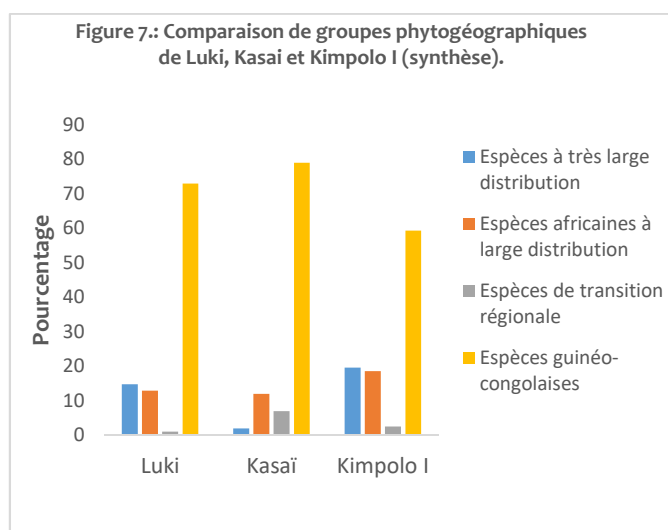
Pour les types de grandeurs foliaires, il y a abondance de mésophylles (51,26 %) inhérentes aux forêts intertropicales suivis par les microphylles (30,65 %), macrophylles (8,04 %), nanophylles (5,53%) et leptophylles (4,52 %) ainsi qu'une absence des

aphylles et des mégaphylles. La comparaison effectuée avec les études antérieures (Tableau 4) montre que dans tous les milieux comparés les mésophylles viennent en tête (Luki : 67,81 % ; Kikwit : 48,9 % ; Bas-Kasai : 62 % ; Kinshasa : 51,26 %) suivies des microphylles (Luki : 16,77 % ; Kikwit : 31,1 % ; Bas-Kasai : 22 % ; Kinshasa : 30,65 %), macrophylles (Luki : 9,3 % ; Kikwit : 5,3 % ; Bas-Kasai : 5 % ; Kinshasa : 8,04 %), nanophylles (Luki : 2,6 % ; Kikwit : 5,9 % ; Bas-Kasai : 5 % ; Kinshasa : 5,53 %) et leptophylles (Luki : 2,35 % ; Kikwit : 7,9 % ; Bas-Kasai : 5 % ; Kinshasa : 4,52 %).

Tableau 4. : Comparaison de types de grandeurs foliaires de Luki, Kikwit, Bas-Kasai et Kinshasa

Sites étudiés	Types de grandeurs foliaires						
	Aph	Lepto	Macro	Méga	Méso	Micro	Nano
[12] (Luki)	0,09	2,35	9,3	1,08	67,81	16,8	2,6
[14] (Kikwit)	0,5	7,9	5,3	0,4	48,9	31,1	5,9
[15] (Bas-Kasai)	0,1	5	5	0,9	62	22	5
Présent travail	-	4,52	8,04	-	51,26	30,7	5,53

- L'analyse phytogéographique de la flore examinée montre qu'il y a quatre grands groupes que l'on a comparés avec les données des aires proches de celle faisant l'objet de cette étude, c'est-à-dire des secteurs du Bas-Congo et du Kasai (Figures 7 & 8). Il se dégage de cette analyse que les espèces à très large distribution sont relativement peu nombreuses pour les trois régions comparées, car seules les espèces pantropicales et paléotropicales atteignent un taux significatif. Ce sont plus des taxons des forêts secondaires et de jachères herbeuses. Il y a plus d'espèces pantropicales qui prouvent que la flore a été et continue à être dégradée avec des taxons comme *Albizia adianthifolia*, *Chromolaena odorata*, *Conyza soumatrensis*, *croton hirtus*, *Eichhornia crassipes*, *Hymenocardia acida*, *H. ulmoides*, *Indigofera capitata*. La proportion la plus élevée des espèces à très large distribution est observée à Kimpolo I et ses environs (19,60%) suivie de Luki (14,78 %). Ce qui s'explique par le degré élevé de dégradation d'écosystèmes ;
- les espèces africaines à large distribution ont des taux semblables à Luki (12,96 %) et Kasai (12 %) ainsi qu'une fois et demie à Kimpolo I (18,59 %). Les taxons afro-tropicaux continentaux sont dominants et nombreux en forêts secondaires. Tandis que ceux afro-malgaches et plurirégionaux sont moins représentés (0,5 - 1 %) ;
- les espèces de transition régionale sont très peu représentatives de quatre groupes comparés : 1 % à Luki, 7 % au Kasai et 2,51 % à Kimpolo I ;
- les espèces guinéo-congolaises sont dans les trois cas dominées par les taxons bas-guinéo-congolais, suivi des espèces congolaises et démontre l'authenticité de la flore étudiée. Ils sont nombreux à Kimpolo I et ses environs dans les recrus forestiers sur terre ferme. Quant aux espèces pluri domaniales, elles sont très faiblement représentées.



5 CONCLUSION

La biodiversité végétale des écosystèmes de Kimpolo I et ses environs a révélé 219 espèces appartenant à 168 genres réparties en 71 familles. Les familles les mieux représentées proportionnellement sont les *Fabaceae*, les *Poaceae*, les *Rubiaceae*, les *Euphorbiaceae*, les *Cyperaceae*, les *Apocynaceae* et les *Asteraceae*.

Les spectres écologiques ressortent la forte représentativité des phanérophytes (60,80%), des géophytes (13,07%), des chaméphytes (8,54%), des thérophytes (8,54%) et des hémicryptophytes (8,04%). Sur le plan phytogéographique, il y a prédominance des espèces régionales guinéo-congolaises (59,30%) suivies de celles à très large distribution (19,60%) et africaines à large distribution (18,59%). Du point de vue chorologique, cette florule est au nord du secteur du Bas-Congo et au sud du secteur Kasai dans le centre régional d'endémisme guinéo-congolais. Les caractéristiques autoécologiques et phytogéographiques de cette florule peuvent servir de base à la planification écologique de ces écosystèmes en vue de sa gestion durable.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier l'autorité coutumière de Kimpolo I qui a mis à la disposition de l'équipe de terrain des guides dans les différents écosystèmes. Nos remerciements vont également au responsable de l'herbarium de l'Institut National d'Etudes et de Recherches Agronomiques (INERA) -Faculté des Sciences de l'Université de Kinshasa, qui a autorisé la confirmation ou l'infirmité de l'identification d'espèces faite sur le terrain.

REFERENCES

- [1] Comité exécutif de la Flore du Congo belge et le Jardin Botanique de l'État, Flore du Congo Belge & du Ruanda-Urundi/Flore d'Afrique Centrale, (R.D. Congo– Rwanda–Burundi) / Flore d'Afrique Centrale (Nouvelle Série), Publications INEAC, 1948-2016.
- [2] Flore du Gabon (1961-2014), Muséum National d'Histoire Naturelle/Naturalis Biodiversity Center/Botanic Garden Meise, 2014.
- [3] APG III-Angiosperm phylogeny group, "An ordinal classification of the families of flowering plants". Ann. Missouri Bot. Gard. Vol.85, pp.531-553, 2003.
- [4] APG IV-Angiosperm Phylogeny Group, "Classifications for orders and families of flowering plants", Journal of the Linnean Society, vol. 181, n°1, pp.1-20, 2016.
- [5] J.P. Lebrun, A.L. Stork, Enumération des plantes à fleurs d'Afrique tropicale, Ed. Conservatoire et Jardin botanique de la Ville de Genève, 1991, 1992, 1995 & 1997.
- [6] C. Evrard, "Recherches écologiques sur le peuplement forestier des sols hydromorphes de la Cuvette Centrale Congolaise", INEAC, série scientifique, n° 110, 1968.
- [7] C. Raunkiaer, The life forms of plants and statistical plant geography, Oxford University Press, 1934.
- [8] J. Lebrun, La végétation de la plaine alluviale au sud du lac Edouard. Expl, Parc Nat. Albert, Mission Lebrun, J., (1937–1938), Ed. Inst. des parcs nationaux du Congo belge, 1947.
- [9] P. Dansereau, K. Lems, "The grading dispersal types in plant communities and their ecological significance", Contrib. Inst. Bot. Univ. Montréal, vol.71, pp.1- 52, 1957.
- [10] M.A. Mandango, Flore et végétation des îles du fleuve Zaïre dans la Sous-Région de la Tshopo (Haut-Zaïre), Thèse de doctorat, Faculté des sciences/Département de Biologie, Université de Kisangani, 1982.
- [11] A. Lubini, Végétation messicole et postculturale des sous-régions de Kisangani et de la Tshopo (Haut-Zaïre), Thèse de doctorat, Faculté des sciences/Département de Biologie, Université de Kisangani, 1982.
- [12] A. C. Lubini, La végétation de la réserve de biosphère de Luki au Mayombe (Zaïre), Ed. Jardin Botanique National de Belgique, 1997.
- [13] A. C. Lubini, "Analyse phytogéographique de la flore forestière du secteur du Kasai au Congo Kinshasa", Syst. Géogr. Plants, vol. 71, n°2, pp. 859-872, 2001.
- [14] D. B. Masens 1997, Etude phytosociologique de la région de Kikwit (Bandundu, Rép. Dém. du Congo), Thèse de doctorat, Faculté des sciences/Département de Biologie, Université Libre de Bruxelles, 1997.
- [15] K.H. Belesi, Etude floristique, phytogéographique et phytosociologique de la végétation du Bas-Kasai en République Démocratique du Congo, Thèse de doctorat, Faculté des Sciences, Département de sciences de l'environnement, Université de Kinshasa, 2009.

- [16] M. Habari, Etude floristique, phytogéographique et phytosociologique de la végétation de Kinshasa et des bassins des rivières N'djili et N'sele en République Démocratique du Congo, Thèse de Doctorat, Faculté des sciences/Département de Biologie, Université de Kinshasa, 2009.
- [17] F. White, "The guineo-congolian Region and its relationships to other phytochoria", Bull. Jard. Bot. Nat. Belg., vol.49, pp. 11-55, 1979.
- [18] F. White, La végétation de l'Afrique: Mémoire accompagnant la carte de la végétation de l'Afrique, Ed. ORSTOM-UNESCO, 1986.
- [19] P. Duvigneaud, "Voyage botanique au Congo belge à travers le Bas-Congo, le Kwango, la Kasai et le Katanga. De Banana à Kasenga", Bull. Soc. Roy. Bot. Belg., vol.81, pp. 15-31, 1949.
- [20] L. Pauwels, Nzayilu N'ti—Guide des arbres et arbustes de la région de Kinshasa – Brazzaville, Ed. Jard. Bot. Nat. Belg., 1993.
- [21] R. Germain, "Un essai d'inventaire de la flore et des formes biologiques en forêt équatoriale congolaise", Bull. Jard. Bot. Etat Bruxelles, vol. 27, pp. 563–576, 1957.
- [22] A. Lubini, "La flore de la Réserve forestière de Luki (Bas-Zaïre)", Mitt. Allg. Bot. Hamburg, pp.135–154, 1990.

Impacts des pratiques phytosanitaires en milieu cotonnier sur le niveau de résistance phénotypique des populations de *Anopheles gambiae* (Diptera, culicidae) au Nord du Bénin

[Impacts of cotton protection practices on the level of phenotypic resistance in *Anopheles gambiae* population in northern Benin]

Anges YADOULETON^{1,2}, Wilfried DJENGUE³, Michel SEZONLI³, Christophe CHABI⁴, Ramziyath AGBANRIN², Geraldo HOUNDETON², Aboubacar SIDICK², Fabrice AHISSOU², and Martin AKOGBETO^{2,3}

¹Ecole Normale Supérieure de Natitingou, Université de Natitingou, Benin

²Centre de Recherche Entomologique de Cotonou, Benin

³Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi, Benin

⁴Ecole Supérieure le FAUCON, Benin

Copyright © 2018 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: Insecticide treatments for crops protection in cotton fields have often been cited as the main factor in the selection of insecticide resistance in *Anopheles gambiae* populations.

To explore this hypothesis further, the present study was designed to identify potential practices that may contribute to the emergence of insecticide resistance in *Anopheles gambiae* in cotton crop protection strategies such as the "Calendar Control Program (CCP)" and "Targeted Intermittent Control Program (TICP)" officially recommended already operate in Benin.

Firstly, Knowledge Attitude-Practice (KAP) surveys were organized in the study sites to generate adequate information on the use of insecticide on cotton fields. In each site, leaders of farmer's organizations were interviewed using semi-structured questionnaires that focused on the treatment strategies, and the use of insecticides in the farms. Further, bioassays were performed on adult mosquitoes collected from various of each program to assess the susceptibility of malaria vectors to insecticide-impregnated papers (permethrin 0.75%, deltamethrin 0.05%, DDT 4%, and bendiocarb 0.1%) following WHOPES guidelines.

Results of this study showed that various pesticides particularly pyrethroids were used for pests control in CCP and TICP sites; ii)-Susceptibility tests showed that *An. gambiae* populations have developed resistance to DDT (4% as mean mortality despite the strategies), permethrin (30% in CCP and TICP), deltamethrin (38% and 46% as mean mortality in CCP and TICP respectively), but fully susceptible to bendiocarb.

These findings confirmed the role of insecticide treatments in mosquitoes resistance. Measure must be taken for better management of the use of insecticides for pest control.

KEYWORDS: *Anopheles gambiae*, cotton, agricultural insecticide, resistance.

RÉSUMÉ: Les traitements insecticides destinés à la protection de la culture du coton ont été souvent évoqués comme principal facteur de sélection de la résistance des populations d'*Anopheles gambiae* aux insecticides. Pour vérifier cette hypothèse, nous avons étudié le niveau de résistance phénotypique de *An. gambiae* s.l dans les zones cotonnières du Bénin selon deux

programmes de protection contre les ravageurs : le programme calendaire avec utilisation de fortes quantités d'insecticide, le programme à lutte étagée ciblée (LEC) avec très peu d'insecticide.

Dans un premier temps, notre enquête a porté sur la connaissance de la nature des pesticides utilisés contre les ravageurs de coton, leur origine et les doses appliquées. Ce qui nous a conduit à étudier la sensibilité des anophèles issus des sites d'étude aux papiers imprégnés de deltaméthrine (0,05%), de perméthrine (0,75%) de DDT (4%), et du bendiocarb (0,1%).

Il ressort des investigations que plusieurs familles d'insecticides notamment les pyréthrinoïdes qui sont utilisés par les paysans au niveau des deux programmes.

Cette utilisation de pesticides a entraîné une résistance de *An. gambiae* vis-à-vis du DDT (4% comme taux de mortalité moyenne), de la perméthrine (30%) et de la deltaméthrine (42%), mais reste sensible au bendiocarb (100%) quel que soit le programme.

Cette étude confirme une fois encore que les traitements insecticides en agriculture sont responsables de la sélection de la résistance aux pyréthrinoïdes chez *An. gambiae* en Afrique de l'Ouest.

MOTS-CLEFS: *Anophèle gambiae*, coton, insecticides agricoles, résistance.

1 INTRODUCTION

En Afrique sub-saharienne, le coton cultivé sur plus de 2 millions d'hectares est un véritable moteur de développement[1]. C'est la raison pour laquelle, la forte baisse de la productivité cotonnière enregistrée ces dernières années provoque dans les pays africains une crise sans précédent. La protection des planteurs contre le paludisme pourrait être une solution utile et prometteuse pour gagner en productivité. Une étude menée en Côte d'Ivoire par ces auteurs a montré que la morbidité palustre pouvait avoir un impact sur la productivité cotonnière. Cela peut s'expliquer par l'incidence négative sur les rendements d'un décalage des dates de semis, de sarclage ou de traitement. Des méthodes de lutte anti-vectorielle sont d'ailleurs mises en place par les programmes nationaux de lutte contre le paludisme mais leur efficience à moyen terme est menacée notamment par l'utilisation massive de pesticides dans le monde agricole pour lutter contre les ravageurs des cultures [2].

En effet, les traitements agricoles destinés à protéger les cultures cotonnières sont un facteur de sélection d'insectes résistants non seulement chez les ravageurs mais aussi chez les vecteurs du paludisme [3]. Dans les années 1960, le rôle sélectif des traitements agricoles à base de composés organochlorés (OC) sur la résistance d'*Anopheles gambiae* principal vecteur du paludisme, a été observé au Mali dans des zones qui n'avaient jamais fait l'objet de traitements en santé publique et où ces insecticides étaient largement utilisés en agriculture. En Côte d'Ivoire et au Burkina Faso, il a été montré à la fin des années 1990 que le niveau de résistance des vecteurs aux insecticides de la famille des pyréthrinoïdes augmentait au cours de la saison cotonnière [3].

Ces traitements insecticides qui s'effectuent toutes les semaines [4-5] par les paysans envoient des particules chimiques dont certaines sont en contact avec le sol et les gîtes et par conséquent avec les larves de moustiques. La pression de sélection exercée par ces insecticides pourrait parallèlement conduire au développement de la résistance des moustiques, en particulier d'*An. gambiae* vis-à-vis de ces insecticides.

L'anophèle est un moustique qui pond ses œufs dans des petites flaques d'eau. Les résidus d'insecticides utilisés dans les champs cotonniers sont facilement, grâce à l'infiltration et au ruissellement, retrouvés dans ces coins d'eau.

Par ailleurs, on se demande s'il existe suffisamment d'informations sur la nature et les quantités des insecticides agricoles utilisés et les attitudes pratiques des utilisateurs surtout en milieu cotonnier. Cette série de questions nous amène alors à se pencher sur une thématique intitulée : "Impacts des pratiques de phytosanitaire en milieu cotonnier sur le niveau de résistance phénotypique des populations de *Anopheles gambiae* (Diptera, culicidae) au Nord du Bénin.", principal vecteur du paludisme au Bénin. Les données enregistrées permettront de compléter les résultats actuellement disponibles sur les facteurs de la résistance des vecteurs aux insecticides [6-9].

2 ZONES D'ÉTUDE

L'étude a été réalisée dans 4 localités au Nord du Bénin (figure 1). Six sites cotonniers ont été échantillonnés dans les départements de Borgou et de l'Alibori au Nord du Bénin en fonction de deux stratégies de protection appliquées par les planteurs.

Les localités de Parakou (2°62 E, 9°33 N), Kandi (2°95 E, 11°16 N) et Banikoara (2°59 E, 11°31 N) représentent des sites à programme calendaire (programmes fenêtres dans lesquels les deux premiers traitements à l'endosulfan ou au profénofos sont suivis de 4 traitements avec un mélange pyréthrinolite + OP à forte dose).

Les localités de N'dali (2°70 E, 9°84 N), Kandi (3°08 E, 11°27 N) et Banikoara (2°41 E, 11°31 N) représentent trois autres champs à programme à lutte étagée ciblée (LEC) (programme qui consiste à ne traiter avec une faible dose d'insecticide les plants cotonniers que lorsque le seuil d'attaque du cotonnier par les ravageurs est atteint c'est-à-dire 5 larves d'*Helicoverpa armigera* échantillonnés sur 50 plants de coton choisis de façon aléatoire).

Ces localités sont caractérisées par une saison pluvieuse (Juin - Octobre) et une saison sèche (Décembre-Mai). La pluviométrie annuelle est de 1100 mm avec un pic maximum au mois de juillet. L'humidité relative est de 70% avec une température variant entre 25° et 40°. L'agriculture cotonnière constitue la principale activité de la population.

2.1 SENSIBILITÉ DES ANOPHÈLES AUX INSECTICIDES

2.1.1 ECHANTILLONNAGE DES LARVES

Des prospections larvaires ont été organisées dans les diverses zones d'études en saison sèche (Décembre 2015) et en saison pluvieuse (Octobre 2016). Les récoltes de larves ont été effectuées selon la méthode du "Dipping" à l'aide de louches munies de manches longues, des seaux en plastique, des gobelets, des flacons, des récipients, une toile filtrante. Les larves récoltées ont été ramenées à l'insectarium du Centre de Recherche Entomologique de Cotonou (CREC) pour élevage. Les adultes issus de la métamorphose des larves ont été nourris à une solution à 20% de saccharose. Les femelles adultes de 2 à 5 jours ont été isolées pour être soumises au test de sensibilité/résistance.

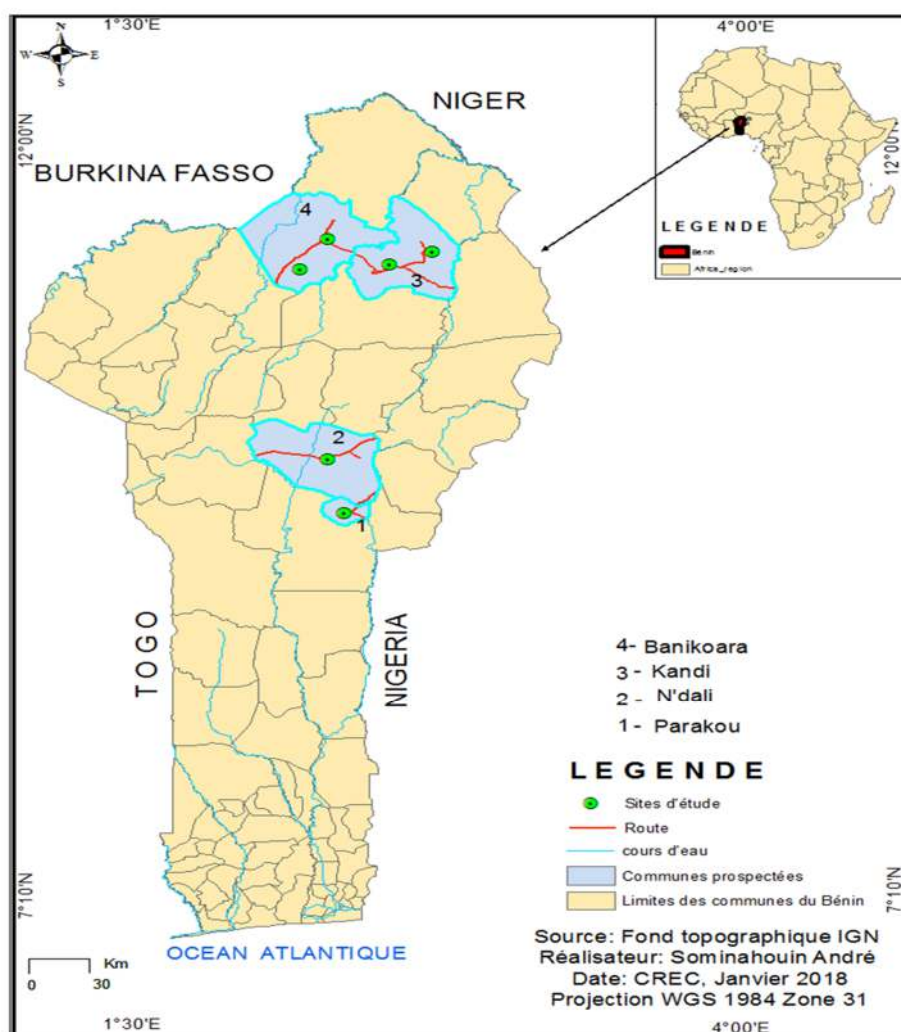


Fig. 1. Sites d'études

2.2 ENQUÊTES CAP

Pour connaître les diverses classes d'insecticides utilisées par les paysans pour contrôler les ravageurs du coton, les cotonculteurs de chaque site cotonnier ont été soumis à un questionnaire quantitatif et qualitatif. La taille de l'échantillon a été déterminée suivant la méthode d'Anderson [10]. Les questionnaires ont porté sur : (1) l'utilisation ou non de pesticides par les paysans ; (2) les doses d'application et les fréquences de traitement des cultures ; enfin, (3) les lieux d'achat des pesticides.

2.2.1 TESTS DE SENSIBILITÉ

A l'aide d'un aspirateur à bouche, un lot de 25 moustiques femelles âgées de 2 à 5 jours a été introduits dans 4 tubes (n=100). Après 1 h d'observation, les moustiques ont été transférés dans un tube d'exposition tapissé de papier imprégné de deltaméthrine. Pendant l'exposition, les moustiques assommés ont été dénombrés toutes les 10 minutes. Après la période d'exposition, les moustiques ont été re-transférés dans les tubes d'observation, nourris avec une solution de miel à 10% puis maintenus en observation pendant 24 h. Un même nombre de moustiques introduits dans des tubes « non traités » ont servis de contrôle. Au terme de cette période d'observation, le taux de mortalité a été calculé. Les taux de mortalité dans la population ont été interprétés selon les critères recommandés par l'OMS [11]. La sensibilité des moustiques à ce produit (deltaméthrine) a été comparée à celle d'un autre pyréthrianoïde : la perméthrine à 0,75% et d'un organochloré, le DDT à 4% (dose diagnostique). Nous avons testé le DDT pour vérifier s'il existe une résistance croisée entre les pyréthrianoïdes et les

organochlorés. Les moustiques ont été aussi soumis aux papiers imprégnés de bendiocarb à 0,1% et les tests ont été réalisés selon le protocole OMS en tube cylindrique (WHO 1998).

2.3 ANALYSE DES DONNÉES

Les taux de mortalité ont été interprétés selon les critères recommandés par l'OMS (WHO, 1998). Pour une mortalité > 97% on parle d'une population d'anophèle dite sensible alors que lorsqu'elle est comprise entre 80 - 97 %, on dit que la résistance est suspectée. Enfin, lorsque la mortalité < 80% : population d'anophèle dite résistante

La formule d'Abbott [12] a été utilisée pour corriger le taux de mortalité lorsque celui du tube témoin dépasse 5%.

3 RÉSULTATS

3.1 ENQUÊTE SUR L'UTILISATION DES INSECTICIDES ET FERTILISANTS AU BÉNIN

La figure 3 montre que 97% des paysans interrogés font recours à plusieurs familles d'insecticides pour traiter les champs sont des cotonculteurs des programmes calendaire et à LEC. Au cours de nos investigations, 67% de ces cotonculteurs déclarent se procurer des pesticides dans des structures illégales de vente de pesticides contre 33% dans les structures agréées par l'Etat (figure 2).

Dans les sites cotonniers à programme à LEC et calendaire, la plupart des paysans utilisent des herbicides juste après les semis. La quasi-totalité de ces cotonculteurs déclarent appliquer l'engrais NPK (azote-phosphate-potassium) sur leurs parcelles 20 jours environ après la germination à la dose de 150 à 200 kg/ha, puis l'urée trois semaines plus tard à la dose de 1,5 kg/ha. Quant à l'utilisation des pesticides presque tous les paysans interrogés (programme LEC, Calendaire) affirment que la production du coton nécessite des traitements insecticides pour réduire les dégâts causés par les ravageurs. Dans tous les sites cotonniers échantillonnés, cette pratique est systématique. Les pyréthrinoides sont les produits les plus utilisés

3.2 SENSIBILITÉ D'*ANOPHELES GAMBIAE* AUX INSECTICIDES

3.2.1 NIVEAU DE RÉSISTANCE DES POPULATIONS D'ANOPHÈLES AUX INSECTICIDES

Plus de 1800 moustiques ont été mis au contact des papiers imprégnés d'insecticide de perméthrine à 0,75% ; de deltaméthrine à 0,05% ; de DDT à 4% et de bendiocarb à 0,1%.

Les résultats obtenus suivant les insecticides utilisés montrent que :

LA PERMÉTHRINE

En zone cotonnière (Parakou, N'dali, Kandi et Banikoara) à traitement calendaire, sur 200 moustiques testés dans chaque localité à la perméthrine, un pourcentage de mortalité de 30% en moyenne dans chacune de ces trois localités a été obtenu. Ces pourcentages indiquent une forte résistance des populations d'*An. gambiae* s.l. issues des milieux cotonniers à traitement calendaire (Figure 2). Le même constat a été fait dans les champs cotonniers à traitement LEC en ce qui concerne le taux de mortalité observé.

LE DDT

Concernant le DDT, le niveau de résistance est plus élevé. A peine 4% des spécimens testés sont morts (figure 3) et cela quelque soit la localité et le programme.

LA DELTAMÉTHRINE

Les populations d'*An. gambiae* ont été résistantes vis-à-vis de la deltaméthrine avec un taux moyen de 48% de mortalité dans les zones de coton calendaire et 54% dans les zones de coton LEC (figure 4).

Par contre, ces mêmes populations ont été sensibles vis-à-vis du bendiocarb.

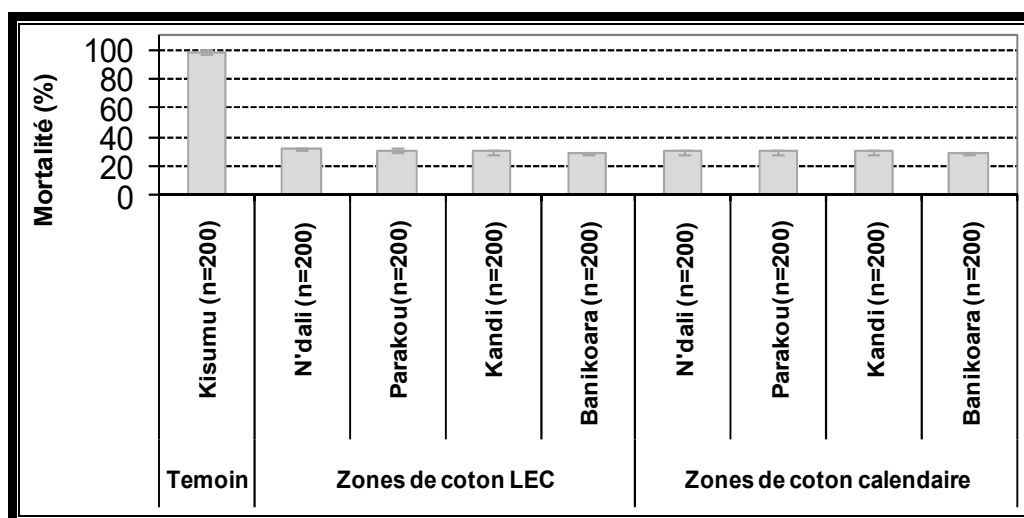


Fig. 2. Mortalité observée après exposition des populations d'*An. gambiae* à la perméthrine à 0,75% selon le milieu et la zone de culture de provenance des anophèles

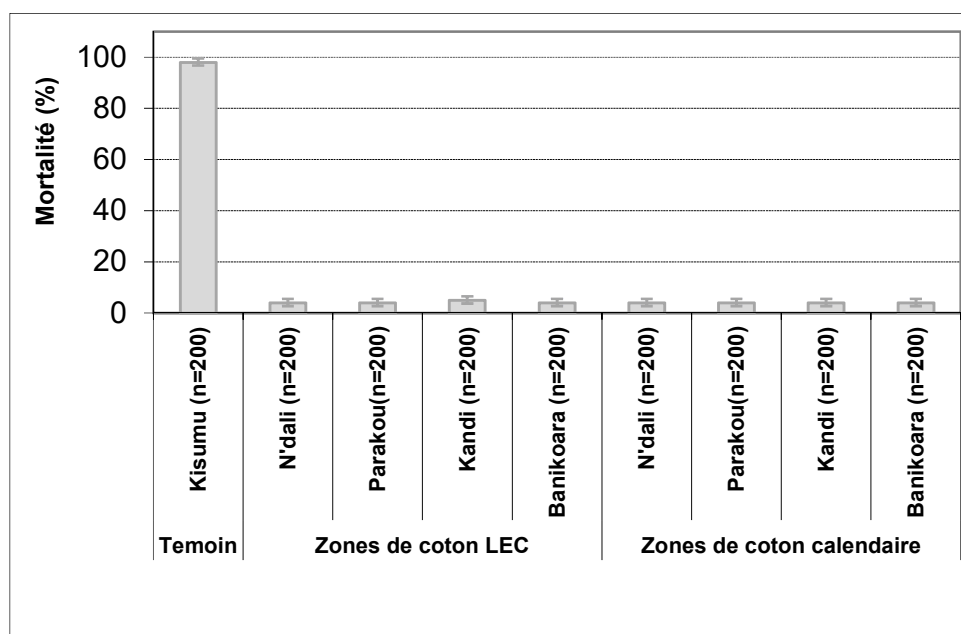


Fig. 3. Mortalité observée après exposition des populations d'*An. gambiae* au DDT 4% selon la zone de culture et le programme phytosanitaire

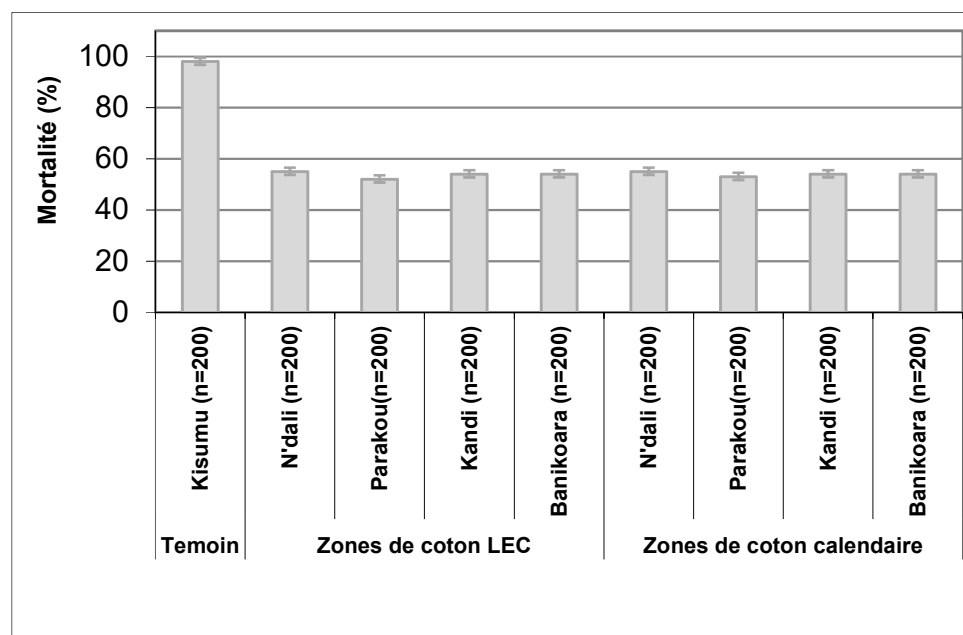


Fig. 4. Mortalité observée après exposition des populations d'*An. gambiae* à la deltaméthrine selon la zone de culture et le programme phytosanitaire

4 DISCUSSION

Les résultats de nos travaux de recherche ont montré que *Anopheles gambiae*, principal vecteur du paludisme en Afrique au sud du Sahara a développé une forte résistance vis-à-vis des insecticides dans les zones de coton calendaire et à lutte étagée ciblée. Cette résistance aux insecticides montre qu'en milieu pulvérisé d'insecticides, l'avantage sélectif est conféré aux individus porteurs de l'allèle de résistance. Les particules chimiques contenues dans les insecticides exercent au sein d'une même population larvaire d'insectes une action létale sur un grand nombre des larves quand parallèlement elles favorisent la sélection d'autres larves qui portent dans leurs génomes l'allèle de résistance.

En effet, l'utilisation et la généralisation des insecticides pour lutter contre les ravageurs des cultures en agriculture et principalement dans le coton constituent les principaux facteurs ayant parallèlement favorisé la sélection des insectes porteurs de cet allèle de résistance au détriment de ceux sensibles aux produits chimiques. A titre illustratif, les pratiques paysannes en matière d'utilisation d'insecticides dans les zones maraîchères et surtout cotonnières pour lutter contre *Helicoverpa armigera* et *Plutella xylostella* (principal ravageur du chou) constituent un facteur de sélection de la résistance non seulement au niveau des ravageurs des cultures mais aussi chez les vecteurs du paludisme [13]. Après les traitements avec insecticides, des particules chimiques entrent en contact avec les gîtes larvaires. Dans les années 1960, le rôle sélectif des insecticides à base de composés organochlorés (OC), utilisés exclusivement en agriculture, sur la résistance des populations d'*Anopheles gambiae* a été démontré au Mali dans des zones qui n'avaient auparavant fait l'objet de traitement en santé publique. En Côte-d'Ivoire et au Burkina Faso, il a été montré à la fin des années 1990 que le niveau de résistance des vecteurs aux insecticides de la famille des pyréthréinoïdes augmentait progressivement au cours de la saison cotonnière [8].

L'anophèle est un moustique qui pond ses œufs dans des petites flaques d'eau. L'effectif des populations devient très important pendant la saison des pluies qui est également celle de la culture cotonnière. Elle est aussi la période d'utilisation massive des insecticides pour la protection de la culture du coton et des autres plantes cultivées. La présence de résidus d'insecticides dans la couche superficielle des sols cotonniers ou d'autres sols grâce au ruissellement ou à l'infiltration est souvent suffisante pour contaminer les gîtes larvaires et favoriser la sélection de certaines larves de moustiques qui, une fois devenues adultes, présenteront des résistances aux produits chimiques.

Au Bénin, les pyréthréinoïdes ont été introduits en agriculture depuis 1980. On ne peut donc pas exclure qu'après 30 ans d'utilisation, on n'observe pas de signes de résistance chez certaines populations d'insectes notamment *Helicoverpa armigera*. La résistance d'*Helicoverpa armigera* aux insecticides s'est accrue depuis les années 1990. Par exemple, au Burkina - Faso, deux millions et demi de litres d'insecticides sont appliqués annuellement dans les champs cotonniers [8] pour lutter contre ce lépidoptère afin de limiter les pertes de production causée par cet insecte. Les travaux de Yadouleton et al.[14] ont montré

que le niveau de résistance des populations d'*An. gambiae* issues des zones sous traitement insecticides est significativement plus important que celui des populations issues des zones sans traitement ($P < 0,05$). Ce résultat confirme nos résultats et montre que l'utilisation des produits chimiques pour contrôler les ravageurs des cultures est un des facteurs qui contribuent à la sélection des gènes de résistance des vecteurs du paludisme vis-à-vis des insecticides. Cette conclusion rappelle aussi les travaux de [15] qui ont montré que la résistance des moustiques aux pyréthrinoides et au DDT est beaucoup plus élevée dans les zones cotonnières que dans les zones de cultures vivrières à faible utilisation d'insecticides.

5 CONCLUSION

Le présent travail montre une fois encore que les traitements avec insecticides en agriculture sont responsables de la sélection de la résistance aux pyréthrinoides chez *An. gambiae* en Afrique de l'Ouest. Bien que les résultats soient encore préliminaires, ils débouchent néanmoins sur des perspectives scientifiques qui sont ambitieuses et prometteuses.

Il s'avère alors nécessaire de poursuivre cette étude sur plusieurs saisons pluvieuses afin de disposer de données moléculaires statistiquement plus significatives sur le gène knock down résistance et celle d'acétylcholinestérase

RÉFÉRENCES

- [1] Audibert M, Brun J-F, Mathonnat J, Henry M-C (2009), Paludisme, production et revenu des producteurs de café et de cacao en Côte d'Ivoire, forth coming in Revue d'Economie du Développement (March 2009).
- [2] Yadouleton AW, Padonou G, Asidi A, Moiroux N, Sahabi B, Corbel V, N'guessan R, Gbenou D, Yacoubou I, Kinde G, Akogbeto MC (2010a), Insecticide resistance status in *Anopheles gambiae* in southern Benin. *Malar J*, 9: 83.
- [3] Djogbénou L, Dabire R, Diabate A, Kengne P, Akogbeto M, Hougard JM, Chandre F (2008), Identification and Geographic Distribution of the ACE-1R Mutation in the Malaria Vector *Anopheles gambiae* in South-Western Burkina Faso, West Africa. *Am J Trop Med Hyg*, 78: 298–302.
- [4] Akogbeto M C, Djouaka, Noukpo H (2005), Use of agricultural insecticides in Benin. *Bull Soc Pathol Exot*, 98: 4005
- [5] Akogbéto M, Padonou GG, Gbénou D, Irish S, Yadouleton A. Bendiocarb, a potential alternative against pyrethroid resistant *Anopheles gambiae* in Benin, West Africa. *Malar J*. 2010, 9: 204
- [6] Elissa N, Mouchet J, Riviere F, Meunier JY, and Yao K (1993), Resistance of *Anopheles gambiae* s.s. to pyrethroids in Cote d'Ivoire. *Ann Soc Belg Med Trop*, 73: 291-294.
- [7] Vulule JM, Beach RF, Atieli FK, Roberts JM, Mount DL and Mwangi RW (1994), Reduced susceptibility of *Anopheles gambiae* to permethrin associated with the use of permethrin-impregnated bednets and curtains in Kenya. *Med Vet Entomol*, 8: 71-75.
- [8] Diabate A, Baldet T, Chandre F, Akogbéto M, Guiguemde RT, Darriet F, Brengues C, Guillet P, Hemingway J, Graham JS, Hougard JM (2002c), The role of agricultural use of insecticides in resistance to pyrethroids in *Anopheles gambiae* s.l. in Burkina Faso. *Am J Trop Med Hyg*, 67: 617–622.
- [9] Coetzee M, Craig M, and Le Sueur D (2000), Distribution of African malaria mosquitoes belonging to the *Anopheles gambiae* complex. *Parasitol*, 16: 74 - 77.
- [10] Anderson N, Hobo L: Sociologie des sans-abris. *Paris Nathan*, 1993.
- [11] WHO. Evaluation de la santé. Rapport sur la Santé dans le monde. La vie au 21^{ème} siècle, une perspective pour tous, World Health Organisation (ed), Genève Suisse, 1998, 43-65.
- [12] Abbott W. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J Econ Entomol*. 1925;18:265–7.
- [13] Hougard JM, Duchon S, Darriet F, Zaim M, Rogier C. and Guillet P: Comparative performances, under laboratory conditions, of seven pyrethroid insecticides used for impregnation of mosquito nets. *Bulletin of the World Health Organization* 2003, 81:324-333.
- [14] Yadouleton AW, Martin T, Padonou G, Chandre F, Alex A, Djogbenou L, Dabiré R, Aïkpon R, Glitoh I, Akogbeto MC (2011), Cotton pest management strategies on the selection of pyrethroid resistance in *Anopheles gambiae* populations in northern Benin . *Parasites and Vectors*, 4:60
- [15] Fanello C, Petrarca V, Torre D, Santolamazza A, Dolo F, Coulibaly G, Allouche MA, Curtis CG, ToureYT, Coluzzi M, The pyrethroid knock-down resistance gene in the *Anopheles gambiae* complex in Mali and further indication of incipient speciation within *An. gambiae* s.s. *Insect Mol Biol* 2003, 12: 241–245.

Évaluation de variétés de maïs (*Zea mays* L.) pour leurs résistances ou tolérances au striga dans la province Kasai Oriental en RD Congo

[Evaluation of maize varieties (*Zea mays* L.) for striga resistance or tolerances in Kasai Oriental province in RD Congo]

Tshimbombo Jadika¹, Mbuya Kankolongo²⁻³, Mukendi Tshizembe¹, Majambu Banga Banga¹, and Bombani Bongali¹

¹Centre de Recherche de Ngandajika,
Institut National pour l'Étude et la Recherche Agronomiques, BP 2037,
Ngandajika, RD Congo

²Direction Générale,
Institut National pour l'Étude et la Recherche Agronomiques, BP 2037, Kinshasa,
Kinshasa, RD Congo

³Faculté des Sciences Agronomiques,
Université Pédagogique Nationale, BP 8815, Kinshasa,
Kinshasa, RD Congo

Copyright © 2018 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: Striga is a formidable hemi-parasitic herb that lives at the expense of both wild and cultivated poaceae. Striga parasitism on maize cultivation is one of the main agronomic constraints and can cause losses ranging from 20 to 100% of grain yield. To remove this constraint, five materials from the International Institute of Tropical Agriculture and 1 control were installed according to a completely randomized experimental block device. These varieties were tested in the province of Kasai Oriental at INERA Ngandajika and in peasant environment (at Kalenda and Kashila) with the aim of selecting striga resistant or tolerant varieties. This work identified the TZE-Y-DTC4 STR C5, TZE-Y-DTC4 STR C4 and KATOKI WA LUKASA maize varieties as either tolerant or striga-resistant. Despite the emergence of Striga, the grain yield at the station was 3.3 T / Ha for TZE-Y-DTC4 STR C5 and KATOKI WA LUKASA, but for TZE-Y-DTC4 STR C4 the yield was 2 T / Ha . In the peasant environment, the yield was 1.6; 1.3 and 1.0T / Ha for the varieties TZE-Y-DTC4 STR C4, TZE-Y-DTC4 STR C5 and KATOKI WA LUKASA. The integration of these two varieties in integrated striga control could lead to good maize production in infested sites.

KEYWORDS: maize, varieties, striga, tolerance / resistance, Kasai Oriental.

RESUME: Le striga est une redoutable herbe hémi parasite qui vit aux dépens des poacées tant sauvages que cultivées. Le parasitisme du striga sur la culture du maïs constitue l'une des principales contraintes agronomiques et peut causer des pertes allant de 20 jusqu'à 100 % du rendement en grain. Pour lever cette contrainte, Cinq matériels en provenance de l'Institut International d'Agriculture Tropicale et 1 témoin étaient installés selon un dispositif expérimental de bloc complètement randomisé. Ces variétés ont été testées dans la province du Kasai Oriental à INERA Ngandajika et en milieu paysan (à Kalenda et à Kashila) dans l'objectif de sélectionner les variétés résistantes ou tolérantes au striga. Ce travail a permis d'identifier la variété de maïs TZE-Y-DTC4 STR C5, TZE-Y-DTC4 STR C4 et KATOKI WA LUKASA comme étant tolérante ou résistantes au striga. Malgré l'émergence de striga, le rendement grains en station était de 3,3 T/Ha pour TZE-Y-DTC4 STR C5 et KATOKI WA LUKASA, mais pour TZE-Y-DTC4 STR C4 le rendement était de 2 T/Ha. En milieu paysan, le rendement était de 1,6 ; 1,3 et de 1,0T/Ha

pour les variétés TZE-Y-DTC4 STR C4, TZE-Y-DTC4 STR C5 et KATOKI WA LUKASA. L'intégration de ces deux variétés dans la lutte intégrée contre le striga pourrait permettre d'obtenir une bonne production de maïs dans les sites infestés.

MOTS-CLEFS: maïs, variétés, striga, tolérance / résistance, Kasai-Oriental.

1 INTRODUCTION

Le striga est une plante de la famille des Scrophulariaceae (famille des Orobanchaceae), c'est une plante parasite épiphrase qui est incapable d'accomplir son cycle biologique en absence d'une angiosperme herbacée et cultures annuelles d'importance majeure comme le riz, le maïs, le sorgho et le mil [1], [2].

Le Striga se fixe sur les racines des céréales entraînant leur affaiblissement, flétrissement et dessèchement. Le parasitisme du striga sur la culture du maïs constitue l'une des principales contraintes agronomiques en Afrique Sub-saharienne [3]. Ce parasitisme sur la culture du maïs peut causer des pertes allant de 20 jusqu'à 100 % du rendement en grain et ces pertes annuelles sont évaluées à 10,7 millions de tonnes et cela occasionnerait l'abandon des champs [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11]. Et la perte financière provoquée par le striga spp., est estimée à sept milliards de dollars américains annuellement et l'infestation affecte la vie de plus de 100 millions de personnes en Afrique [12].

Une étude faite sur le striga par Elie Muhindo en RDC au Kasai Oriental, dans la région de Mbuji-Mayi, le long de la rivière Lubilanj, dans le territoire de Miabi, de Ngandajika et de Kabinda entre 2009 à 2011, avait révélé que l'infestation de striga occasionnait des pertes chiffrées à 40% dans cette province. Selon cet auteur, si rien n'est fait, la même chose pourrait arriver comme celle du maïs de Kyatenga. [13]. Il est donc urgent de trouver des solutions qui soient à la portée des agriculteurs de la RD Congo et en particulier ceux du Kasai Oriental.

Plusieurs méthodes de la lutte contre le striga ont été suggérées, les pratiques culturales, les agents biologiques, les produits chimiques et stimulants, et l'usage des engrais azotés. Mais l'usage de variétés résistantes ou tolérantes paraît meilleur, plus accessible et plus commode pour les fermiers africains. L'utilisation des variétés résistantes ou tolérantes a pour avantage d'augmenter le rendement quand bien même le striga subsiste. [14], [15]

Des variétés de maïs dotées de résistance ou de tolérance au striga dont TZE-Y-DTC4 STR C5, TZE-W-POP STR C5, TZE-Y-DTC4 STR C4, TZE-W-DTC4 STR C4 et SYN TDE STR-Y, ont été mises au point par l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA). Grâce à leur résistance ou tolérance, elles seraient capables de fournir un bon rendement même en cas de forte pression du parasitisme. L'hypothèse de ce travail est que l'introduction de ces variétés au Kasai Oriental pourrait permettre d'identifier parmi elles celles qui sont adaptées aux conditions climatiques de la RDC et en particulier du Kasai Oriental, en vue de lutter contre le striga et d'augmenter la production de maïs dans les sites infestés.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MILIEU

L'expérimentation était réalisée à Ngandajika au Centre de recherche de l'INERA et en milieu paysan à Kalenda et à Kashila. Les coordonnées géographiques des emplacements des essais sont les suivantes:

SITES	LONGITUDE EST	LATITUDE SUD	ALTITUDE
Ngandajika	023°57'42,7''	06°47'03,2''	765 m
Kalenda	023°44'36,7''	06°27'59,7''	619 m
Kashila	023°45'41,0''	06°26'27,8''	621 m

Selon le GPS etrex 10 GARMIN

Le climat de Ngandajika, de Kalenda et de Kashila est un climat tropical humide du type Aw4, selon la classification de Koppen. Ce climat se caractérise par l'alternance de deux saisons notamment : la saison pluvieuse et la saison sèche, la saison de pluie compte 9 mois (août-avril) et la saison sèche 3 mois (mai - juillet). La température moyenne annuelle est de 25.0 °C à Ngandajika, de 24.0°C Kalenda et Kashila. [16]

La nature du sol de Ngandajika est de 3 types : sol sablo-argileux, sol d'origine lithologique et sol d'origine des plateaux. La texture du sol est sablo-argileuse à argile lourde, de coloration rouge à ocre rouge, et de bonne structure. La fraction argileuse est peu importante et varie selon les localités. Le pH du sol varie de 5,2 à 6,8. Le sol de Kalenda est sablo-argileux et argileux et celui de Kashila est du type argileux. [17], [18].

2.2 DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Les essais ont été menés en plein champ naturellement infesté par le striga durant la saison culturale A 2014-2015, dans la période allant du 12 Octobre 2014 au 16 février 2015. Le dispositif expérimental de blocs complètement randomisés avec trois répétitions était utilisé. Cinq matériels en provenance de l'IITA (TZE-Y-DTC4 STR C5, TZEE-W-POP STR C5, TZE-Y-DTC4 STR C4, TZE-W-DTC4 STR C4 et SYN TDE STR-Y) et 1 témoin étaient installés sur des parcelles expérimentales de 3 m de large et 5 m de long. Le semis était fait aux écartements de 75 cm x 50 cm à raison de 2 grains par poquet.

L'engrais composé Di-Ammonium phosphate (18-46-0) et l'urée (46%N), ont été appliqués à la culture à la dose de 100 kg/ha, 15 jour après semis. Un apport de 100 kg/ha d'urée a été effectué à la montaison (45 jours après semis). Les parcelles étaient maintenues propres par sarclage manuel avant l'émergence de striga. Après l'émergence de striga la propreté était assurée par les désherbages manuels qui consistaient à l'arrachage des adventices autres que le Striga.

2.3 OBSERVATION DES PARAMETRES ETUDIES

Les observations portaient sur la croissance de plants et le rendement. Les paramètres correspondant étaient : nombre de jour à 50 % de floraison mâle et femelle, l'aspect de plants ou la vigueur des plants et l'Aspect Epis sur base de l'échelle de cotation de 1 à 5 ; (1 : très bon, 2 : bon, 3 : assez bon, 4 : mauvais et 5 : très mauvais) et le rendement grains. Outre les paramètres de croissance et de rendement, l'émergence de striga a été enregistrée à 10 et 12 semaines après semis (SAS). Ce choix du début des observations tenait compte du temps de l'apparition du striga.

2.4 ANALYSES STATISTIQUES

L'analyse statistique des données collectées à la fin de l'essai pour les paramètres de croissance et de rendement a été effectuée par le biais du test d'analyse de variance (ANOVA) à l'aide du logiciel **Statistix 8.0**. La mise en évidence des différences significatives entre les traitements a été réalisée au moyen du test **LSD** au seuil de 5 % de probabilité.

3 RESULTATS

Tableau1 : Nombre moyen des jours à 50% de floraison mâles et femelle, et l'Aspect des plants

Variétés	Floraison mâle à 50%			Floraison femelle 50%			Aspect des plants		
	Station	Kashila	Kalenda	Station	Kashila	Kalenda	Station	Kashila	Kalenda
TZE-Y-DTC4 STR C4	55,0 a	54,6 a	53,6 a	61,0 ab	60,6 a	61,0 a	3,0 a	2,6 a	3,0 a
TZE-Y-DTC4 STR C5	55,3 a	56,0 a	53,0 a	62,0 a	60,3 a	59,6 a	2,6 ab	2,6 a	2,6 ab
TZE-W-DTC4 STR C4	54,0 a	55,0 a	54,3 a	60,6 ab	61,0 a	60,6 a	2,6 ab	3,0 a	2,6 ab
SYN TDE STR-Y	53,3 a	56,3 a	54,0 a	59,3 ab	61,3 a	59,6 a	2,6 ab	3,3 a	2,6 ab
KATOKI WA LUKASA	53,3 a	57,3 a	56,3 a	58,3 b	61,6 a	62,6 a	2,3 ab	2,6 a	2,3 ab
TZEE-W-POP STR C5	53,6 a	56,3 a	53,0 a	59,6 ab	61,6 a	61,0 a	2,0 b	3,0 a	2,0 b
Moyenne	54,11	55,94	54,06	60,16	61,11	60,77	2,55	2,88	2,55
CV	4,42	2,88	4,16	3,25	2,48	3,31	19,7	16,32	19,7
LSD	4,35	2,92	4,09	3,56	2,75	3,66	0,91	0,85	0,91

Les différentes lettres indiquent des différences significatives et les mêmes lettres indiquent les différences non significatives dans la même colonne après comparaison des moyennes par le test de LSD ($P < 0,05$).

Les résultats obtenus sur la période de floraison mâle et femelle à 50% repris dans le tableau1 montrent qu'il n'y a pas eu de différences significatives dans tous les sites pour ce paramètre ($P < 0,05$), sauf en station où il y a la différence significative pour la floraison femelle ($P > 0,05$). 50% de fleurs sont obtenues entre 53 à 57 jours pour les fleurs mâles et 58 à 62 jours pour les fleurs femelles. En ce qui concerne l'aspect de plants, les résultats consignés dans le tableau1 révèlent qu'il y a eu la

différence significative entre les variétés en station et à Kalenda ($P < 0,05$). D'une manière générale l'appréciation de plants a varié de bon à assez bon dans tous les sites.

Tableau2 : Nombre moyen de plants de striga ayant émergé à 8 et 10 SAS, l'aspect des épis et les rendements T/Ha

Variétés	Emergence de striga à 8 SAS			Emergence de striga à 10 SAS			Aspect des épis			Rendement T/Ha		
	Station	Kashila	Kalenda	Station	Kashila	Kalenda	Station	Kashila	Kalenda	Station	Kashila	Kalenda
TZEE-W-POP STR C5	3,0 a	4,6 a	37,0 ab	6,0 a	5,3 a	224,6 a	2,0 a	2,6 a	2,0 a	2,0 b	0,6 ab	1,3 a
TZE-Y-DTC4 STR C5	3,6 a	1,3 a	36,3 ab	23,6 a	3,3 a	271,6 a	2,0 a	2,0 ab	2,0 a	3,3 a	1,3 a	1,3 a
KATOKI WA LUKASA	13,3 a	2,0 a	47,3 a	26,3 a	3,6 a	272,3 a	2,6 a	2,6 a	2,6 a	3,3 a	1,0 ab	1,0 a
TZE-W-DTC4 STR C4	0,6 a	12,3 a	7,0 b	2,3 a	17,0 a	62,0 a	2,0 a	2,3 ab	2,0 a	3,0 ab	0,6 ab	1,0 a
TZE-Y-DTC4 STR C4	2,0 a	0,3 a	48,0 a	4,0 a	1,3 a	275,6 a	2,3 a	1,6 b	2,3 a	2,0 b	1,6 a	1,0 a
SYN TDE STR-Y	2,0 a	0,6 a	0,6 b	4,3 a	1,3 a	19,6 a	2,3 a	2,3 ab	2,3 a	2,6 ab	0,0 b	0,6 a
MOYENNE	4,1	3,5	29,3	11,1	2,8	187,6	0,22	0,7	0,22	2,7	0,8	1
CV	181,1	221,6	72,4	126,9	16,3	76,7	19,56	3,6	19,56	22,9	63,8	41,1
LSD	13,5	14,3	38,7	25,6	17,8	262,1	0,79	0,97	0,79	1,1	1	0,7

Les différentes lettres indiquent des différences significatives et les mêmes lettres indiquent les différences non significatives dans la même colonne après comparaison des moyennes par le test de LSD ($P < 0,05$).

De la lecture du tableau2 relatif à l'émergence de striga à 8 et 10 SAS, l'aspect des épis et le rendement, on note, en ce qui concerne l'émergence de striga à 8 et 10 SAS que le site de Kalenda était le plus infesté suivi de la station et de Kashila avec respectivement le nombre moyen de striga de l'ordre de 29,3 et 187,6 ; 4,1 et 11,1 et 3,5 et 2,8. On note également qu'il n'y a pas eu de différences significatives sauf à Kalenda où, à 8 SAS, les variétés SYN TDE STR-Y et TZE-W-DTC4 STR C4 ont montré une différence significative avec KATOKI WA LUKASA. Pour ce qui est de l'aspect des épis, l'analyse statistique montre qu'il n'y a pas eu de différences significatives entre les variétés à la station et à Kalenda. Mais à Kashila la variété TZE-Y-DTC4 STR C4 a montré une différence significative avec Katoki wa lukasa et TZEE-W-POP STR C5. D'une manière générale l'appréciation des épis a varié de bon à assez bon dans tous les sites. Les résultats sur le rendement repris dans ce tableau révèlent qu'il y a eu des différences significatives à la station entre les variétés TZE-Y-DTC4 STR C5 et KATOKI WA LUKASA avec TZE-Y-DTC4 STR C4 et TZEE-W-POP STR C5 et à Kashila entre les variétés TZE-Y-DTC4 STR C5 et TZE-Y-DTC4 STR C4 avec SYN TDE STR-Y. Mais à Kalenda où l'émergence de striga était très élevée, il n'y a pas eu de différence significative entre les variétés.

4 DISCUSSION

Les résultats obtenus sur l'évaluation de variétés de maïs (*Zea mays* L.) résistantes ou tolérantes au striga indiquent de différence soit non significative soit significative pour la floraison male et femelle, l'aspect de plants, l'émergence du striga à 8 et 10 SAS, l'aspect des épis et le rendement grains.

La différence d'émergence de striga à 8 et 10 SAS dans les sites peut être due aux conditions agro-écologiques et climatiques dominantes de chaque site où les essais ont été installés. Selon A. Oswald and J.K. Ransom (2004) l'émergence du striga dépend des conditions agro-écologiques et climatiques du site. [19].

Les variétés de maïs ont stimulé la germination du striga, de même que sa fixation sur leurs racines. Mais toutefois, cette fixation n'est pas réalisée de la même manière sur toutes les variétés. selon Van DELFT, G.J. 1995, les grains de striga sont totalement répartis au hasard dans le sol, il est possible que la structure racinaire de l'hôte ait un effet sur le nombre d'attache du striga, de même que sur le temps nécessaire à la fixation [20].

La bonne performance des variétés TZE-Y-DTC4 STR C5, TZE-W-DTC4 STR C4 et KATOKI WA LUKASA prouverait que ces variétés sont résistantes ou tolérantes au striga bien que leurs racines aient libéré suffisamment les stimulants susceptibles de provoquer la germination des graines de ce parasite présents dans les sols. Selon Gbèhounou et Toukourou (1999), lorsque le sol est fortement infesté de graines viables, le nombre de plantules de striga ou d'Orobanche (genre apparenté au striga) qui se fixent sur les racines de l'hôte est élevé. La résistance est exprimée après fixation du Striga sur le système racinaire de l'hôte. Adeosun et al. (2001) avait décrit l'émergence du striga comme un paramètre qui exprime le niveau de tolérance ou de résistance des variétés à la récolte [21] et Kim (1994) a aussi parlé de l'émergence de striga comme un critère de sélection des

variétés qui tolèrent ou résistent à l'infestation du striga. [22]. La bonne appréciation des plants et des épis, le rendement supérieur et constant en station et en milieux paysans des variétés TZE-Y-DTC4 STR C5, TZE-W-DTC4 STR C4 et KATOKI WA LUKASA peuvent être dû au non épuisement de la matière nutritive de leurs plants par le striga, ce qui prouve que ces variétés sont résistantes ou tolérantes au striga. Selon A. Yehouenou 1997, les variétés qui possèdent une certaine antibiose leurs permettant de tolérer ou de résister au striga tout en lui empêchant de dépouiller la plante de toute la matière nutritive nécessaire à une bonne production de grains sont tolérantes ou résistantes. [23]

5 CONCLUSION

L'étude réalisée avait pour but d'évaluer les nouvelles variétés introduites pour leurs résistances ou tolérances au striga en vue de sélectionner et de diffuser les meilleures variétés résistantes ou tolérantes à ce parasite. Les résultats obtenus, ont permis d'identifier les meilleures variétés qui pourront être utilisées dans la lutte contre le striga au Kasai Oriental en particulier et en RDC en général.

En considérant le rendement comme principal paramètre agronomique et l'émergence de striga émergés comme indicateur de la tolérance ou de la résistance variétale, les variétés TZE-Y-DTC4 STR C5, TZE-W-DTC4 STR C4 et KATOKI WA LUKASA se sont montrées tolérantes ou résistantes. L'utilisation de ces variétés pourrait être une composante de la stratégie de lutte contre le Striga. La promotion de ces variétés améliorées constitue un atout important pour une lutte intégrée contre le Striga.

Pour ce faire, d'autres études pouvant intégrer ces variétés dans les systèmes de rotation ou d'association culturale largement pratiquées en milieu paysan pourraient contribuer à identifier des méthodes de lutte intégrée pouvant contribuer à assurer une production soutenue et durable du maïs.

REMERCIEMENT

Les auteurs remercient vivement l'Institut International d'Agriculture Tropical pour son soutien financier et matériel pour la réalisation de ce travail. Ils expriment aussi leur gratitude à l'équipe du Programme National Maïs Centre de Ngandajika qui a facilité la mise en œuvre des activités sur le terrain.

REFERENCES

- [1] Raynal-Roques A. 1993. Contribution à la connaissance de la biologie des Striga (Scrophulariaceae) : types biologiques et phénologie. Bulletin Museum National Histoire Naturelle, Paris, 4^e série, 15, section B, Adansonia, n°1-4: 3-31.
- [2] Olivier H., H.Charpentier, Célestin R., Narcisse M., Roger M., Krishna N., Hubert R., Christian Rakotoarinivo, Rakotondramanana, L. Seguy : Manuel pratique du semis direct à Madagascar. Volume III. Chapitre 3. § 2.1. 2008, Document obtenu sur le site Cirad du réseau <http://agroecologie.cirad.fr>.
- [3] Louise Akanvou, René Akanvou, Kouamé Anguété et Loseni Diarrassouba : Bien cultiver le maïs en Côte d'Ivoire, Centre national de recherche agronomique, Novembre 2006
- [4] J. Boussim, D. Yonli, S. Guinko et G. Salle : Etat d'infestation, connaissance endogène et approche systématique des espèces du genre Striga au Burkina Faso, 1374-1386, August 2011
- [5] A Olivier : Le striga, mauvaise herbe parasite des céréales africaines : biologie et méthodes de lutte agronomie (1995) 15, 517-525
- [6] G. Gbèhounou et A.M.Toukourou : Impact de Striga hermonthica sur deux variétés améliorées de Maïs en culture pure et en association avec l'arachide Bulletin de la recherche agronomique Numéro 25- juin 1999
- [7] A.O. Esilaba and J.K. Ransom 2002: Options for striga management in the east and central African countries, Journal brief (2003) 69(3), 217-228
- [8] G. Lawane, S.P. Sougnabe, V.Lendzemo, F. Gnokreo, N. Djimasbeye, G. Ndoutamia : Efficacité de l'association des céréales et du niébé pour la production de grains et la lutte contre Striga hermonthica (Del.) 20-23 avril 2009, Garoua, Cameroun.
- [9] L. Akanvou, R. Akanvou et K. Toto : effets des variétés de maïs et de légumineuses dans la lutte contre striga hermonthica en de zone savane en côte d'ivoire Agronomie Africaine 18 (1) : 13 - 21 (2006)
- [10] Esilaba and J.K. Ransom 2002: options for striga management in the east and central african countries, JOURNAL BRIEF (2003) 69(3), 217-228
- [11] Watson A., Gresse, J. Sands, D. Hallett, S., Vurro, M. and Beed, F. 2007: Novel biotechnologies for biocontrol agent enhancement and management, Springer, Université McGill, Québec (Canada). 12 p.

- [12] Sunda W., Ochuodho, J., Ngode, L., Okalebo, J.R., Othieno, C.O., Nekesa, A.O. et Kipkoech, A.K. 2012. Development of integrated Striga management package to improve maize production in Western Kenya. Third RUFORUM Biennial Meeting 24 - 28 September 2012, Entebbe, Uganda. 375-381.
- [13] Badu-Apraku B. et Akinwale R.O., 2011. Cultivar evaluation and trait analysis of tropical early maturing maize under Striga-infested and Striga-free environments, Field Crop Res. 121 (2011) 186-194.
- [14] Bulletin inter OP, édition de décembre 2015.
- [15] S. A. OLAKOJO & G. OLAOYE: Effects of *Striga lutea* (Lour) infestation on tolerant maize hybrids (*Zea mays* L), in southern Guinea savanna, Ghana Jnl agric. Sci. 36, 23-29, Accra: National Science & Technology Press.
- [16] <https://www.lavoixdupaysan.net/Cameroun-Le-striga-terreur-des-céréales-dans-le-Grand-Nord>
- [17] Michel Nkongolo Mulambuila, Robert Mukendi Kamambo, Carcy Tshimbombo Jadika, J. Michel Mutombo Tshibamba, Moïse Kalambaie Binm Mukanya 2015 : Étude comparative de quelques fertilisants (Bat-guano et DAP) sur le rendement du niébé (*Vigna unguiculata*, L. Walp.) dans la région de Gandajika (RDC), Journal of Applied Biosciences 92 :8651 – 8658, ISSN 1997–5902.
- [18] <https://www.caid.cd>
- [19] Tshimbombo Jadika, Mbuya Kankolongo, Mukendi Tshizembe, Bombani Bongali, Majambu Banga Banga, Kaboko Kasongo, Mulumba Badibanga, Kamukenji Nam' a Mbaji 2018: L'influence des fertilisants organiques liquides D.I.GROW et inorganiques NPK 17-17-17 + Urée sur le rendement et la rentabilité de la culture du maïs à Ngandajika, Journal of Applied Biosciences 122: 12267-12273, ISSN 1997-5902
- [20] A. Oswald and J.K. Ransom: Response of maize varieties to Striga infestation, Crop Protection 23 (2004) 89–94 93
- [21] Van DELFT, G.J. 1995.Host root structure in relation to avoidance of *Striga hermonthica*. Paper presented at third regional working group Meeting, Mombasa (Kenya)-Tanga (Tanzania), 12-14.
- [22] Adeosun, J. O., Gbadegesin, R. A., Shabeyan, J. Y., Aba, D. A., Idris, P. O. & Yusuf, J. O. (2001): Evaluation of sorghum cultivars for their resistance to *Striga hermonthica*. Moor J. Agric. Res. 2, 25-30.
- [23] Kim SK, 1994. Genetics of maize tolerance of striga hermonthica. Crop science 34 (3), 900 – 907
- [24] A. Yehouenou 1997 étude comparative de résistance variétale du sorgho au striga *Hermonthica* (Del.) benth. Bulletin de la Recherche Agronomique Numéro 17 Mars 1997.

Fréquences d'application des engrais chimiques et ses effets sur le rendement en culture de la pomme de terre à l'Est de la RD Congo

[Application of chemical fertilizer frequencies and their effects on the Irish potato yield in Eastern part of DR Congo]

NZAMA DJAIMBU, SHABANI SALUMEMEBE, MAFUTALA NJADI, KALOME KABASEKO, and MAFUTALATWAILO

Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomique-Mulungu (INERA), RD Congo

Copyright © 2018 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 has been initiated with the aims to evaluate effects of manure application on the yield of Irish potato. The experiment was conducted at (INERA) Mulungu using in a Complete Random Block with three replicates. Five treatments have been evaluated such as: application of DAP during planting, application of N+KCL three time as follow: once per week, once per two weeks and once per three weeks together with a natural check without fertilizer.

The results showed that DAP and N+KCL applied once per week have improved the yield up to 128.5% in comparison to the check, however N+KCL applied once per two and three weeks have increased the yield from 51.7 to 62.9% compared to the natural check. The results show that farmer having Irish as one of his activities can be interested to increase the productivity.

KEYWORDS: Effect, frequency, manure, Irish potato.

RÉSUMÉ: Ce travail a été initié dans le but d'évaluer les effets de fréquence d'application des engrais sur le rendement de pomme de terre.

L'essai a été conduit suivant un dispositif en bloc complet randomisé à 3 répétitions. Cinq traitements ont été évalués à savoir : DAP appliqué à la plantation, N+ KCl appliqués 1 fois / semaine, 1 fois / 2 semaines, 1 fois / 3 semaines et le témoin naturel (sans amendement).

Les résultats obtenus montrent que le DAP et N + KCl appliqués 1 fois/semaine ont amélioré le rendement jusqu'à 128,5% par rapport au témoin. Par contre le N + KCl appliqués 1 fois / 2 semaine et 1 fois / 3 semaines ont augmenté le rendement de 51,7 à 62,9% par rapport au témoin naturel. Ces résultats montrent que l'agriculteur qui a la pomme de terre dans ses activités peut s'y intéresser pour accroître la production.

MOTS-CLEFS: Effet, fréquence, engrais, pomme de terre.

1 INTRODUCTION

La pomme de terre est un aliment de haute valeur nutritive (90 Calories/100 gr). Elle est aussi riche en vitamine C (40 mg/100mg de produit comestible [1]. Elle est la quatrième culture végétale en importance dans le monde, après celle du blé, du maïs et du riz avec une production de 364 millions de tonnes par an [2]. Sa teneur en protéine brute du tubercule est moyenne de 2% du poids frais, soit 6-10% du poids sec [3].

En RD Congo, elle constitue un aliment de bonne qualité surtout pour la population qui habite dans les zones favorables pour sa production [4]. Cependant en RD Congo, comme partout en Afrique subsaharienne, le faible niveau de fertilité des sols constitue un facteur limitant à la production [5, 7].

Depuis un certain temps, on constate une certaine baisse de rendement de pomme de terre. Cette baisse est due à plusieurs facteurs entre autre les maladies, mauvaises pratiques culturales, les érosions entraînant le déplacement de la couche arable, surtout l'infertilité du sol. Cela ressort de nombreuses enquêtes diagnostics menées dans la région [8- 9].

En effet l'exportation de l'Azote (N) ; du phosphore (P) et du potassium (K) par les cultures à chaque récolte, les autres types de pertes comme les transformations chimiques entraînent une balance négative de l'ordre de $- 27 \text{ Kg/ha / année de N}$, $- 4 \text{ Kg/ha/année de P}$ et $- 18 \text{ Kg/ha/année de K}$. [10].

La fertilisation a pour but de conserver ou d'améliorer la productivité d'une terre et obtenir le meilleur rendement possible avec meilleure qualité [11].

Or la pomme de terre est une des cultures les plus exigeantes en potassium et en phosphore, à la fois pour assurer son rendement [12]. De ce fait l'apport du potassium sous forme de chlorure de potassium (muriate de potasse) est un garant pour l'obtention de bons rendements [13].

Une interaction positive existe entre N et K pour plusieurs cultures, l'absorption de K a été améliorée en utilisant des engrais N, ce qui améliore le rendement de pomme de terre [14].

Le présent travail a été entrepris pour évaluer les effets de fréquences d'application des engrais sur le rendement de la pomme de terre en vue de déterminer celle qui pourra induire un rendement élevé.

2 MILIEU, MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 SITE D'ÉTUDE

Cette expérimentation a été conduite à Mulungu au cours de deux saisons culturales 2017 A et B. Le site est localisé à $28^{\circ}, 46' \text{ E}$, $2^{\circ}, 20' \text{ S}$. à 1700 m , à 25 Km de la ville de Bukavu, en RDC.

Le terrain utilisé a connu des activités intenses les cinq dernières années, mais présente les signes d'une homogénéité de fertilité.

Le site jouit d'un climat du type Aw3 dans la classification de Koppen avec 3 mois de sécheresse (Juin, Juillet, et Août). La moyenne annuelle de pluie avoisine 1500 mm . Le sol de Mulungu est du type volcanique, ayant un pH compris entre $5,8 - 6,2$. Il est composé de carbone organique. (C. $2,4\%$), du phosphore (P $3,3 - 0,95 \text{ mg/Kg}$), du calcium échangeable (Ca $0,31 \pm 0,12 \text{ meq/100g}$), potassium échangeable (K $0,19 \pm 0,12 \text{ meq/100g}$), (Na $0,28 \pm 0,20 \text{ meq/100g}$), (C/N $26,36 \pm 21,25$), (N = $0,11 \pm 0,16\%$).

Ce sol avec horizon humifère souvent épais lorsque l'érosion est faible ou absente. Le phosphore ainsi que le potassium sont souvent faibles, mais pas toujours. Des apports de l'azote sous forme organique ou minérale donnent de très bonnes réponses suivies de phosphore [14].

2.2 MATÉRIEL ET MÉTHODE

L'essai a été conduit suivant un dispositif en bloc complet randomisé avec 3 répétitions, durant 2 saisons culturales. Ecartements $0,80 \times 0,30 \text{ m}$. Dimensions parcellaires : $2,4 \text{ m} \times 3 \text{ m}$, soit $7,2 \text{ m}^2$. Cinq traitements ont fait l'objet de notre étude à savoir :

- T1**= DAP appliqué à la plantation (Témoin engrais) à raison de 10 g/poquet .
- T2**= Urée + KCl appliqués 1 fois/semaine
- T3**= Urée + KCl appliqués 1 fois/2 semaines
- T4**= Urée + KCl appliqués 1 fois/3 semaines
- T5**= Témoin naturel (Aucun amendement)

L'Urée et la KCl ou muriate de potasse ont été mélangés à l'eau pour application foliaire à raison de :

- $2 \text{ Kg de KCl/200 L d'eau}$
- $4 \text{ Kg d'Urée/200 L d'eau}$.

Les références [16 – 17] ont montré que les engrais minéraux peuvent être incorporés directement au sol ou mélangés à l'eau d'irrigation. Ce mode permet d'obtenir une solution concentrée nutritive à apporter directement à la plante et minimiser les pertes par lessivage et améliorer l'efficacité de l'utilisation des engrais.

La teneur en unité fertilisante était de :

- Urée : 46% N
- KCl : 60% K
- DAP : 18 – 46– 0.

L'amendement a été incorporé à la même date de plantation pour la DAP et à partir de levée (20 jours après la plantation) pour N+KCl suivant les fréquences d'application par pulvérisation.

Une seule variété, KINIGI a été utilisée.

Les observations ont porté sur le rendement. Les dates de plantations et récoltes pour les deux saisons culturales étaient de 26/10/2016 – 15/02/2017 pour la saison A et de 01/03/2017 – 16/06/2017 pour la saison B.

Les données ont été soumises à l'analyse de variance (ANOVA) en utilisant le logiciel Statistix 8.

3 RÉSULTATS

3.1 EFFETS DE FRÉQUENCES D'APPLICATION DE L'URÉE + KCl ET DAP SUR LE NOMBRE DES TUBERCULES COMMERCIALES

Il ressort des résultats présentés dans le **tableau 1** que le nombre des tubercules commercialisables a été significativement influencé par les fréquences d'application. Le DAP appliqué comme engrais de fond (témoin amélioré) a donné le même résultat que l'Urée associé au KCl appliqué 1 fois par semaine. Une différence non significative existe entre les T3 et T4. En fin le témoin naturel (T5) a induit un effet similaire au T4. Les deux saisons ont donné les mêmes résultats.

Tableau1. Nombre des tubercules commercialisables par parcelle. (NTC) tel que influencé par les fréquences d'application.

Traitements	Nombre des tubercules commerciales/parcelle	
	Saison A	Saison B
T 1	162 <i>a</i>	162 <i>a</i>
T2	159 <i>a</i>	161 <i>a</i>
T3	128 <i>b</i>	132 <i>b</i>
T4	112 <i>bc</i>	115 <i>bc</i>
T5	91 <i>c</i>	92 <i>c</i>

NB :Les différentes lettres à côté des moyennes indiquent de différences significatives après comparaison des moyennes au seuil de 5% de probabilité. T1, T2, T3, T4 et T5 correspondent aux fréquences d'application : DAP à la plantation, urée + KCl 1 fois/semaine, 1 fois/2semaines, 1 fois/3semaines et témoin(sans amendement).

3.2 EFFETS DE FRÉQUENCES D'APPLICATION DE L'URÉE + KCl ET DAP SUR LE NOMBRE DES PETITS TUBERCULES

Il ressort des résultats repris dans le **tableau 2** que tous les traitements ont induit des effets similaires au témoin naturel. Entre les deux saisons, aucune différence n'a été observée.

Tableau 2. Nombre des petits tubercules/ parcelle tel que influencée par les fréquences d'application.

Traitements	Nombre des petits tubercules/parcelle	
	Saison A	Saison B
T 1	99 <i>a</i>	98 <i>a</i>
T2	95 <i>a</i>	94 <i>a</i>
T3	85 <i>a</i>	84 <i>a</i>
T4	75 <i>a</i>	75 <i>a</i>
T5	69 <i>a</i>	68 <i>a</i>

NB : Les mêmes lettres à côté des moyennes indiquent la différence non significative après comparaison des moyennes au seuil de 5% de probabilité. . T1, T2, T3, T4 et T5 correspondent aux fréquences d'application d'urée + KCl.

3.3 EFFETS DES FRÉQUENCES D'APPLICATION DE L'URÉE + KCl ET DAP SUR LE RENDEMENT EN Kg/HA

Les résultats obtenus dans le **tableau 3** montrent que les rendements ont été significativement améliorés en faisant l'application de l'urée + KCl 1 fois par semaine, ce qui a donné un résultat similaire du DAP appliqué comme engrais de fond induisant un accroissement de 128,5% en moyenne par rapport au témoin naturel (T5).

Les applications faites 1fois/2 semaines et 1 fois/3 semaines ont donné les mêmes résultats augmentant le rendement allant de 51,7 à 62,9% par rapport au témoin naturel durant les deux saisons. Toutefois, une différence significative existe entre les deux groupes.

Tableau 3. Rendements en Kg/ha tel que influencés par les fréquences d'application

Traitements	Nombre des petits tubercules/parcelle	
	Saison A	Saison B
T 1	28 796 <i>a</i>	28 842 <i>a</i>
T2	27 592 <i>a</i>	26 287 <i>a</i>
T3	20 740 <i>b</i>	20 601 <i>b</i>
T4	19 305 <i>b</i>	19 676 <i>b</i>
T5	12 500 <i>c</i>	12 963 <i>c</i>

NB : Les différentes lettres à côté des moyennes indiquent des différences significatives après comparaison des moyennes au seuil de 5% de probabilité. T1, T2, T3, T4 et T5 correspondent aux fréquences d'application d'engrais.

4 DISCUSSION

Tel que montrent les résultats obtenus en fonction des différentes fréquences d'application, un effet positif a été observé sur le nombre des tubercules commercialisables. Les références [18 –20] ont montré les effets multiples de potassium augmentant le rendement et la proportion en tubercules commercialisables, diminuant aussi le noircissement interne et le cœur creux. Nombreux auteurs ont remarqué que le potassium augmente le rendement utile jusqu'à plus de 50% en culture de la pomme de terre [21 – 22].

La référence [23] a remarqué les effets positifs de N et K sur le maïs permettant l'obtention d'un rendement allant jusqu'à 85% par rapport au témoin. L'auteur [24] a observé des résultats analogues avec l'application de P et K sur le maïs et le riz non irrigué avec un rendement allant jusqu'au double. Les rendements de 20 à 25 tonnes par hectare ont été obtenus par la référence [25] sur 3 variétés de pomme de terre en utilisant le DAP et K. Des constants analogues ont été faits par l'auteur [26] sur le poivron observant l'effet positif de K ayant permis un gain de 10T /ha par rapport au témoin. L'auteur [27] a observé les mêmes effets positifs d'augmentation de rendement des feuilles fraîches du théier allant jusqu'à 62,5% en utilisant l'Urée + K 1fois/semaine.

5 CONCLUSION

Cet essai s'inscrivait dans le but d'évaluer les effets de fréquences d'application des engrais sur le rendement de pomme de terre. Les résultats obtenus ont montré que l'application de N et KCl 1 fois/semaine a eu un effet positif en induisant une différence hautement significative par rapport au T3, T4 et T5 en termes de nombre des tubercules commercialisables et le rendement. Toute fois entre T1 (Témoin engraisée avec DAP) et T2 aucune différence n'a été observée. Une amélioration significative de nombre de tubercules et de rendement a également été observée entre T3 et T4.

Ces résultats montrent que les agriculteurs pour lesquels la pomme de terre occupe une place primordiale en terme production et besoin dans le Sud-Kivu, peuvent s'intéresser ou KCl et l'Urée puisqu'ils ne causent pas des problèmes environnementaux surtout que le muriate du potasse est moins onéreux et le plus courant de tous les engrais potassiques.

REFERENCES

- [1] VANDERHOTSTADT, BRUNO, JOUAN Bernard, Guide technique de la culture de la pomme de terre en Afrique de l'ouest, pp 09-14, 2009.
- [2] FAO, Année international de la pomme de terre, (2008) [http : // www.fao.org/potato](http://www.fao.org/potato).
- [3] A. DEVAUX et A J HAVERKORT, Manuel de la culture de pomme de terre en Afrique Centrale, PRAPAC, RUHENGRI, RWANDA, pp12 – 13, 1986.
- [4] BOUWE N., BERGA L., KAKISINGI F., La pomme de terre en République Démocratique du Congo, aperçu général, pp 6-7, 2003.
- [5] MUYAYABANTU G M, KADIATU BD, NKONGOA KK, Response of maize to different organic and inorganic fertilization regimes in monocrop and intercrop system in sub-Saharan Africa region. *Journal of soil science and environmental management*3, pp 42-48, 2012.
- [6] BEKUNDA B, SANGINGA N, WOOMER PL, Restoring soil fertility in Sub-Saharan Africa advances in agronomy, pp 108,184-236, 2010.
- [7] SHISUNYA CA, MUCHERU MW, MUGENDI DN, KUNG'U JB, Effect of organic and inorganic nutrient source on soil mineral nitrogen and maize yield in central highlands of Kenya. *Soil and Tillage Research*, pp 103,239-246, 2009.
- [8] LUNZE L, Effects of the traditional cropping system on soil fertility in south Kivu. Soil fertility research for bean cropping system in Africa. Addis Ababa, Ethiopia, 5 – 9 September, CIAT, African workshop series, 1988.
- [9] MUSUNGAYI T, Enquête diagnostic du territoire de Walungu, zone d'action des fermiers solidaires pour le développement de Bushi. FESODEBU, PNL, INERA, 1990 Inédit.
- [10] IKERRA ST, SEMU E, MREMA JP, Combining Tithonia diversifolia and Minjingu phosphate rock for improvement of P availability end maize grain yield and a chronic acrisal in Morogoro, Tanzania in Butiana A, Waswa B, Kiharo J, Kimetu J. (Eds) . *Advances in integrated soil fertility management in sub-Saharan Africa challenges and opportunities*. Springer, the Netherlands, pp 333-344, 2007.
- [11] SCHVARTZ et al, Les différents modes d'apport d'engrais, <https://agronomie.info/fr>, 2005.
- [12] ARVALIS, Engrais PK: Le positionnement avant tout, [https://www.arvalis- info.fr](https://www.arvalis-info.fr), 2014.
- [13] CRAAP, Les engrais utilisés. [www.these.Ulaval.ca/2014](http://www.these.ulaval.ca/2014).
- [14] ZHONG et al, Lixiviation du K sous culture de la pomme de terre, (2010). [www.These. Ulaval. ca/2014](http://www.These.Ulaval.ca/2014).
- [15] REAFOR, Inventaire des technologies agricoles et forestières éprouvées et prometteuses disponibles en RD Congo. Projet GCP/DR/ 036/EC. Programme de la relance de la recherche agricole et forestière en RD Congo, (2009).....
- [16] ELAHIR, (2009), Les différents modes d'apport d'engrais. [\(2009\). https://agronomie- info.fr](https://agronomie-info.fr).
- [17] DEUMIER et al, Les différents modes d'apport d'engrais. [\(2007\), https://agronomie- info.fr](https://agronomie-info.fr).
- [18] MARSHNER T, Rôle du K dans différents aspects de la physiologie de la pomme de terre, (1995). [http://www.fwap.be/uploads/File/AG/Ag. Trade corp1](http://www.fwap.be/uploads/File/AG/Ag.Trade corp1), 2011.
- [19] USHERWOOD, Effets de la fertilisation potassique sur la qualité des tubercules, pp 2-6, 1985. [http:// www.fwap.be/uploads/File/AG/Ag 2011/2 tradecorp1](http://www.fwap.be/uploads/File/AG/Ag 2011/2 tradecorp1).
- [20] ACHER, Effets de la potasse sur les aspects physiologiques de la pomme de terre, 1976. <http://www.fwap.be/uploads/File/AG/Ag2011/tradecorp1>.
- [21] MANAYER, Les effets de la fertilisation potassique sur le rendement, pp 2.2-4, 2004. <http://www.fwap.be/uploads/File/AG/Ag 2011/2 tradecorp1>.
- [22] GREWAL et al, Les effets de la fertilisation potassique sur le rendement de la pomme de terre, 1992. <http://www.fwap.be/uploads/File/AG/Ag2011/ 2 tradecorp1>.
- [23] FAO, Optimisation de l'efficacité des engrais sur les céréales, pp 29, 1981.
- [24] FAO, Fertilizer management practices for maize , rice results of experiments with isotopes IAEA, technical report serie n° 121 Vienne, pp 22, 1970.
- [25] GREGORY J. SCOH, La pomme de terre en Afrique central, une étude sur le BURUNDI, RWANDA et le ZAIRE, pp 79, 1986.
- [26] ZERAOUI et al, Lixiviation du K sous culture de la pomme de terre, 1996, www.these.ulaval.co/2014.
- [27] BISHWAJT. P et NYAMANINGA T, Plantation du grand lac, Mbayo, rapport annuel, pp 6-7, 2016 -2017, Inédit.

Rock phosphate and arbuscular mycorrhiza effects on growth and mineral nutrition of *Acacia gummifera* Wild.

Fatima Zahra Lahdachi¹, Rachid Bouamri², Laila Nassiri¹, and Jamal Ibijbjen¹

¹Department of Biology,
Microbiology of Soil and Environment, Moulay Ismail University, Faculty of Sciences,
Meknes, Morocco

²Department of Plant Protection and Environment,
National School of Agriculture,
Meknes, Morocco

Copyright © 2018 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 influence of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and rock phosphate (RP) was studied on *Acacia gummifera*, an endemic and Moroccan spontaneous species that is experiencing a regression. They are also a source of firewood, charcoal and precious air fodder in the dry season. The response of *Acacia gummifera* to a mixture of two species of arbuscular mycorrhizal fungi (*Glomus intrardices* and *Glomus mossae*) and two levels of rock phosphate (9 and 37 % of P equivalent of 0,25 and 0,5g P/kg of soil) was evaluated under greenhouse conditions. The arbuscular mycorrhizal root colonization varied from 10 % to 25 % when rock phosphate applications increased. *Acacia* seedlings grew poorly without arbuscular mycorrhizal fungi and without rock phosphate applications. However, AMF plants with RP applications achieved better results in terms of P and N concentration in shoot and root. In contrast, there were not additive effects of inoculation and phosphate application on total biomass. However, inoculation of acacias took up more P and N at 0.25 g P kg⁻¹ of soil and above. These results suggest that AMF are able to absorb P from soil and rock phosphate for a better mineral nutrition of *Acacia gummifera*.

KEYWORDS: Rock phosphate, arbuscular mycorrhizal fungi and *Acacia gummifera*.

1 INTRODUCTION

Acacia is an economically and ecologically important species. They are indeed anti-erosion agents because they help to fix the soils with their dense and deep root system. Moreover, by their symbiotic associations, they promote the improvement of these soils in nitrogen [1]. In traditional medicine, acacias are widely used as antitussive and antirheumatic or against eye diseases, diarrhea, jaundice, lung diseases [2]. Furthermore, *Acacia gummifera* is the only endemic and spontaneous Moroccan species, which is experiencing a regression [3]. In the past, *A. gummifera* occupied all the plain Haouz, Rehamna, Tadla, Chaouia until the plain Doukkala. Gradually following the extension and intensification of crops and human activities, this species is currently only seen in the peripheral regions of Haouz to the Tadla hinge to the east and in the area of argan [3]. Today it is found among the genetic resources that are threatened with extinction in the long term [4].

West African soils are structurally poor in phosphorus [5]. This low availability of phosphorus limits considerably the plant growth and its productivity in many ecosystems. Poor availability of P is due to the presence of Ca in neutral to alkaline pH and Fe and Al in acidic soil, which leads to the fixation of P and thus unavailable to the plant [6]. Arbuscular mycorrhizal fungi (AM) are known to play an important role in phosphorous (P) supply to plants in a sustainable manner in P deficient soils. It is well known that natural mycorrhizal associations are more common in soils poor in minerals. Their role in the mineral nutrition of the host plant is essential especially when the elements involved are not very mobile in the soil such as phosphorus [7]. AM-

fungi increase mineralization of organic phosphate and increase phosphate availability. They may also solubilize some unavailable form of mineral phosphate like natural phosphate to available form increasing its availability in favour of plants. However, when phosphorus increases in the soil and becomes directly available to the plant, the intensity of root colonization by AM is reduced [8].

The aim of this study is to investigate the simultaneous effects of phosphorus fertilization and arbuscular mycorrhizal fungi on growth and nutrition of P and N *Acacia gummifera* seedlings

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 PLANT MATERIAL

The seeds of *Acacia gummifera*, from the commune of Mechrâa ben Abbou in the region of Settât-Marrakech, were provided by the regional station of forest seed of Marrakech. Seeds are dried and scarified through treatment with concentrated sulfuric acid for one hour, followed by several washes with sterile distilled water. Pre-germinated seeds were cultured in sterile peat. Watering was done daily during two months for multiplication of plants.

2.2 AMF INOCULUM

A mixture *Glomus intrardices* and *Glomus mossae* was used in our experiment. The both species mycorrhizal inocula were prepared through the trap culture using maize (*Zea mays* L) as host plant. The uninoculated plants were supplied with filtered washing to provide the associated microorganisms other than mycorrhizal propagules. The control plants were kept without AMF for preserving the naturally-occurring microbial association and used for control treatments. The trap culture was conducted in the greenhouse of the Moulay Ismail University located, under natural daylight of 14 hours, a daily average temperature of 26-22°C and relative humidity of 60-70%.

After 12 weeks of culture, the potential of inoculants produced was measured by evaluation of spore density and root colonization based on Gerdemann and Nicolson [9].

2.3 FERTILIZATION WITH ROCK PHOSPHATE AND INOCULATION OF ACACIAS

Acacia plants were transplanted to pots containing 1 Kg of sterile soil, previously autoclaved at to remove the native microflora. It was the composition: 18% coarse silt, 28% coarse sand and 12%, fine sand, 2,95‰ N, 0,017% P, 0,003% K, 0,027% Ca, 0,00052% Na, pH (H₂O) 7,86. Rock phosphate is provided by the OCP Khouribga, which has the composition in the following table was added to two different concentrations (0.25 and 0,5 g P.kg⁻¹ of soil).

Table 1. Composition of the rock phosphate

	O2	F	Na	Mg	Al	P	S	Sn	Ca
%	56	2,42	1,81	1,94	2,03	9,73	0,77	0,12	16,35

In mycorrhizal treatments, 2 g of AM inoculants (mixture of colonized root and sand containing spore and mycelium) were added to pots at the time of transplanting. In non mycorrhizal treatments, the inoculants was a mixture of non-colonized root and sand. Pots were irrigated every two days and maintained for three months in greenhouse conditions

2.4 MYCORRHIZAL COLONIZATION

Root samples were prepared for analysis by boiling in 10% KOH and staining with trypan blue according to technique of Phillips & Hayman [10]. Root fragments were mounted on glass slides and examined under a light microscope. Photographs of mycorrhizal structures were taken by a digital camera. Mycorrhizal colonization was estimated according to the method described by Trouvelot et al [11].

2.5 EVALUATION OF BIOMASS

After three months of growth, the shoots and roots of acacia plants were collected, washed in distilled water, and allowed to dry in forced air circulation oven at 60°C, in order to obtain shoots dry matter (SDM) and roots dry matter (RDM)

2.6 DETERMINATION OF NITROGEN AND P CONCENTRATION

Dried shoot and root samples were ground to pass a 0.5-mm screen, mixed thoroughly. The ground material was mixed thoroughly, and samples of 1.0 g were ashed for five hours at 550°C in a muffle furnace, and then the ash was dissolved in 2N HCl for determination of the concentration of P. Phosphorus was determined according to the yellow phosphorus vanado-molybdate complex method by using spectrophotometer [12]. Nitrogen concentration in shoots was determined by using the micro-Kjeldhl method. Mineral contents were calculated by multiplying of mineral concentration by corresponding dry weight of shoots.

2.7 EXPERIMENTAL DESIGN AND STATISTICAL ANALYSIS

The experimental design consisted of completely randomized blocks with 4 replicate. Data were statistically analyzed using analysis of variance procedures, and differences among treatments were compared using probabilities of significance and least significant difference (LSD) values ($P < 0.05$).

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 PERCENTAGE OF INFECTION

All inoculated and randomly sampled plants revealed the presence of at least one apex mycorrhizal. No mycorrhiza contaminant was observed on the roots of control plants (Figure 1).

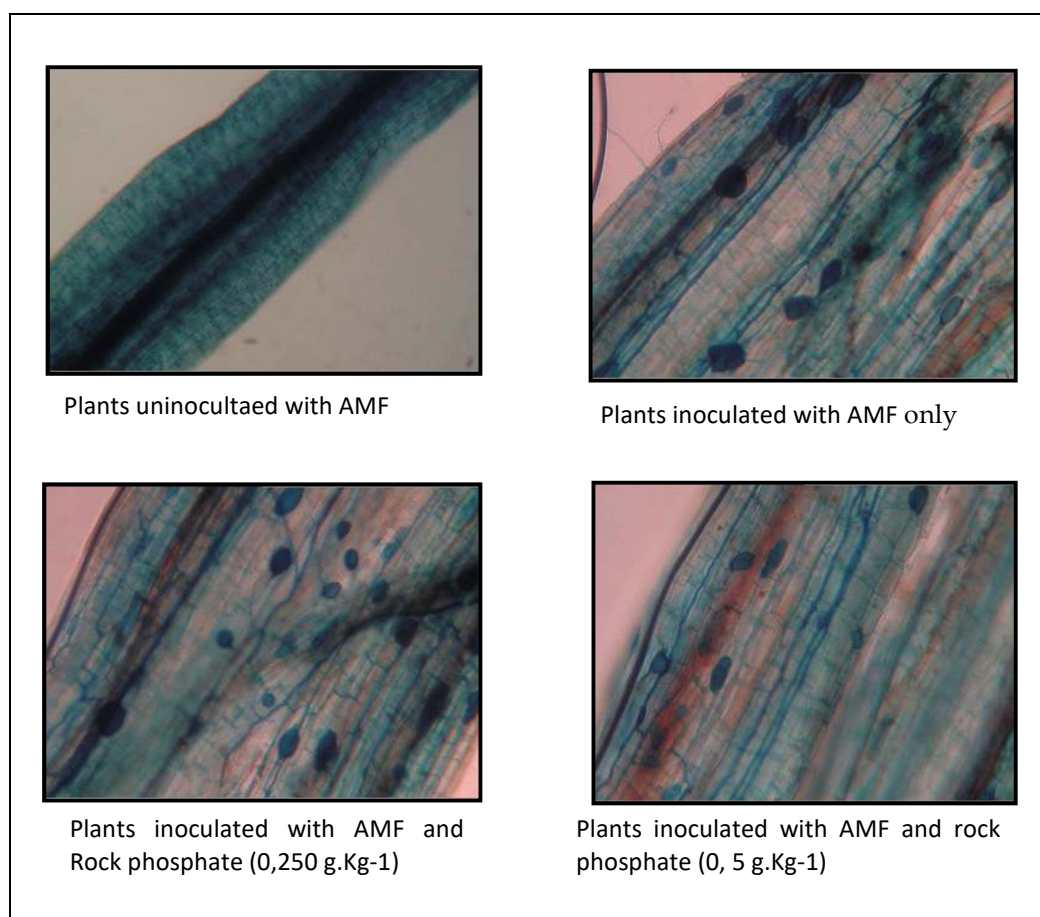


Fig. 1. Microscopic observation magnification (250 ×) of the mycorrhizal colonization of *Acacia gummifera*

Counts of mycorrhizal apex showed a significant improvement in the degree of mycorrhizal roots consecutively to a moderate intake of phosphorus (0.25 g P. kg⁻¹ of soil) relative to unfertilized plants P (Figure 2).

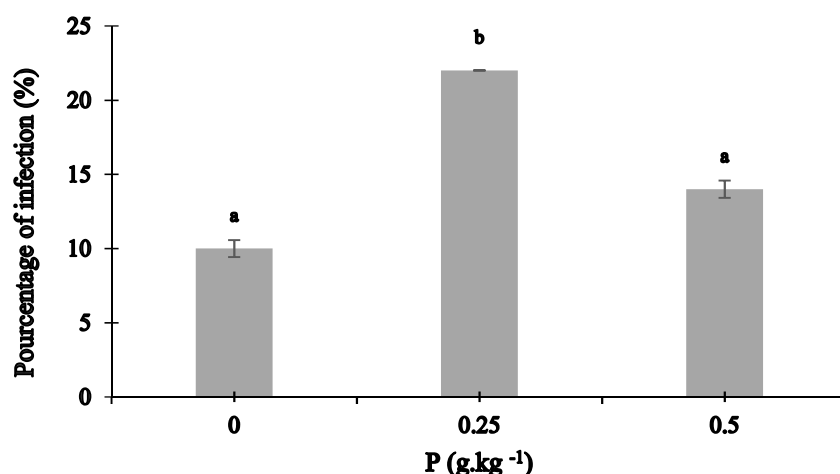


Fig. 2. Effect of P fertilization on the degree of mycorrhizal roots of *Acacia gummifera*

In semi-arid conditions, it is well known that AM fungal inoculum potential is very low and it was already shown that AM inoculation of the plant is very effective in establishing plants on disturbed soils [13, 14]. However A high P concentration (0.5 g P. kg⁻¹ of soil) did not affect significantly the percentage of mycorrhizal apex compared to the unsupplemented medium P.

3.2 BIOMASS OF THE SHOOT AND ROOT OF ACACIA GUMMIFERA

The AM have different strategies to colonize the roots that help in reducing the need for fertilizer plants [15] and improve both the increasing biomass of roots and aerial parts of the plants [16, 17]. This is consistent with our results that indicate that the biomass of mycorrhizal plants is significantly higher than those non mycorrhizal. Furthermore, total biomass of a non-inoculated acacia increase with the dose of PN compared to inoculated acacias (Table 2).

Table 2. Effect of phosphate fertilization on dry matter production of shoot and root of *Acacia gummifera*

P (g. kg ⁻¹ of soil)	Shoot dry weight (g.plant ⁻¹)		Root dry weight (g.plant ⁻¹)	
	Inoculated	Non inoculated	Inoculated	Non inoculated
0	2,30±0,57 ^(a)	2,50±0,5 ^(b)	2,00±0,1 ^(a)	1,93±0,11 ^(b)
0,25	5±0,28 ^(a)	4,66±0,57 ^(b)	3,33±0,57 ^(a)	2,16±0,28 ^(b)
0,5	5,30±0,57 ^(b)	5,80±0,25 ^(a)	3,50±0,57 ^(b)	3,56±0,4 ^(a)

Biomasses followed by the same letter in the same row or column (letters in brackets) are not significantly different (Duncan's test, $p < 0.05$).

This suggests that the mycorrhizal compensates the growth deficit induced by the absence of phosphorus. Our results are also consistent with those of Ekblad et al [18], which showed that a low intake of P stimulate the production of biomass plants of *Pinus sylvestris* inoculated without changing the biomass of the aerial parts to the roots. The lack of effect of P fertilization on the biomass of plants inoculated was also observed by other authors. [19].

3.3 CONTENT OF NITROGEN AND TOTAL PHOSPHORUS IN ACACIA GUMMIFERA

The percentage of mycorrhizal infection is not affected by the higher doses of P. Although RP and AM inoculation produced a higher growth and nutrient uptake than the non AM inoculation [20]. As expected the nitrogen fertilization was the same for all plants. Inoculation of *Acacia* by endomycorhize arbuscular improves significantly ($p < 0.05$) total nitrogen contents in their roots in the presence of a phosphorus external intake (table 3).

From the high dose of phosphorus (0, 25 g P.kg⁻¹ of soil), there was a significant increase ($p < 0.05$) in total nitrogen contents in the shoot and root of plants following inoculation. The effect of nitrogen nutrition on mycorrhization of plants inoculated, in the presence or absence of external P was demonstrated in maritime pine but the direction (positive or negative) and the intensity of this effect will vary depending on the fungal species inoculated and the contribution or not of P [21].

Furthermore, glomus promotes accumulation of nitrogen in plant roots when P fertilization is high (Table 3). This accumulation of nitrogen in the root can result from translocation to either the underground parts or an absence of translocation to the above ground parts or a remobilization of N from the aerial parts to the roots [22, 21].

Table 3. Effect of phosphate fertilizer on the nitrogen in *A. gummifera*

P (g. kg ⁻¹ of soil)	Nitrogen in the shoot (%)		Nitrogen in the root (%)	
	Inoculated	Non inoculated	Inoculated	Non inoculated
0	1,22±0,1 ^(a)	1,1±0,1 ^(a)	1,12± 0,03 ^(a)	1,3±0,03 ^(a)
0,25	1,68±0,01 ^(b)	1,12±0,04 ^(a)	1,57±0,02 ^(b)	1,37±0,03 ^(a)
0,5	1,72±0,02 ^(b)	1,56±0,05 ^(a)	2,02±0,06 ^(c)	1,44±0,04 ^(a)

The nitrogen percent in shoot and root followed by the same letter in the same row or column (letters in brackets) are not significantly different (Duncan's test, $p=0,05$).

On the other hand, the concentration of P in shoots and roots of the mycorrhizal and the non mycorrhizal plants increased significantly with the addition of phosphate to the soil (table 4).

Table 4. Effect of phosphate fertilizer on the total phosphorus content in *A. gummifera*

P (g. kg ⁻¹ of soil)	Phosphorus in the shoot (%)		Phosphorus in the root (%)	
	Inoculated	Non inoculated	Inoculated	Non inoculated
0	0,3±0,03	0,25±0,025	0,35±0,11	0,2±0,03
0,25	0,57±0,11	0,35±0,06	0,57±0,1	0,36±0,06
0,5	0,4±0,05	0,37±0,14	1,06±0,028	0,61±0,03

However, the mycorrhizal plants had higher contents of P in both roots and shoots than those in the non mycorrhizal plants. These results are in agreement with those found by Abdel Fattah et al, 2014 and Zhang et al, 2015 [23, 24]. AM fungi associated with the addition of the rock phosphate give a significant increase in the concentration of phosphorus compared to the control but the application of high concentration of P, reduced the mycorrhizal growth. This result support the previous finding which indicated that are in accordance with [25, 23], which show that highest phosphorus uptake occurs in mycorrhizal plants with added low P than non-mycorrhizal as well as plants without added P. Mycorrhizal inoculation consistently accumulated more quantities of phosphorus in their root than shoot.

4 CONCLUSION

This study showed that AM inoculation associated with the rock phosphate influence significantly on the uptake of growth and nutrients by *A. gummifera*. Indeed, the experiment showed a significant improvement in growth of the mycorrhizal plants. The variation of the concentration of P indicated that there is no change of the biomass of the mycorrhizal plants acacias. However, mycorrhizal acacias absorb more effectively the phosphorus and nitrogen as non-mycorrhizal, so it is possible to speculate that the use of AM on the presence of the RP could improve the feeding value and production of *Acacia gummifera*.

ACKNOWLEDGMENT

We would like to thank the Faculty of Science at Moulay Ismail University for their financial support.

REFERENCES

- [1] K. Fikri Benbrahim , H. Berrada , N. El Ghachtouli, M. Ismaili. Les acacias: des plantes fixatrices d'azote prometteuses pour le développement durable des zones arides et semi-arides. I.J.I.A.S, vol 8 pp 46-58. 2014
- [2] M. Hmaouchi. Les plantes médicinales et aromatiques marocaines. Fedala, 390p. 1999.
- [3] A. Benabid. Flore et écosystèmes du Maroc, Evaluation et préservation de la biodiversité. Ibis Press, Paris 2000.
- [4] A. Harfouche, A. Nedjahi, M. Ellatifi, H. Daly-Hassen. Les ressources génétiques forestières nord-africaines et leur conservation. Revue forestière française, vol 57 no 1, pp 15-32. 2005.
- [5] T. Guissoua, A. Moustapha, B.S. Guinkob, R. Duponnois, C. Plenchette. Influence des phosphates naturels et des mycorhizes à vésicules et à arbuscules sur la croissance et la nutrition minérale de *Zizyphus mauritiana* Lam. dans un sol à pH alcalin. J. Annales des sciences forestières, vol 55, no 8, pp 925-931. 1998.
- [6] C.P. Vance, C. Uhde-Stone, D.L. Allan. Phosphorus Acquisition and Use: Critical Adaptations by Plants for Securing a Nonrenewable Resource. J. New. Phytologist, vol 157, pp 423-447. 2003.
- [7] P. Doubková, J. Suda, R. Sudová. The symbiosis with arbuscular mycorrhizal fungi contributes to plant tolerance to serpentine edaphic stress. J. Soil Biol Biochem , vol 44, pp 56-64. 2012.
- [8] S. Dickson, S.E. Smith, F.A. Smith. Characterization of two arbuscular mycorrhizal fungi in symbiosis with *Allium porum* : colonization, plant growth and phosphate uptake. J. New Phytologist, vol 144, pp 163-172. 1999.
- [9] J.W. Gerdemann, H.S. Nicolson. Spore of mycorrhizal endogen species extracted from soil by wet sieving and decanting. Transactions of the British mycological society, vol 46, pp 235-244. 1963.
- [10] J.M. Phillips, D.S. Hayman. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular–arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. J. Trans. Br. Mycol. Soc. Vol 55, pp 159–161. 1970.
- [11] A. Trouvelot, J. Kough, V. Gianinazzi-Pearson. Evaluation of VA infection levels in root systems. Research for estimation methods having a functional significance. In: V. Gianinazzi-Pearson and S. Gianinazzi (eds.) Physiological and Genetical Aspects of Mycorrhizae. INRA Press, Paris, France. pp 217–221. 1986.
- [12] E.J.M. Temminghoff, V.J.C. Houba. Plant analysis procedures seconde edition. Kluwer academic publishers. ISBN 1-4020-2976-4. 2004.
- [13] V. Estaun, R. Save, C. Biel. AM inoculation as a biological tool to improve plant re-vegetation of a disturbed soil with *Rosmarinus officinalis* under semi-arid conditions. J. Appl. Soil Ecol. Vol 6, pp 223–229. 1997.
- [14] R. Duponnois, A. Colombet, V. Hien, J. Thioulouse. The mycorrhizal fungus *Glomus intraradice* and rock phosphate amendment influence plant growth and microbial activity in the rhizosphere of *Acacia holosericea*. J. Soil Biol Biochem , vol 37, pp 1460-1468. 2005.
- [15] D.M. Weller. Biological control of soil pathogens in the terminal plant rhizosphere with bacteria. J. Phytopathology, vol 26, pp 379-407. 1988.
- [16] B. Schippers. Exploitation of microbial Mechanisms to Promote plant health and plant growth. J. Phytoparasitica, vol 21 pp 275-279. 1993.
- [17] B. Benmasaoud, L. Nassiri, J. Ibijbjen. Effects of Rhizobia and Mycorrhizae Inoculations on the Growth and Nodulation of *Chamaecytisus proliferus*. Int.J. A.S.N.R, vol 2 no 2, pp 28-35. 2015.
- [18] A. Ekblad, H. Wallander, R. Carlsson, K. Huss-Danell. Fungal biomass in roots and mycelium extramatrical in relation to macronutrients and plant biomass of ectomycorrhizal *Pinus sylvestris* and *Alnus incana*. J. New Phytol, vol 131, pp 443-451. 1995.
- [19] W. Khabou, B. Hajji, M. Zouari, H. Rigane. Arbuscular mycorrhizal fungi improve growth and mineral uptake of olive tree under gypsum substrate. J. Biol. Eng, vol 73, pp 290-296. 2014.
- [20] M.A. Satter, M.M. Hanafi, M.M. Mahmud, H. Azizah.. Influence of arbuscular mycorrhiza and phosphate rock on uptake of major nutrients by *Acacia mangium* seedlings on degraded soil. J. Biol Fertil Soils, vol 42, 345-349. 2006.
- [21] C. Conjeaud, P. Scheromm, D. Mousain. Effects of phosphorus and ectomycorrhiza maritime pine seedlings were (*Pinus pinaster*). J. New Phytol, vol 133 pp 345 -351. 1996.
- [22] R. Améziiane, M.A. Limami, G. Noctor, J.F. Morot Gaudry. Effect of nitrate concentration During growth is carbon partitioning and sink strength in chicory. J. Exp. Bot, vol 46 (Suppl.), pp 1423 -1428. 1995.
- [23] G.M. Abdel-fattah, A.A. Asrar, S.M. Al-Amri and E.M. Abdel-salam. Influence of arbuscular mycorrhiza and phosphorus fertilization on the gas exchange, growth and phosphatase activity of soybean (*Glycine max* L.) plants. Photosynthetica. vol 52, no 4, pp 581-588. 2014.
- [24] S. Zhang, L. Ma, F. Wang, X. Zhang, Z. Li, S. Li, X. Jiang. Can arbuscular mycorrhiza and fertiliser management reduce phosphorus runoff from paddy fields? J. Env. Sci, vol 33, pp 211-218. 2015.
- [25] A. Tanwar, A. Aggarwal, N. Kadian, A. Gupta. Arbuscular mycorrhizal inoculation and super phosphate application influence plant growth and yield of *Capsicum annum*. J. of Soil Science and Plant Nutrition, vol 13 no. 1, pp 55-66. 2013.

La génétique du cancer du sein chez la femme jeune, étude familiale et prédisposition génétique : *Caractérisation épidémiogénétique de la population de Tlemcen par le cancer du sein chez la femme jeune*

Amina HOUARI

Université de Tlemcen, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers,
Département d'écologie et environnement, Spécialité : génétique des populations,
Laboratoire de recherche : cancer LAB, et valorisation des actions de l'homme pour la protection de l'environnement et application en santé publique, Algeria

Copyright © 2018 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 majority of breast cancer is sporadic while 5-10% are due to hereditary predisposition. The identification of BRCA1, BRCA2 and p53 that confer a high risk of developing breast cancer, permit a better understanding of the familial forms of this cancer. These genes are responsible for families with multiple cases of breast cancer occurring at a young age. It was decided in this study to clarify the meaning of breast cancer in young women and understand the seriousness of this disease in women who represent a family history of this cancer. The aim is to make a genetic epidemiological characterization of a population belongs to the province of Tlemcen in west of Algeria As we're studying the factors that contribute to increased risk and spread of this hereditary disease.

KEYWORDS: Breast cancer, Hereditary, familial cancer, genetic predisposition, BRCA1, BRCA2, Characterization epidemiological genetics.

RÉSUMÉ: La majorité du cancer du sein sont sporadiques tandis que 5-10% sont dus à une prédisposition héréditaire. L'identification des gènes BRCA1, BRCA2, et P53 qui confèrent un risque élevé de développer un cancer du sein a permis une meilleur compréhension des formes familiales de ce cancer. Ces gènes sont responsables des familles à cas multiples de cancer du sein survenant à un âge jeune. On a décidé dans cette étude de clarifier le sens du cancer du sein chez les jeunes femmes et de comprendre la gravité de cette maladie chez les femmes qui représentent une histoire familiale à ce cancer. Le but est de faire une caractérisation épidémiogénétique sur une population qui appartient à la wilaya de Tlemcen en extrême ouest de l'Algérie comme on va étudier les facteurs qui contribuent à une augmentation du risque et de la propagation de cette maladie héréditaire.

MOTS-CLEFS: cancer du Sein, Hérité, Cancer familial, Prédisposition génétique, BRCA1, BRCA2, Caractérisation épidémiogénétique.

OBJECTIF

Notre travail vise à étudier l'interaction entre la génétique d'un individu et son environnement qui affecte la susceptibilité d'un individu à développer un cancer du sein dans la population de Tlemcen. L'objectif de notre étude est d'analyser les caractéristiques épidémiologiques et génétiques. Du côté génétique l'étude vise à évaluer la contribution des gènes principaux de susceptibilité au cancer du sein et mettre en évidence la relation entre l'histoire familiale et les facteurs de risque du cancer du sein, et de l'autre côté épidémiologique cette étude vise à analyser les caractéristiques épidémiologiques afin d'étudier les facteurs influant sur l'incidence de la maladie et la santé de la population.

1 INTRODUCTION

Le cancer est un véritable fléau mondial qui présente des chiffres qui font peur ; il est devenu un phénomène mondial lié à la mortalité, malgré la disponibilité des moyens pour un diagnostic précoce et aussi pour le traitement. Le cancer présente un phénomène tout à fait particulier dans le domaine de la santé. Aujourd'hui, selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), près de 25 millions de personnes vivent avec le cancer. En 2012, l'OMS a dénombré 14.1 millions de nouveaux cas avec 8.2 millions de décès déclarés dans la même année, 70% de ses cas sont signalés dans les pays en développement. En 2012, l'OMS souligne la forte hausse des cancers dans le monde où l'incidence est en augmentation avec 7410 nouveaux cas pour 100 000 hommes et 6658 nouveaux cas pour 100 000 femmes). En Algérie, les registres du cancer reconnus par les instances internationales, confirment cette tendance ; actuellement on comptabilise environ 45 000 nouveaux cas de cancer par an, L'incidence brute des cancers en Algérie est en augmentation constante depuis 10 ans avec près de 128 nouveaux cas pour 100 000 hommes et 132 pour 100 000 femmes⁽¹⁾ (figure 01). Chez les hommes, les cancers les plus fréquents sont ceux de la prostate, du poumon et le cancer colorectal. Chez les femmes le cancer du sein reste le plus répandu. Enfin, entre 35 et 64 ans, le cancer est la maladie mortelle la plus fréquente ⁽²⁾. En 2012, on compte 1.7 millions de nouveaux cas avec 6.3 millions de femmes vivent avec un cancer du sein diagnostiqué au cours des cinq dernières années précédentes ⁽¹⁾. L'incidence du cancer du sein a aussi augmenté chez les femmes jeunes non concernées par le dépistage. Dans les pays à faible incidence et de nombreux pays en transition épidémiologique (Afrique de Nord) et avant l'âge de 39 ans ; l'incidence est de 14,0 pour 100 000 femmes ; 20,4 pour 100 000 femmes dans le monde et 23,0 pour 100 000 femmes en Europe. En Algérie ; 8177 cas sont enregistrés en 2012, avec un taux d'incidence standardisé de 48.5 pour 100 000 femmes ⁽³⁾. Ces trois dernières années, ce chiffre est estimé à 11 000 cas, soit une augmentation de 500 nouveaux cas par an, de plus, il touche autant la femme jeune que celle ménopausée, ce qui complique le dépistage. L'âge médian est de 47 ans, c'est-à-dire que 50% des cancers du sein ont lieu avant cet âge (1).

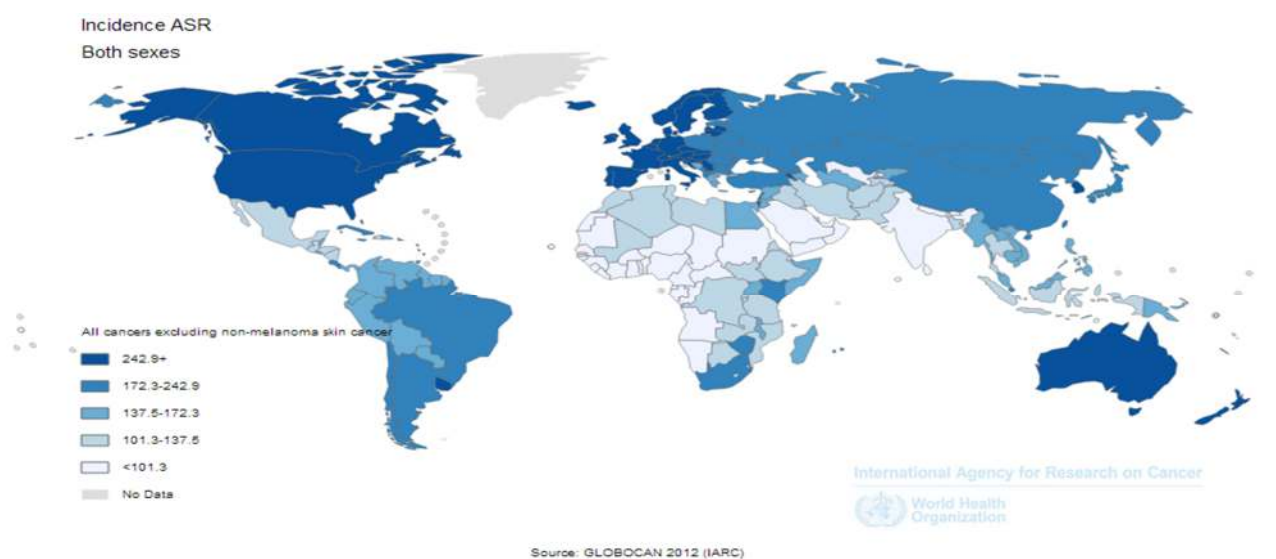


Fig. 1. incidences du cancer dans le monde

Source : GLOBOCAN 2012 (IARC)

2 LE CANCER DU SEIN CHEZ LA FEMME JEUNE, DÉTERMINANTS GÉNÉTIQUE ET PRÉDISPOSITIONS

2.1 GÉNÉRALITÉ SUR LE CANCER

Le « cancer » est le terme global pour décrire une croissance cellulaire sans contrôle. Généralement, une cellule cancéreuse est une cellule somatique qui a accumulé des mutations dans différents gènes qui, ensemble, provoquent une perte de contrôle de la prolifération cellulaire. À ce jour, plus de 200 types de syndromes cancéreux ont été identifiés. Le cancer est une maladie des gènes, il est associé à une croissance anormale des cellules, qui présente un dérèglement des processus de prolifération et de mort cellulaire. Les changements observés au niveau de cellules sont ultimement le résultat d'une expression anormale de

gènes. Ce dérèglement peut avoir plusieurs sources : (l'hérédité, l'action d'un composé mutagène, la translocation d'une partie d'un chromosome, l'amplification ou la perte d'hétérozygotie d'une région du génome, ou tout autre mécanisme pouvant mener à une transcription anormale ou à une translocation d'une partie d'ADN). Environ 5% des cancers sont héréditaires, avec une mutation de la lignée germinale jouant un rôle majeur. La base génétique du cancer est source de confusion, parce que différentes combinaisons de différents gènes mutés peuvent donner naissance au même type de cancer. Certaines mutations de gènes sont communes à différents cancers, alors que d'autres sont restreintes à un type cellulaire donné (4) (Tableau 01).

2.2 ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE DU SEIN

Le sein est composé de la glande mammaire proprement dite, de tissu conjonctif, de tissu adipeux, de vaisseaux sanguins et lymphatiques, de nerfs et des ligaments suspenseurs du sein (figure 02). Il existe plusieurs lésions et maladies du sein, bénignes ou malignes (5). La tumeur bénigne qui se développe le plus souvent dans le sein est le fibroadénome, les autres affections bénignes du sein sont : les kystes, les changements fibrokystiques, l'hyperplasie, l'écoulement du mamelon. **Les tumeurs cancéreuses** qui composent **les tumeurs malignes** ont tendance à envahir les tissus voisins, elles peuvent entraîner des métastases. On distingue les cancers in situ (confinés dans les canaux ou les lobules) et les cancers invasifs ou infiltrants (6).

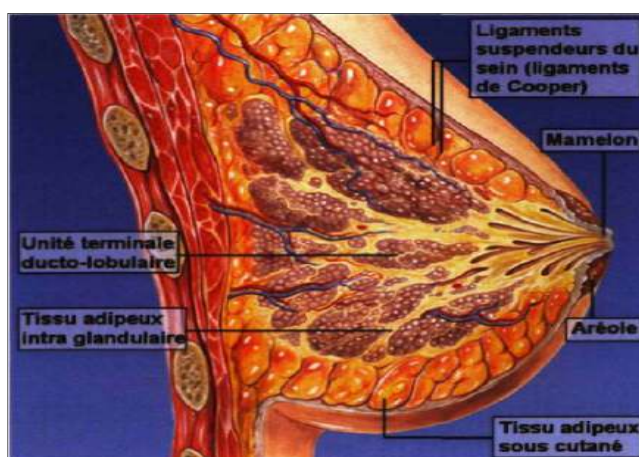


Fig. 2. Anatomie du sein humain normal

Source : (Desjardins., 2010)

Tableau 1 : exemple de cancers héréditaires (Pasternak, 2003)

Syndrome cancéreux	Cancer primaire	Localisation chromosomique	Symbole du gène	Fonction normale du produit du gène
Rétinoblastome	rétinoblastome	13q14.3	RB1	Facteur de transcription régulation du cycle cellulaire
Syndrome de Li-Fraumeuni	Sarcome, cancer du sein	17p13.1	TP53	Facteur de transcription, réponse à une lésion de l'ADN, régulation du cycle cellulaire et de l'apoptose
Polypose adénomateuse familiale (FAP)	Cancer colorectal	5q21	APC	Régulation de la β -caténine, de l'expression des gènes, des signaux d'adhésion, de la stabilité des microtubules
Cancer colorectal héréditaire sans polypose (HNPCC)	Cancer colorectal	2p22-p21 3p21.3 2q31-q33 7p22	MSH2 MLH1 PMS1 PMS2	Partenaires du système de réparation des mésappariements de l'ADN

		2p16	MSH6	
Neurofibromatose de type 1 (NF1)	neurofibromes	17q11.2	NF1	Stimulation de l'activité GTPase de la protéine Ras
Neurofibromatose de type 2 (NF2)	Neurofibromes acoustique	22q12.2	NF2	Protéine se fixant au cytosquelette
Tumeur de wilms	Tumeur du rein	11p13	WT1	Inducteur et répresseur de la transcription
Naevus-carcinome baso-cellulaire (NBCCS)	Cancer baso-cellulaire de la peau	9q22.3	NBCCS	Récepteur transmembranaire
Cancer du sein héréditaire de type 1	Cancer du sein	17q21	BRCA1	Facteur de transcription, réparation de l'ADN
Cancer du sein héréditaire de type 2	Cancer du sein	13q12	BRCA2	Facteur de transcription, réparation de l'ADN
Syndrome de von hippel-lindau (VHL)	Cancer du sein	3p25	VHL	Régulation de l'élongation de la transcription
Cancer héréditaire de la papille rénale (HPRC)	Cancer du sein	7q31	MET	Récepteur transmembranaire
Mélanome familial	Mélanome (cancer des cellules pigmentaires)	9p21	CDKN2A	Inhibiteur 2A de la kinase dépendante des cyclines
Néoplasie endocrinienne multiple de type 1 (MEN1)	Cancer de l'hypophyse, de la parathyroïde et des ilots du pancréas	11q13	MEN1	Protéine nucléaire
Néoplasie endocrinienne multiple de type 2 (MEN2)	Cancer médullaire de la thyroïde	10q11.2	RET	Récepteur à fonction tyrosine kinase
Maladie de cowden	Cancer du sein, cancer de la thyroïde, cancers multiples	10q23	PTEN	Homologue de la phosphatase/tensine
Ataxie telangiectasie	Lymphomes, leucémies	11q22	ATM	Active la p53
Syndrome de bloom (BLM , BS)	Tumeurs solides (localisations variées)	15q26.1	BLM	Vraisemblablement une hélicase de l'ADN
Xeroderma pigmentosum	Cancers cutanés	9q34 2q21 3p25 19q13.2-q13.3 16p13 12q33	XPA XPB XPC XPD XPF XPG	Réparation d'ADN par excision d'un nucléotide
Anémie de fanconi	Leucémie myéloïde aigue et autre cancers	16q24.3 9q22.3 3pter-p24.2	FACA FACC FACD	Réparation des pontages dans l'ADN

2.3 CANCER DU SEIN CHEZ LA FEMME JEUNE :

Un cancer du sein est une tumeur maligne qui se développe au niveau du sein ; il était toujours lié à la femme ménopausée (7). Le cancer du sein est rarement évoqué chez la femme jeune. C'est assez logique, dans la mesure où il concerne en grande majorité les femmes de plus de 50 ans. Pour autant, dans 7% des cas, les tumeurs mammaires sont dépistées chez des femmes qu'ont moins de 40 ans (8). En Algérie exactement à SETIF, plus de 50% des cas de cancer du sein ont moins de 40 ans (2), Sa fréquence chez les femmes jeunes âgées de moins de 40 ans varie de 2 à 24% (9). Le cancer du sein de la femme jeune a des caractéristiques épidémiologiques, diagnostiques et pronostiques propres. Il est souvent retrouvé une plus grande prédisposition et surtout corrélé à une survie inférieure et à des taux de récurrence supérieurs par rapport à leurs homologues plus âgés (8). **Quelques chiffres : épidémiologie du cancer du sein dans le monde en Afrique du nord, et au pays du Maghreb :**

En occident, une femme sur 8 développera un cancer du sein au cours de sa vie. Aussi bien que en Afrique du nord et au Moyen-Orient, le cancer du sein est également le premier cancer de la femme. Il représente 14 à 42% de tous les cancers féminins avec une augmentation exponentielle, son incidence standardisée selon l'âge (ISA) varie entre 9.5 et 54 pour 105 femmes (10) (tableau02).

Tableau 2 : Incidences ajustées apparaissant sur les registres d'Afrique du Nord (2008)

Pays	ALGERIE		MAROC		TUNISIE			LYBIE	EGYPTE	EUROPE
Registres	Alger	Sétif	Rabat	Casablanca	Tunis	Sfax	Sousse	Benghazi	Gharbiah	-
Incidence	60,5	18,8	35,8	35,0	29,6	29,8	28,0	23,3	42,5	71,0

* incidence (standardisée/âge/105 h)

(Belkacemi et al., 2010).

2.4 LE CANCER HÉRÉDITAIRE ET LE CANCER FAMILIAL :

La grande majorité des cancers du sein sont «sporadiques», on distingue environ 10% de formes « héréditaires », identifiables dans certaines familles comportant un excès de cancer du sein et caractérisé en générale par un jeune âge au diagnostic (<45 ans). Des analyses de ségrégation démontrant que, dans ces familles, la susceptibilité, est transmise selon un mode de transmission autosomique dominant à forte pénétrance. Une hétérogénéité génétique est observé, compatible avec l'existence de plusieurs gènes de susceptibilité (figure 03) (10).

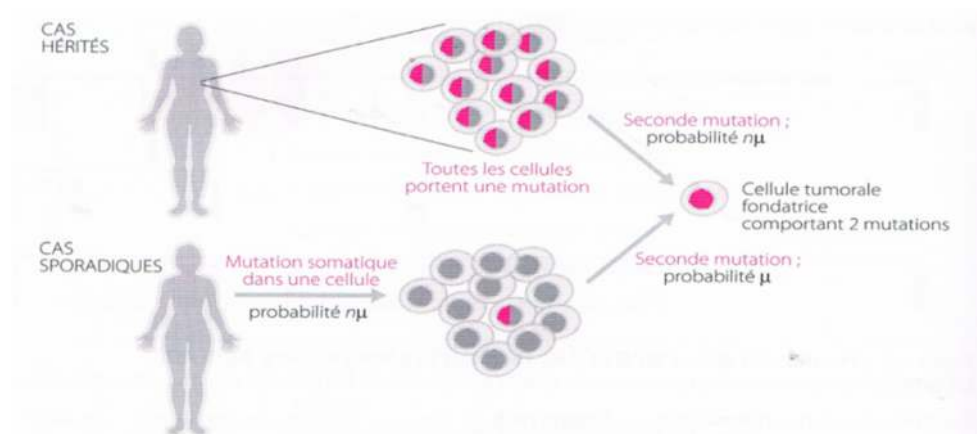


Fig. 3. Relation entre les formes sporadique et héréditaires d'une même tumeur

Source : (Sznajer et al., 2009).

Parmi ces cancers survenant à l'intérieur d'une même famille, on considère comme « héréditaires » ceux pour lesquels une mutation d'un gène de susceptibilité est connue, ou qu'une telle mutation est suspectée sur la base du risque élevé retrouvé dans la famille. Le terme « familial » est quant à lui utilisé lorsque le cancer est retrouvé chez au moins deux parentes au premier et/ou au second degré, sans que la transmission mendélienne d'une susceptibilité soit apparentée. Le reste des cas de cancers apparaît en l'absence d'une histoire familiale de cancer du sein et sont habituellement appelées des cas « sporadique » (tableau 03) (5).

Tableau 3 : Caractéristiques des familles présentant des cas de cancer du sein héréditaires, familiaux et sporadiques (Desjardins., 2010)

Classification des familles	Caractéristiques
Cancer héréditaire	• Transmission autosomique dominante apparente de type spécifique de cancer • Âge plus jeune au diagnostic du cancer que ce qui est attendu • Multiples cancers primaires chez un même individu • Regroupement de cancers rares • Cancer bilatéral ou multifocal • Parents au premier degré des individus atteints ont un risque de 50% d'être porteurs de la même mutation • Pénétrance incomplète et expression variable, de telle façon que les porteurs obligatoires de la mutation familiale peuvent ne pas être affectés par le cancer et que l'âge au diagnostic du cancer parmi les parents sera variable • Les individus qui n'ont pas la mutation familiale ont le même risque que la population générale de développer un cancer
Cancer familial	• Plus de cas d'un ou plusieurs type(s) de cancer(s) à l'intérieur d'une même famille que ce qui est statistiquement attendu, mais pas de patron d'héritabilité clair • Âge variable au diagnostic • Peut résulter du regroupement par chance de cas sporadiques • Peut résulter de facteurs génétiques communs, d'un environnement et/ou d'habitudes de vie similaires • Ne présente pas habituellement les caractéristiques classiques des syndromes de cancers héréditaires
Cancer sporadique	• Les cancers dans la famille sont probablement dus à des causes non héréditaires • Âge du diagnostic typique • Même s'il y a plus d'un cas dans la famille, il n'y a pas de patron de transmission héréditaire clair • La probabilité est très basse que la recherche de mutations de gènes de susceptibilité sera positive, le test génétique n'offrira pas d'information supplémentaire sur le risque de cancer.

GÈNES DE SUSCEPTIBILITÉ AU CANCER DU SEIN CONNUS :

La démarche en oncogénétique s'attache à identifier des personnes à risque élevé de développer un cancer du sein ; les patientes sont adressées en consultation lorsque est suspectée une prédisposition génétique sur la base de leur histoire familiale (nombre de cas, association familiale de cancers évocateurs) et/ou personnelle (précocité, multiplicité des atteintes, caractéristiques histologiques du cancer, signes cliniques associées)(11). Environ 5% des cancers du sein sont associées à un gène de prédisposition à forte pénétrance : BRCA1 ou BRCA2, le plus souvent (figure04) ; Certaines configurations familiales font évoquer d'autres gènes à forte pénétrance (Exemple du syndrome de Li-Fraumeni avec le gène P53, ou encore du gène CDH1). Parfois, il s'agit de la présence de signes cliniques ou d'antécédents personnels non néoplasiques évocateurs (par exemple dans les syndromes de Cowden, ou de Pentz-Jeghers). Mais en pratique, même lorsque l'histoire clinique justifie l'analyse des gènes BRCA1 ou BRCA2, l'analyse moléculaire n'identifie une mutation que chez environ 10 à 15%.

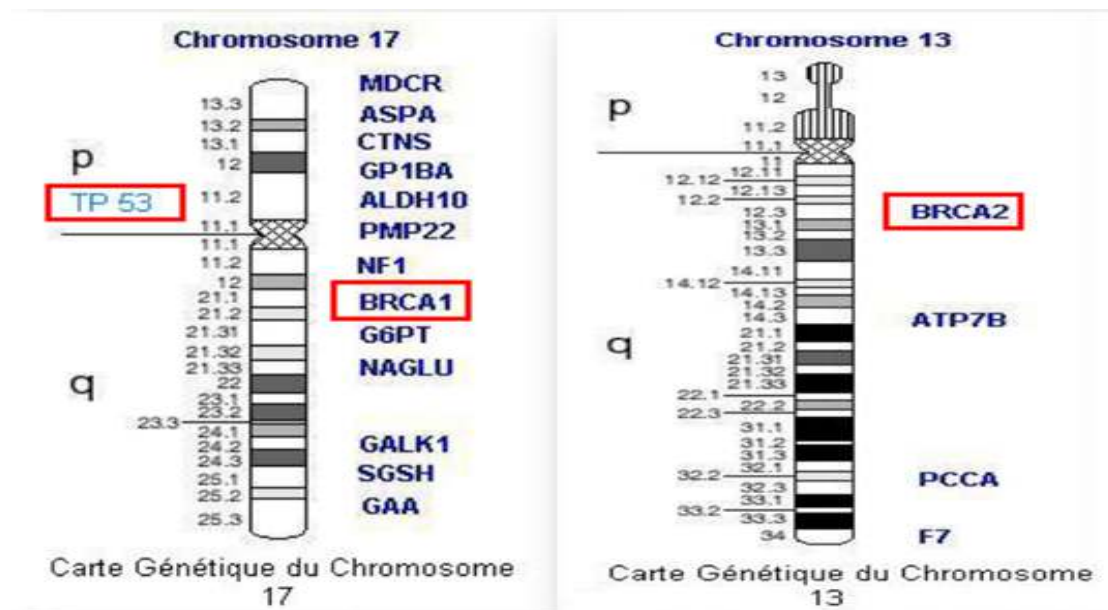


Fig. 4. Carte génétique des deux chromosomes 17 et 13 porteurs des mutations reconnues pour leur rôle dans la prédisposition aux cancers du sein, avec notamment les gènes BRCA1 (17q21), BRCA2 (13q12-13) et TP53 (17p).

3 MATÉRIELS ET MÉTHODES :

3.1 LA GÉOGRAPHIE ET LA POPULATION DE TLEMCEM



Fig. 5. Carte représente les limites de la wilaya de Tlemcen (Henaoui., 2015)

La wilaya de Tlemcen se situe à l'extrémité nord-ouest du pays et occupe l'oranie occidentale, elle s'étend du littoral au nord à la steppe au sud. Elle est délimitée : au nord, par la méditerranée, à l'ouest, par le Maroc, au sud, par la wilaya de Naama et à l'ouest, par les wilayas de Sidi-Bel-Abbès et Aïn Témouchent (Figure05). La wilaya s'étend sur une superficie de plus de (9000 Km²) répartie sur 20 daïras, regroupent 53 communes et compte une population de 981 125 habitants (12).

- Type de l'étude : Etude descriptive sur cas incidents et prévalent du cancer du sein à partir des cas allant de la période 2011-2016 (mois, Mars, Avril, Mai 2016).
- La population ciblée : Notre population étudiée est confinée aux patientes hospitalisées au sein du service de gynécologie-obstétrique pour prise en charge de tumeurs malignes du sein.
- Le centre d'étude : Etude monocentrique réalisée au niveau de service de gynécologie- obstétrique de l'établissement hospitalier spécialisé «Mère et Enfant » du EHS Tlemcen, et aussi l'unité d'oncologie située dans le même service.
- Extraction d'ADN : On a effectué une extraction d'ADN des tubes de 5-10 ml de sang, en provenance d'échantillon des cas atteints par un cancer, afin de créer une banque d'ADN. Cette extraction était réalisée dans le laboratoire des

recherches de « Valorisation des actions de l'Homme pour la protection de l'environnement et application en santé publique » situé à l'ancien pôle de l'université de Tlemcen et « cancer LAB ».

3.2 DESCRIPTION

L'étude a été réalisée dans la période allant de 2011 à 2016 (Mars, Avril, Mai) La méthode de collecte des données a été faite par l'exploitation des dossiers médicaux des patientes. le recrutement des cas prévalent de l'année 2011-2013 a été fait au niveau du Service d'épidémiologie du CHU de Tlemcen, et pour les autres cas dans l'unité d'oncologie et le service de Gynécologie Obstétrique de l'EHS de Tlemcen sur un échantillon aléatoire constituer de 91 femmes atteintes du cancer du sein admises dans le service de gynécologie obstétrique de l'EHS. Ces patientes ont été sélectionné d'un échantillon de 410 patientes selon deux critères (l'âge moins de 45ans (femme jeune) et les antécédents familiaux au cancer) on a sélectionné 251 femmes avec antécédents familiaux, parmi les quelles on a sélectionné les moins de 45 ans qui sont en nombre de 91. L'étude des facteurs de risque en général et des facteurs héréditaires en particulier a été réalisée à l'aide d'un questionnaire comportant plusieurs paramètres tel que l'âge (âge du diagnostic, âge du traitement), statut hormonal (âge à la monarchie, âgé à la première grossesse, âge à la ménopause), groupe sanguins, la consanguinité, les antécédents familiaux et personnel et les données cliniques du cancer du sein. Toutes les patientes ont été informées de l'objectif de l'étude pour permettre un consentement libre et éclairé.

4 RÉSULTATS ET INTERPRETATIONS

4.1 AGE DES PATIENTES :

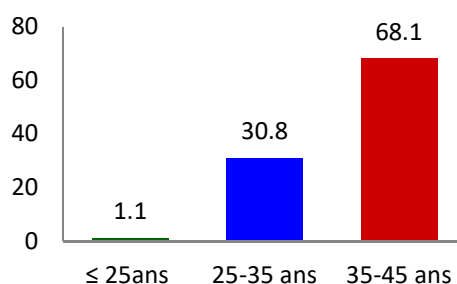


Fig. 6. Fréquences du cancer du sein chez les femmes jeunes avec antécédents familiaux en fonction des tranches d'âge dans la population de Tlemcen

Dans notre population étudiée l'âge moyen était de 37ans $\pm 5,26$ avec une médiane de 39 ans et des extrêmes de 25 à 45 ans. Nos résultats montrent que les patientes âgées de [35-45 ans] représentent les fréquences les plus élevées soit 68,1%. Ce pendant la fréquence la plus basse est constatée dans la tranche d'âge de [15-25ans] avec un pourcentage presque nul de 1,1%. La tranche d'âge de [25-35ans] représente le tiers de l'ensemble de toute la population avec une fréquence de 30,8% (figure 05).

4.2 LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE

Tableau 4 : répartition du cancer du sein chez les femmes jeunes avec antécédents familiaux selon la localisation géographique dans la population de Tlemcen, 2011- mai 2016.

Région géographiques	Patientes n(%)
Tlemcen	31(34,1)
Remchi	13(14,2%)
Maghnia	12(13,2%)
Bab El Assa	10(11%)
Ouled Mimoun	10(11%)
Ghazaouet	5 (5,5%)
Sebra	4(4,4%)
Sebdou	4(4,4%)
Nedroma	2(2,2%)

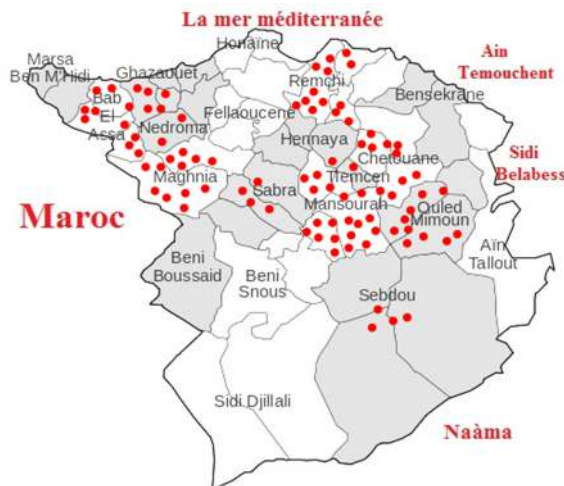


Fig. 7. Carte des fréquences du cancer du sein chez les femmes jeunes avec antécédents familiaux en fonction de Localisation géographique de la population de Tlemcen.

Sur cette représentation graphique on remarque un pic de fréquence du cancer du sein à la ville de Tlemcen atteint 34% par rapport à un pourcentage cumulé de 66% cumulé sur le reste des communes (Tableau4). La (figure 06) représente une carte géographique de la wilaya, montrant la répartition des cas de cancer du sein chez les femmes jeunes avec antécédents familiaux de cancer.

FACTEURS HORMONAUX, ET FÉCONDITÉ :

- Age à la ménarchie :

Tableau 07: Répartition du cancer du sein chez les femmes jeunes avec antécédents familiaux en fonction d'âge à la ménarchie dans la population de Tlemcen

Age à la ménarche	< 12 ans	12-15 ans	>15ans
Patientes n(%)	23(25,3%)	57(62,6%)	11(12,1%)

Les résultats illustrés dans le (Tableau07) présentent les fréquences des patientes en fonction de l'âge à la ménarchie. La fréquence du cancer du sein chez les femmes ayant eu une ménarche située entre 12ans et 15ans représente la fréquence la plus élevée de 62,6%, contre 25,3% à un âge moins de 12 ans et 12,1% à un âge supérieur à 15 ans.

- Age a la première grossesse :

Tableau 08: Répartition du cancer du sein chez les femmes jeunes avec antécédents familiaux en fonction d'âge à la première grossesse dans la population de Tlemcen.

Age à la première grossesse.	Nullipares	15-25ans	25-35ans	35ans et plus
Patiente n(%)	8(11,94%)	37(55,22%)	18(26,86%)	4(5,98%)

Les résultats obtenu montrent que la fréquence du cancer du sein est très élevée chez les femmes ayant eu leur première grossesse à un âge précoce (≤ 25 ans) avec une fréquence de 55,22%, suivi du groupe des patientes dont l'âge à la première grossesse est situé entre (25-35ans) avec une fréquence de 26,86%, puis celui des patientes (> 35 ans) avec une fréquence de 5,98% (Tableau 08).

- Contraception :

Tableau 09 : Répartition du cancer du sein chez les femmes jeunes avec antécédents familiaux en fonction de contraception et la durée de consommation dans la population de Tlemcen, 2011- Mai 2016.

Tranches d'âge des patientes n(%)	15-25 ans	25-35 ans	35-45 ans
Non	-	3(4,47%)	4(5,97%)
Oui	-	16(23,88%)	44(65,67%)
Durée de consommation de contraceptifs oraux			
Moins de 10 ans	-	12(20%)	24(40%)
Plus de 10ans	-	1(1,66%)	23(38,34%)

Notre enquête a été portée sur 67 patientes, dont 60 ont confirmé la prise de contraceptifs oraux. Alors que 7 patientes affirment n'avoir jamais eu recours à un moyen de contraception.

Nos résultats révèlent que les patientes appartenant aux tranches d'âges de [25-35ans] et de [35-45ans] ont confirmé la prise de contraceptifs oraux avec une fréquence du cancer du sein respective de 23,88% et 65,67% pour une période moins de 10ans chez les patientes âgées de [25-35ans], et de 35-45ans avec une fréquence de cancer du sein respectifs de 20%, et 40%. Et d'une période plus de 10 ans chez les patientes âgées de [35-45ans] avec une fréquence de 38.34% (Tableau 09).

- Statut ménopausique :

Tableau 10: Répartition du cancer du sein chez les femmes jeunes avec antécédents familiaux en fonction de statut ménopausique dans la population de Tlemcen, 2011- Mai 2016.

Tranches d'âges des patientes n(%)	15-25ans	25-35ans	35-45ans
NON ménopausée	1(1,1%)	25(27,45%)	45(49,45%)
ménopausée	-	3(3,3%)	17(18,68%)
Age à la ménopause			
30-35ans	-	3(15%)	1(5%)
35-40ans	-	-	10(50%)
40-45ans	-	-	6(30%)

Dans notre échantillon on note que 71 femmes sont non ménopausées, les fréquences du cancer du sein chez les groupes des patientes âgées de [25-35ans] et [35-45ans] sont respectifs de 27,45%, 49,45% tandis que 20 d'entre elles sont ménopausées à un âge moins de 40 ans, leur ménopause n'est pas naturelle, est due aux différents traitements (chimiothérapie, radiothérapie, hormonothérapie) (Tableau 10).

4.3 ANTÉCÉDENTS FAMILIAUX AU CANCER

- Au cancer du sein et autres cancer :

Tableau 11: répartition du cancer du sein chez les femmes jeunes en fonction des antécédents familiaux au cancer du cancer du sein et autres cancers de la population de Tlemcen

Les Antécédents familiaux au cancer	Patientes n(%)
Patientes avec antécédents familiaux au cancer du sein (AFCS+)	61(67%)
Patientes avec antécédents familiaux au autre cancer (AFAC+)	30(33%)

Notre échantillon est composé de 91 femmes jeunes âgées de 25 à 45 ans ayant toutes des antécédents familiaux au cancer (AFC+). Pour étudier l'influence de la présence des antécédents au cancer du sein sur le risque du cancer du sein on a divisé la population en deux groupes : avec antécédents au cancer du sein (AFCS+), autre cancer (AFAC+).

Nos résultats révèlent que la fréquence du cancer du sein chez les femmes avec antécédents familiaux au cancer du sein représente la valeur la plus élevée de 67% par rapport au celles ayant un autre cancer soit 33% (Tableau 11).

- Les degrés de parenté :

Tableau 12: répartition du cancer du sein chez les femmes jeunes avec antécédents familiaux en fonction des degrés de parenté au cancer familial.

Les degrés de parenté	Patientes avec antécédents familiaux au cancer (AFC+) n(%)	Patientes avec antécédents familiaux au cancer du sein (AFCS+) n(%)	Patientes avec antécédents familiaux aux autres cancers (AFAC+) n (%)
1^{er} degré	26(28,57%)	12(19,67%)	14(46,66%)
2^{eme} degré	35(38,46%)	23(37,70%)	12(40%)
3^{eme} degré	30(32,96%)	26(42,62%)	4(13,33%)

Les antécédents :

- Antécédents du 1^{er} degré : père, mère, frère, sœur.
- Antécédents du 2^{eme} degré : grand père, tante, oncle.
- Antécédents du 3^{eme} degré : cousin, cousine.

D'après les résultats obtenus après l'analyse des antécédents familiaux chez les femmes jeune de la population étudiée, on note qu'en cas de cancer familial les trois premiers degrés présentent des fréquences du cancer du sein au 1^{er} degré, 2^{eme} degré, et 3^{eme} degré, respectives aux 29%, 33%, et 38%. Chez les cas qui possèdent des antécédents familiaux au cancer du sein seulement, on note que les individus du 3^{eme} degré sont majoritaires avec une fréquence de 42%, 20% chez les individus de premier degré et 38% du 2^{eme} degré. Quant chez le reste de la population étudié qui possèdent autres types de cancer le premier degré de parenté est majoritaire avec une fréquence de 47%, tandis que le 2^{eme} degré est de 40%, et le 3^{eme} degré de 13% (Tableau 12).

- Lien de parenté :

Tableau 13 : Répartition du cancer du sein chez les femmes de la population étudiée jeunes en fonction des liens de parenté au cancer familial.

Lien de parenté	Antécédents familiaux au cancer (AFC+)	Antécédents familiaux au cancer du sein (AFCS+)	Antécédents familiaux aux autres cancers (AFAC+)
Père	8(8,8%)	-	8(26,67%)
Mère	8(8,8%)	5(8,19%)	3(10%)
Oncle	8(8,8%)	3(4,91%)	5(16,67%)
Tante	22(24,17%)	20(32,78%)	2(6,67%)
Frère	1(1,1%)	-	1(3,3%)
Sœur	9(9,9%)	7(11,5%)	2(6,67%)
Cousin	2(2,19%)	-	2(6,67%)
Cousine	28(30,76%)	26(42,62%)	2(6,67%)
Grand père	5(5,49%)	-	5(16,67%)

La fréquence du cancer du sein est élevée chez les patientes qui ont une tante ou une cousine atteinte avec un pourcentage respectif de 32,78% et 42,62%. Les patientes qui ont une mère, une sœur ou un oncle atteintes les fréquences ne dépassent pas le 12% avec des valeurs respectif de 8,19%, 11,5% et 4,91%. Chez les patientes avec antécédents familiaux aux autres cancers, la fréquence du cancer du sein la plus élevée chez les patientes qui ont un père, une mère, un grand père ou un oncle atteint d'un cancer, les valeurs sont présenté par un pourcentage comme suit : 27%, 10% , 16%, et 16%. La fréquence du cancer du sein la plus faible représente 3% présente chez les patientes qui ont un frère atteint d'un cancer, (Tableau 13).

- Antécédents aux autres types de cancer et lien de parenté :

Tableau 14: Répartition du cancer du sein chez les patientes en fonction des antécédents familiaux aux autres types de cancer et les liens de parenté

Type de cancer	Patientes n(%)	Lien de parenté
Cerveau	1(3.33%)	Oncle
Colorectal	2(6.7%)	Père, oncle
Estomac	5(16.7%)	Mère, père, cousine, GPM, GPP.
FOIE	1(3.33%)	Sœur
Larynx	1(3.33%)	Tante
Leucémie	3(10%)	GPM, Oncle, Frère.
Matrice	1(3.33%)	Sœur
Neurologique	1(3.33%)	Père
Nuque	1(3.33%)	Cousin
OREILLE	1(3.33%)	Cousin
Osseux	2(6.7%)	Tante, Oncle.
Poumon	1(3.33%)	Mère
Prostate	3(10%)	Père
Thyroïdien	1(3.33%)	Mère
Tube digestif	1(3.33%)	Oncle
Utérus	2(6.7%)	Cousine, GMM.
Vessie	3(10%)	Père, GPP

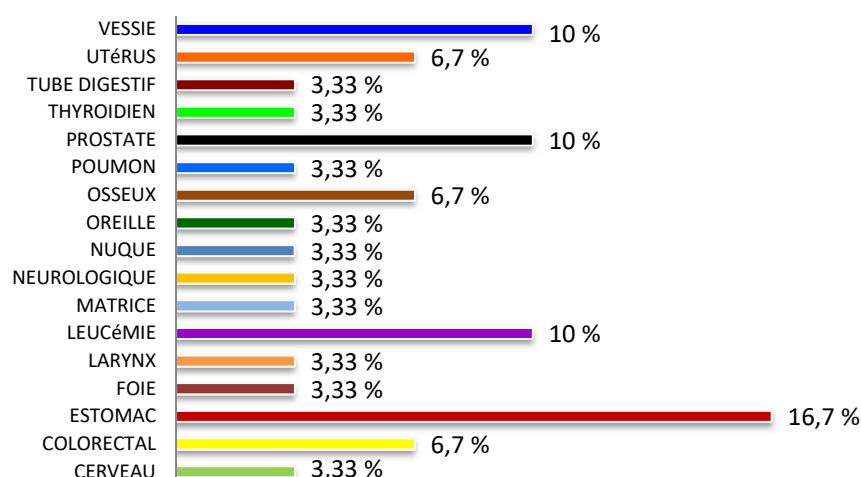


Fig. 8. Répartition du cancer du sein chez les patientes en fonction des antécédents familiaux aux autres types de cancer et les liens de parenté

Nos résultats montrent que la fréquence la plus élevée est constatée chez les patientes qui présentent des antécédents familiaux au cancer d'estomac (16,7%), suivi par le cancer de leucémie, prostate, et vessie avec une fréquence similaire de 10% (Figure 07), (Tableau 14). La plupart de ces cancers sont manifestés chez des antécédents du 1^{er} et 2^{ème} degré.

4.4 FACTEURS DE PRONOSTIC

Afin d'étudier les facteurs de pronostic et leur risque sur le cancer du sein chez les femmes jeunes, nous avons procédé au calcul de leur fréquences. Des données obtenues sont regroupées dans le (Tableau 16).

1. Siège de localisation de la tumeur (sein touché).
2. Grade Le grade histo-pronostique de Scarff Bloom et Richardson (SBR).
3. Types anatomo-pathologiques.

Tableau 15 : Répartition du cancer du sein chez les femmes jeunes avec antécédents familiaux en fonction Caractéristiques tumorales anatomopathologique dans la population de Tlemcen, 2016

Caractéristiques	Patientes n (%)
1. Siège de localisation de la tumeur :	
Sein droit	41(45%)
Sein gauche	45(49.5%)
Deux seins	3(3.3%)
Imprécis	2(2.2%)
2. Grade SBR	
Grade I	1(1.1%)
Grade II	42(46.1%)
Grade III	24(26.3%)
Non gradé	9(9.89%)
Imprécis	15(16.4%)
3. Type anatomo-pathologique (histologique)	
Carcinome insitu (CIS)	2(2.2%)
Carcinome canalaire (CC)	2(2.2%)
Carcinome canalaire atypique (CCA)	6(6.6%)
Carcinome canalaire infiltrant (CCI)	56(61.5%)
Carcinome canalaire infiltrant lobulaire (CCIL)	3(3.3%)
Carcinome canalaire infiltrant polymorphe (CCIP)	7(7.7%)
Carcinome cribiforme	0
Comedocarcinome	0
Tumeurs phyllode	0
Imprécis (I D)	15(16.4%)

Le Tableau 15 étudie la caractéristique anatomo-pathologique de la tumeur chez les patientes de notre population et explique le siège de la localisation de la tumeur en fonction du sein touché, on remarque que les fréquences du cancer du sein chez les patientes qui présentent une tumeur localisé au sein droit sont convergentes avec une valeur respective de 45% et 49,5%. Par opposé aux femmes qui présentent une tumeur localisé aux deux seins avec une valeur très faible de 2,2%. L'étude de la répartition du grade SRB montre que-le grade le plus fréquent est le grade II avec une fréquence 46%, tandis que le grade III présente une fréquence de 26% et le grade I présente une fréquence presque nulle de 1%. Le type histologique des tumeurs présentent chez notre population montre que : un carcinome canalaire infiltrant avec une fréquence 61.5% les autre types tel que le carcinome insitu (CIS) (2,2%), carcinome canalaire (CC) (2,2%), carcinome canalaire atypique (CCA) (6,6%), carcinome canalaire infiltrant lobulaire (CCIL) (3,3%) et polymorphe (CCIP) (7,7%), ne dépassent pas le 40% réunies.

5 DISCUSSION

L'analyse des différents facteurs intervenant dans l'augmentation du risque de cancer du sein nous a permis d'atteindre quelque résultats qui sont décrits dans cette discussion.

L'âge : L'âge est le facteur du risque le plus important. Nos résultats montrent que le cancer du sein touche des femmes jeunes (≤ 45 ans) avec des fréquences de 68% chez les femmes âgées de 25-35 ans. Alors que les données de la littérature indiquent que la maladie est rare à cet âge et que le risque augmente entre 50 et 85 ans (3). Selon une étude menée à Oran où le cancer du sein touche les femmes âgée de 35-45 ans avec une fréquence de 27%, l'étude des facteurs de risque montre que la maladie touche surtout les femmes jeunes (13).

Les facteurs environnementaux jouent un rôle très important sur l'influence de l'apparition du cancer du sein telle que la **région géographique**, race et ethnicité. Les résultats attribués à notre population notent que la fréquence la plus élevée est

retrouvée chez les patientes habitantes à la ville de Tlemcen de 34.1%, et ses agglomérations telles que Maghnia (13.2%), Bab El Assa (11%), Remchi (14.3%), et Ouled Mimoun (11%). On remarque que la fréquence est élevée dans le nord de la wilaya par rapport au sud et à l'ouest par rapport à l'est. Dans le monde, le risque accru de ce cancer féminin est constaté en Amérique du Nord et Europe, et le faible en Asie, l'Afrique et Amérique du sud, cela reflète probablement à la fois la présence de facteurs génétiques propres aux populations, mais aussi des différences du mode de vie et d'exposition à l'environnement (5).

L'âge à la ménarchie, l'âge à la première grossesse, la parité, le temps écoulé entre l'âge des **premières règles** et ainsi la **première grossesse**, ont été étudiés spécifiquement dans le cas des femmes jeunes (14). Des premières règles précoces et l'âge avancés de la première grossesse induisant un sur risque de cancer mammaire chez des femmes de moins de 40 ans, alors que le rôle protecteur d'un nombre élevé de grossesses n'apparaît que chez les femmes ménopausées (14). La fréquence du cancer du sein est notée de 25.3% chez les femmes ayant une ménarchie précoce dans notre population (avant 12 ans), elle est de 62.2% chez les femmes âgées de moins de 15 ans et elle est de 12.1% chez les femmes âgées de plus de 15 ans ce qui confirme l'hypothèse qui dit « plus la ménarchie survient tôt, plus le risque de cancer du sein semble être élevé ». Ce facteur serait associé à la durée d'exposition aux œstrogènes chez la femme (15). L'association grossesse et cancer du sein est retrouvé dans 18% des cancers du sein des femmes de moins de 30 ans, au moyenne de 3% des cancers du sein surviennent pendant la grossesse ou dans l'année qui suit. On note une fréquence très élevée chez les patientes qui ont une première grossesse avant 25 ans avec une fréquence de 40.7%. **La contraception** est aussi un facteur modificateur de risque, selon les données de la littérature on note que le risque du cancer du sein est accru chez les utilisatrices récentes et faibles chez les non utilisatrices. Notre étude montre que les femmes utilisatrices de contraceptif oraux durant une période de 10 ans sont plus exposées au cancer du sein (5). Un âge avancé à la ménopause a souvent été décrit comme augmentant le risque du cancer du sein (16). Nos résultats concordent avec ses données puisque 22% des femmes ménopausées âgées moins de 45 ans présentent un risque de 30% moins que chez les femmes ménopausées. Les patientes préménopausées semblent plus exposées au cancer mammaire que les patientes postménopausées.

Les antécédents familiaux de cancer mammaire sont diversement appréciés dans les séries de femmes jeunes atteintes de cancer du sein ; 8.5% pour **Escoute et al**, dans une série de 140 femmes de moins de 35 ans, 13% pour **Kothari et al**, qui n'ont pas retrouvé de différences entre les groupes d'âge de moins de 25 ans et de 25 à 35 ans et 11% pour **Walker et al** dans le groupe de moins de 35 ans, contre 18% pour le groupe de 35 à 40 ans. Chan et al, en revanche, ont retrouvé un taux de 29% quand l'âge était inférieur à 35 ans. Cette fréquence élevée d'antécédents familiaux de cancer du sein est liée à un risque accru d'une mutation germinale des gènes BRCA (9).

Nos résultats sont presque les mêmes que ceux **Chan et al** avec une fréquence de 31% chez les patientes de moins de 35ans. L'histoire familiale et la mutation d'un des gènes de susceptibilité présentent un risque accru de développer un cancer du sein. On note que le risque augmente avec le nombre de parents au premier degré atteints.

Sur **le plan histologique**, le carcinome canalaire infiltrant est le type histologique le plus fréquent ; son agressivité est liée à une plus grande fréquence des cancers indifférenciés (grade III). Un index de prolifération élevé, la présence d'embolies vasculaires, une sous expression des récepteurs hormonaux et un envahissement ganglionnaire. **Mc Aree et al**, ont rapporté 40.7% de grade III, alors que **Bertheau et al**, ont retrouvé un grade III dans 60% des cas et Colleoni et al dans 61.9% de cas (7). Dans notre série, le carcinome canalaire infiltrant représente 61.5% et le grade III 26.3%, tandis que le grade II représente 46.1%. Nos résultats sont en général similaires à ceux de la littérature qui montrent cette interaction « facteur de risque – cancer du sein ». Toutefois, quelques contradictions ont été notées à cause de la taille de la population.

6 CONCLUSION

Le cancer du sein est une maladie complexe influencée par l'effet de plusieurs facteurs génétiques et environnementaux. On ne sait pas précisément ce qui est à l'origine de cette maladie ; il s'agit d'une maladie dite multifactorielle. De nombreuses facteurs, dont les antécédents familiaux, interviennent mais n'expliquent pas à eux seuls le cancer.

La définition du cancer du sein de la femme jeune n'est pas univoque. Différentes études ont défini une femme « jeune » comme correspondant à une femme de moins de 30, 35, 40, 45ans ou simplement non ménopausées. Le cancer du sein chez les patientes jeunes est en augmentation. Il ne semble pas différent de celui des femmes plus âgées dans sa présentation clinique que dans son évolution, en revanche, il se distingue par des caractéristiques biologiques souvent plus agressives, par une plus grande prédisposition génétique et par un retard de diagnostic. Expliquant le stade avancé au moment du diagnostic.

Dans ce travail, on a tenté d'évaluer la contribution de facteurs génétiques sur le développement de cancer du sein dans une cohorte des patientes à risque élevé de la population appartenant à la wilaya de Tlemcen, enrichie par des facteurs génétiques de susceptibilité (présence des antécédents familiaux). Finalement, comprendre la contribution génétique et les déterminants héréditaires de la maladie est essentiel pour la diagnostiquer.

REFERENCES

- [1] PLAN NATIONAL CANCER 2015-2019. Nouvelle vision stratégique centrée sur le malade, Algérie, 174.
- [2] HAMDI-CHRIF M, ZAIDI.Z, ABDELLOUCHE D, HAMDI S, LAKHDARI N, DJEMA BENDJAZIA A, LAOUMARI S, MAHNANE A, MOUSSAOUI H, KADRI L, et GUERRA D, 2010. Registre du cancer du Sétif (Algérie) : incidence, tendance et survie, 1986-2005. Springer-Verlag, 2 : 245-258.
- [3] HENAOUI L, 2015. Epidémiologie, Facteurs de risque du cancer du sein étude Cas- Témoins wilaya de Tlemcen 2011-2012. Faculté de médecine université de Tlemcen, 147.
- [4] PASTERNAK J.J, 2003. Génétique moléculaire humaine «une introduction aux mécanismes des maladies héréditaires». Boeck université, 511.
- [5] DESJARDINS S, 2010. Analyse de gènes candidats au cancer du sein impliqués dans les interactions avec BRCA1 et BRCA2. Faculté de médecine à université de LAVAL Québec, 215.
- [6] KIERSZENBAUM L.A, 2006. Histologie et biologie cellulaire «Une introduction à l'anatomie pathologique», Boeck université, 619.
- [7] ZNATI K, BENNIS S, ABBASS F, AKASBI Y, CHBANI L, ELFATEMI L, HARMOUCH T, AMARTI.A, 2010. Cancer du sein chez la femme jeune dans le Nord-Est du Maroc, Elsevier Masson, 6.
- [8] BAKKALI H, MARCHAL C, LESUR-SCHWANDER A, VERHAEGHE L, 2003. Le cancer du sein chez la femme de 30 ans et moins, Scientifiques et médicales Elsevier SAS, 152-159.
- [9] BOUFETTAL H, .NOUN M, SAMOUH N, 2010.Cancer du sein chez la femme jeune au Maroc. Elsevier Masson France, 698-703.
- [10] FAUNTEUN J, 1999. la prédisposition héréditaire au cancer du sein liée à BRCA1 et BRCA2 : une maladie de la réponse aux lésions génotoxiques ?, laboratoire de génétique oncologique, institut Gustave-Roussy-France-,38-44.
- [11] GONÇALVES A, MORETTA J, EISINGER.F, BERTUCCI F ,2013. Médecine personnalisée et cancer du sein : médecine anticipatoire, évaluation pronostique et ciblage thérapeutique. Bulletin du cancer, 1295-1310.
- [12] Registre des cancers de Tlemcen, 2006-2010, Service épidémiologie, CHU Tlemcen, 37.
- [13] TERKI K, MESSID N, MEGUENNI I, DABLAOUI F, DJAROUD Z, MOKHTARI L, CHAFI B, 2012. Cancer du sein Epidémiologie et facteurs de risque (CHU° Oran 2008-2009), CHU Oran Algérie, 257,258.
- [14] NKONDJOCK.A, GHADIRIAN.P, 2015. Facteurs de risqué du cancer du sein. médecine et science, 21 :175-180.
- [15] ZNATI K, BENNIS S, ABBASS F, AKASBI Y, CHBANI L, ELFATEMI L, HARMOUCH T, AMARTI.A, 2010. Cancer du sein chez la femme jeune dans le Nord-Est du Maroc, Elsevier Masson, 6.
- [16] Mesli Taleb-Bendiab F,et El kebir FZ , 2012. Histoire familiale du cancer du sein dans l'Ouest algérien : état des lieux. Springer- Verlag, 27-31.

Appréciation de la mise en valeur du bois d'œuvre sur pied au chantier d'exploitation forestière de Nteno à Oshwe, RD Congo

[Assessment of the development of standing timber at the Nteno logging site in Oshwe, DR Congo]

N. NSHOBOLE¹, N.J. SEMEKI², and B.D. KADIATA²

¹Faculté des Sciences Agronomiques, Université Catholique de Bukavu, République Démocratique du Congo, RD Congo

²Département de Gestion de Ressources Naturelles, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Kinshasa, RD Congo

Copyright © 2018 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: Logging in the Democratic Republic of Congo remains of selective type characterized at each step by prevailing losses of timber wood. In order to enable the Société de Développement Forestier (SODEFOR) setting up a system of maximum recovery of timber, the major logged tree species, the harvest index (coefficient) of felled trees and the loss of merchant logs were assessed in the forest blocks 91 and 95 of the Nteno concession at Oshwe. SODEFOR has so far mainly exploited 21 tree species of which 7 making up 33% are subjected to intensive logging. These are *Millettia laurentii*, *Guibourtia demeusei*, *Pterocarpus soyauxii*, *Staudtia kamerunensis*, *Prioria oxyphylla*, *Canarium schweinfurthii* and *Copaifera mildbraedii*. The harvest index of these tree species varied from 6% for *Canarium schweinfurthii* to 113% for *Guibourtia demeusei*. This recovery rate was influenced by both the market requirements as well as the density and exploitability size (dimension) of each tree species. Over total wood volume of a felled tree, including that of branches of at least 35 cm diameter, nearly 75% were merchantable while 25% were wasted in forest. For *Millettia laurentii*, the rate of recovery was the lowest at 64% against 82% recorded in *Prioria balsamifera*.

KEYWORDS: Logging, tree species, harvest index, timber loss.

RESUME: L'exploitation forestière en République Démocratique du Congo est du type sélectif et à chacune de ses étapes, s'observent des pertes de bois. Afin de permettre à la Société de Développement Forestier (SODEFOR) de mettre en place un système de récupération maximale de la matière ligneuse ; les principales essences exploitées, le coefficient de prélèvement de certains arbres et les pertes de bois marchand ont été évalués dans les blocs 91 et 95 du chantier de Nteno à Oshwe. La SODEFOR a exploité essentiellement 21 essences dont 7 soit 33% font l'objet d'une exploitation intensive (*Millettia laurentii*, *Guibourtia demeusei*, *Pterocarpus soyauxii*, *Staudtia kamerunensis*, *Prioria oxyphylla*, *Canarium schweinfurthii*, *Copaifera mildbraedii*). Le taux de prélèvement des essences a varié de 6% pour *Canarium schweinfurthii* à 113% pour *Guibourtia demeusei*. Ce taux est influencé autant par les exigences du marché que par la densité et la dimension d'exploitabilité de chaque essence. Sur le volume total de bois d'un arbre abattu, en y incluant les branches d'au moins 35 cm de diamètre, environ 75% sont commercialisés et 25% abandonnés comme rebuts en forêt. Pour *Millettia laurentii*, le taux de récupération a été le plus faible de 64% contre 82% pour *Prioria balsamifera*.

MOTS-CLEFS: Exploitation forestière, essence, taux de prélèvement, pertes en bois.

1 INTRODUCTION

Les forêts de la République Démocratique du Congo (RDC) couvrent une superficie estimée à 155.5 millions d'hectares dont 99 millions de forêts denses humides, soit 67 % du territoire national [1]. Selon les estimations faites par le Service Permanent d'Inventaire et d'Aménagement Forestier vers les années 80, un volume brut de plus d'un millions de m³ serait disponible. Ce potentiel ligneux pourrait permettre une exploitation annuelle de treize millions de m³ avec une révolution de 80 ans.

La mise en valeur de ces ressources forestières permettrait de relever l'économie du pays avec possibilité d'enrichir et de diversifier la vie rurale. Cependant, malgré ses potentialités, la production effective du bois d'œuvre qui peine à retrouver son niveau d'avant le conflit armé de 1999 à 2003, soit 300.000 m³/an, reste jusqu'ici modeste et même très faible. Le secteur forestier ne contribue alors qu'à environ 1 % au PIB bien en deçà des autres pays de la sous-région d'Afrique centrale [2, 3]. Le secteur fait face à certaines contraintes logistiques telles que le mauvais état des infrastructures de transport et l'engorgement du seul port d'exportation, Matadi.

Par ailleurs, l'exploitation industrielle du bois d'œuvre en RDC est très sélective. Les entreprises se focalisent sur un petit nombre d'essences dont la valeur commerciale est la plus grande à l'exportation. Ce mode d'exploitation s'apparente à l'écémage qui n'est pas écologiquement durable [1, 3, 4]. Lors des opérations forestières, les pertes de bois sont également occasionnées tant par les défauts observés sur la matière ligneuse que par de mauvaises techniques d'exploitation et de sélection de bois sur les parterres de coupe. L'importance de sous-produits issus de l'exploitation forestière, notamment les branches et la souche, nécessite une attention particulière en vue de leur valorisation afin de garantir une utilisation plus rationnelle des produits ligneux.

C'est dans ce contexte que la présente étude qui est une contribution à l'utilisation soutenue de bois d'œuvre en RDC, s'attèle à évaluer les pertes de bois après abattage en déterminant le volume abandonné en forêt comparativement à celui valorisé au chantier d'exploitation forestière de Nteno de la SODEFOR à Oshwe. Il s'agit d'une étude de l'efficacité d'utilisation d'arbres sous exploitation dans la concession d'une entreprise privée.

2 MATERIEL ET METHODE

2.1 MILIEU

La concession forestière de la SODEFOR à Nteno, objet de cette étude, est située dans le territoire d'Oshwe, district de Mai-Ndombe dans la province de Bandundu, RDC. Elle s'étend entre 2°45' et 3° 25' de latitude Sud et 18° 40' et 19° 20' de longitude Est sur une superficie totale de près de 120 288 ha. La concession connaît un climat de transition entre le type équatorial et le type tropical ; avec une température moyenne annuelle de 24,4°C et les précipitations moyennes annuelles de 1600 mm [5]. La végétation est essentiellement composée de forêts secondaires, forêts denses humides et semi-caducifoliées mais dont près de ¾ ont été parcourus par l'exploitation forestière [6].

2.2 MATÉRIEL

Dans le cadre de cette étude, le matériel suivant a été utilisé : (1) les arbres sur pied, (2) les grumes, (3) les souches et branches des arbres, (5) un mètre ruban et (6) une machette. Ce matériel a permis, entre autres, d'estimer le volume, les pertes de bois et le coefficient d'exploitation.

2.3 MÉTHODES

2.3.1 COLLECTE DES DONNÉES

Les informations recueillies sur le terrain ont essentiellement porté sur les relevés de la prospection, du volume abattu et de bois abandonné en forêt sous forme de souche et de branches dans les blocs 91 et 95 du chantier de Nteno d'octobre à décembre 2011. Le choix porté sur ces deux blocs est dû au fait qu'ils étaient en cours d'exploitation pendant cette période de recherche. Les données récoltées ont permis de déterminer le coefficient d'exploitation ou taux de prélèvement, qui est le rapport entre le volume abattu et le volume inventorié ; et le coefficient de commercialisation correspondant au rapport entre le volume commercialisable et le volume brut sur pied [7, 8]. Le reconditionnement des grumes n'étant pas pratiqué sur le chantier, il a été difficile de pouvoir calculer le coefficient de reconditionnement afin d'en déduire celui de recollement. Six essences de grande valeur commerciale (*Millettia laurentii*, *Prioria balsamifera*, *Pterocarpus soyauxii*, *Copaifera mildbraedii*,

Canarium schweinfurthii, *Guibourtia demeusei*) qui figurent parmi celles qui sont les plus exploitées, ont été sélectionnées pour l'estimation des pertes de bois après l'exploitation par la SODEFOR.

2.3.2 TRAITEMENT DES DONNÉES

Les données sur la prospection, le volume abattu et les pertes de bois après exploitation ont été saisies dans le logiciel Microsoft Excel pour assurer leur contrôle et apurement. Le volume de la grume, de la souche et des branches [8] a été calculé selon la formule $V = \frac{\pi}{4} L \cdot D^2$ (1) dans laquelle V = volume de la grume en m³ ; L = longueur de la grume ou hauteur de la souche en m et D = diamètre moyen de la grume ou de la souche en m.

Le diamètre moyen de la grume a été déterminé en prenant deux mesures perpendiculaires de diamètre sur chaque bout de la grume comme suit :

$$D = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4}{4} \quad (2)$$

De même, le diamètre moyen de la souche était obtenu de deux mesures prises perpendiculairement sur la surface de la souche. Le volume des branches a été estimé comme suit :

$V_{Br.} = \frac{L \times Circ^2}{4\pi}$ (3) avec $V_{Br.}$: Volume branche en m³ ; L : Longueur branche en m et Circ : Circonférence branche en m. A l'issue de ces calculs, des résultats ont été déduits de leur traitement à l'aide du logiciel Microsoft Excel.

3 RESULTATS

3.1 ESSENCES EXPLOITÉES

Les relevés de la prospection indiquent que 46 essences forestières ont été dénombrées lors de l'inventaire d'exploitation des blocs 91 et 95 au chantier de Nteno (Tableau 1).

Parmi ces 46 essences identifiées, 21 essences, soit 45,6%, ont effectivement été exploitées. Outre ces dernières, 7 seulement soit le tiers que sont *Millettia laurentii*, *Guibourtia demeusei*, *Pterocarpus soyauxii*, *Staudtia kamerunensis*, *Prioria oxyphylla*, *Canarium schweinfurthii* et *Copaifera mildbraedii* font l'objet d'une exploitation intensive par la SODEFOR au chantier forestier de Nteno.

Tableau 1. Essences inventoriées dans les blocs 91 et 95 à Nteno : identification et diamètre minimum d'exploitation fixé.

Classe	Nom scientifique	Nom commercial	Famille	DME (cm)
1.	<i>Afzelia bipindensis</i>	Doussié rouge	Caesalpiniaceae	60
	<i>Aningeria robusta</i>	Aningre	Sapotaceae	60
	<i>Entandrophragma angolense</i>	Tiama	Meliaceae	80
	<i>Entandrophragma candollei</i>	Kosipo	Meliaceae	80
	<i>E. cylindricum</i>	Sapelli	Meliaceae	80
	<i>Entandrophragma utile</i>	Sipo	Meliaceae	80
	<i>Guarea cedrata</i>	Bossé clair	Meliaceae	60
	<i>Guibourtia demeusei</i>	Bubinga	Caesalpiniaceae	60
	<i>Hallea stipulosa</i>	Abura	Rubiaceae	60
	<i>Khaya anthotheca</i>	Acajou d'Afrique	Meliaceae	80
	<i>Lovoa trichilioides</i>	Dibetou	Meliaceae	80
	<i>Milicia excelsa</i>	Kambala/Iroko	Moraceae	80
	<i>Millettia laurentii</i>	Wenge	Fabaceae	60
	<i>Pericopsis elata</i>	Afromosia	Fabaceae	60
	<i>Prioria balsamifera</i>	Tola blanc	Caesalpiniaceae	60
	<i>Pterocarpus soyauxii</i>	Padouk	Fabaceae	60
2.	<i>Albizia ferruginea</i>	Iatandza	Mimosaceae	50
	<i>Austranella congolensis</i>	Mukulungu	Sapotaceae	80
	<i>Brachystegia laurentii</i>	Bomanga	Caesalpiniaceae	80
	<i>Erythrophleum suaveolens</i>	Tali	Caesalpiniaceae	50
	<i>Guarea laurentii</i>	Diambi	Meliaceae	60

	<i>Guarea thompsonii</i>	Bosse foncé	Meliaceae	60
	<i>Morus mesozygia</i>	Difou	Moraceae	60
	<i>Ongokea gore</i>	Angueuk	Olacaceae	60
	<i>Piptadeniastrum africanum</i>	Dabema	Mimosoideae	60
	<i>Prioria oxyphylla</i>	Tshitola	Caesalpiniaceae	80
	<i>Pycnanthus angolensis</i>	Ilomba	Myristicaceae	80
	<i>Sarcocephalus diderichii</i>	Bilinga	Rubiaceae	60
	<i>Staudtia kamerunensis</i>	Niové	Myristicaceae	50
3.	<i>Alstonia boonei</i>	Emien	Apocynaceae	80
	<i>Antiaris welwitschii</i>	Ako	Moraceae	50
	<i>Antrocaryon nannanii</i>	Onzabili	Anacardiaceae	60
	<i>Beilschmiedia congolana</i>	Kanda brun	Lauraceae	60
	<i>Canarium schweinfurthii</i>	Aiéélé	Burseraceae	60
	<i>Chrysophyllum lacourtianum</i>	Longhi rouge	Sapotaceae	60
	<i>Copaifera mildbraedii</i>	Etimoe	Caesalpiniaceae	60
	<i>Mammea africana</i>	Oboto	Clusiaceae	60
	<i>Scorodophloeus zenkeri</i>	Divida	Caesalpiniaceae	50
	<i>Tieghemella heckelii</i>	Makore	Sapotaceae	80
	<i>Tessmannia africana</i>	Wamba	Caesalpiniaceae	50
4.	<i>Baillonella toxisperma</i>	Moabi	Sapotaceae	60
	<i>Berlinia grandiflora</i>	Ebiera	Caesalpiniaceae	60
	<i>Daniella pynaertii</i>	Faro	Caesalpiniaceae	60
	<i>Dialium corbisieri</i>	Eyoum	Caesalpiniaceae	60
	<i>Monopetalanthus djumensis</i>	Andoug	Caesalpiniaceae	60
	<i>Nesogordonia papaverifera</i>	Kotibe	Sterculiaceae	60

DME : Diamètre minimum d'exploitation

3.2 TAUX DE PRÉLÈVEMENT PAR ESSENCE

Le taux de prélèvement des arbres d'essences choisies a accusé une considérable variation s'étendant de 6 à 113% fort vraisemblablement en raison de la demande sur le marché (Tableau 2).

Tableau 2. Taux de prélèvement d'arbres abattus par essence au chantier forestier SODEFOR de Nteno.

Essence	Nom commercial	Nbre tiges Inventoriées			Nbre tiges exploitées			Coeff. d'exploitation (%)		
		Bloc 91	Bloc 95	Total	Bloc 91	Bloc 95	Total	Bloc 91	Bloc 95	Moyenne
<i>M. laurentii</i>	Wenge	561	810	1371	225	646	871	40	80	63
<i>P. balsamifera</i>	Tola	73	33	106	27	8	35	37	24	33
<i>P. soyauxii</i>	Padouk	125	181	306	127	147	274	102	81	89
<i>C. mildbraedii</i>	Etimoe	35	48	83	30	34	64	86	71	77
<i>C. schweinfurthii</i>	Aiele	174	277	451	19	7	26	11	3	6
<i>G. demeusei</i>	Bubunga	31	187	218	62	185	247	200	99	113
Total		999	1536	2535	490	1027	1517	49	67	60

Nbre : nombre ; Coeff : coefficient

Canarium schweinfurthii (6%) et *Prioria balsamifera* (33%) ont eu un faible taux de prélèvement contrairement à *Millettia laurentii* (63%), *Copaifera mildbraedii* (77%), *Pterocarpus soyauxii* (89%) et *Guibourtia demeusei* (113%). Les deux premières essences offrent du bois de déroulage pour le marché local tandis que les quatre autres sont principalement destinées à l'exportation. Le taux supérieur à 100% obtenu pour *Guibourtia demeusei* résulte de l'oubli de certaines tiges exploitables lors de la prospection mais qui ont été retrouvées lors de la coupe.

3.3 VOLUME DE SOUCHE ET DE BRANCHES PAR ESSENCE

La hauteur d'abattage des arbres a été variable en fonction de la présence ou non des contreforts ou autres malformations à la base (Tableau 3).

Pterocarpus soyauxii a été abattu à une hauteur moyenne plus élevée que toutes les autres essences, suivi de *Guibourtia demeusei*, en raison de la présence à leur base respectivement des contreforts et des empattements. A l'opposé, *Prioria balsamifera* qui a une forme ronde (cylindrique) à la base était abattue beaucoup plus bas. Les branches obtenues ont accusé des dimensions non négligeables dont un diamètre moyen d'environ 56 cm variant entre 63 et 51 cm et une longueur moyenne de 4,28 m dans l'intervalle de 5,02 à 5,76 m. Les billes étant dans la pratique mesurées à partir de 1,80 m de longueur, une branche à ces dimensions nécessite d'être valorisée par la transformation afin d'améliorer le taux d'utilisation des arbres abattus et, ainsi de réduire les pertes de bois sur les parterres de coupe et conséquemment la pression sur la forêt.

Tableau 3. Volume de souches et branches d'arbres abattus par essence à la SODEFOR.

Essence	Hauteur souche (cm)	D. souche (cm)	V. souche (m ³)	branche (m)	D. branches (cm)	V. branches (m ³)	Nbre moyen de branches	V _t branches (m ³)	Vol. total (m ³)
<i>M. laurentii</i>	61.6	75	0.274	5.76	54.8	1.357	2	2.713	2.987
<i>P. balsamifera</i>	49.1	126	0.611	5.30	53.8	1.205	1	1.205	1.816
<i>P. soyauxii</i>	86.4	70	0.331	3.02	50.6	0.608	1	0.608	0.939
<i>C. mildbraedii</i>	49.2	123	0.582	3.39	58.0	0.894	1	0.894	1.476
<i>C. schweinfurthii</i>	60.6	92	0.405	4.12	63.0	1.286	1	1.286	1.691
<i>G. demeusei</i>	75.5	113	0.208	4.11	56.4	1.025	2	2.050	2.238
Moyenne	63.7	99.8	0.402	4.28	56.1	0.896		1.459	1.858

D : diamètre moyen ; V : volume ; V_t : volume total ; Nbre : nombre

3.4 MISE EN VALEUR DE BOIS ABATTUS

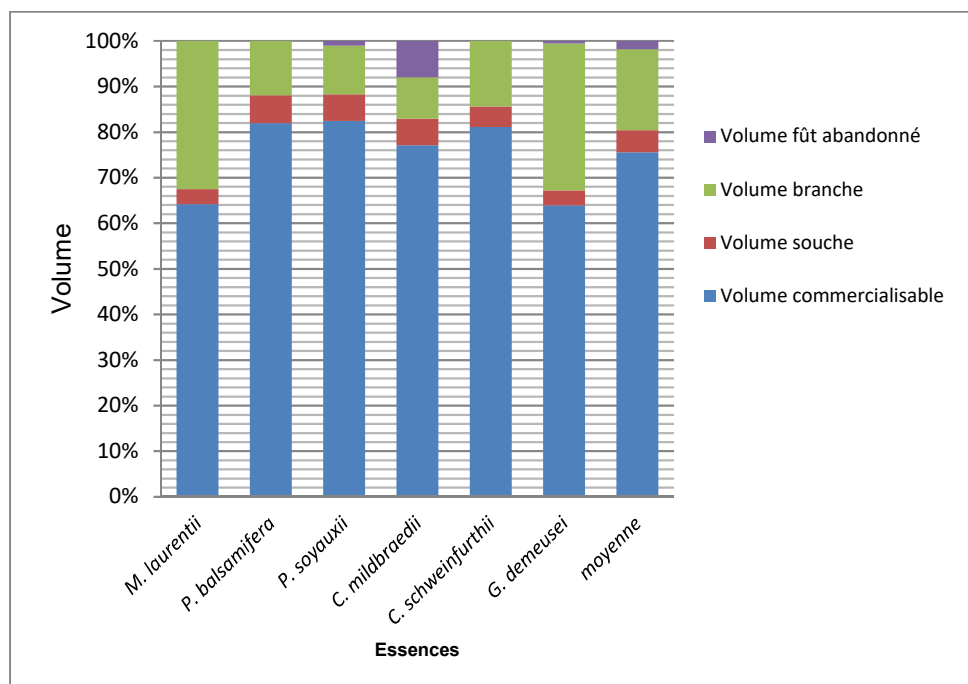


Fig. 1. Répartition de différents types de volume par essence

Le volume moyen de bois issu des branches à 35 cm de diamètre et plus les souches mais également celui obtenu à partir de fûts abandonnés sur base du volume moyen de bois commercialisable est présenté dans la Figure 1.

Pour un arbre sur pied en incluant les branches ayant 35 cm de diamètre et plus, globalement 75% de son volume sont commercialisés alors que le reste est perdu sous forme de souches, branches et billes abandonnées en forêt. Toutefois, pour un arbre abattu de *Millettia laurentii* et *Guibourtia demeusei*, environ 36 % du volume sont abandonnés en forêt tandis que ces pertes représentent à peu près 15% pour *Copaifera mildbraedii*. Le taux de rebut est plus fonction de nombre de branches. En effet, des observations faites sur terrain on note que plus de la moitié de ces rebuts ont été constituées de branches. La quantité de fûts abandonnés par contre est demeurée négligeable, témoignant qu'une sélection rigoureuse des arbres sur pied suivant leurs caractéristiques apparents a bien été opérée lors de la prospection.

4 DISCUSSION

Les résultats de cette étude indiquent que la SODEFOR focalise son exploitation sur un nombre très réduit d'essences pour pouvoir satisfaire la demande du marché au niveau international. Il avait déjà été souligné [4] que sur les 86 essences exploitées dans les forêts tropicales, 78 sont présentes dans les forêts de la RDC. Toutefois, 30 essences sont régulièrement exploitées et parmi lesquelles, 9 seulement font l'objet d'exploitation intensive, à savoir : *Azalia bipindensis*, *Diospyros canaliculata*, *Diospyros crassiflora*, *Diospyros grex*, *Entandrophragma angolense*, *Entandrophragma utile*, *Millettia laurentii*, *Pericopsis elata* et *Swartzia fistuloides*. La quasi-totalité des essences forestières cataloguées n'est donc pas valorisée par les exploitants forestiers en RDC du fait de l'absence d'une bonne administration forestière caractérisée par la faiblesse de l'inspection et d'un bon climat des affaires devant offrir des opportunités de transformation du bois au niveau local mais également du fait d'un marché réduit et/ou des prix ne garantissant pas la rentabilité sur des concessions éloignées des ports [3]. En effet, ces auteurs soulignent également que l'écart entre le prix de vente des essences dites secondaires et le prix de revient de leur production ne favorise pas leur valorisation et constitue actuellement une forte contrainte à la diversification des productions. Ceci explique pourquoi SODEFOR comme nombreuses autres entreprises forestières du pays capitalisent sur les essences de grande valeur marchande à l'export et livrent essentiellement du bois en grumes malgré que la loi exige qu'au moins 70 % de la matière ligneuse exploitée soit transformé localement.

Le taux de prélèvement obtenu pour les différentes essences exploitées par la SODEFOR constitue un autre indice attestant de la pratique de l'exploitation sélective par les exploitants forestiers. Seules les essences exportées ont eu une proportion plus élevée de récolte contrairement à celles commercialisées localement ; ce qui prédispose à l'écémage.

Ce profil d'exploitation a été aussi dénoncé au niveau de tous les pays d'Afrique centrale. En effet, dans cette sous-région, il est rapporté que l'exploitation du bois d'œuvre est généralement très sélective [9]. Ainsi, elle concerne une liste limitée d'espèces commerciales telle qu'environ 0,4 à 3 individus sont prélevés par unité de surface alors qu'il n'existe pas en réalité des limitations du nombre d'individus à prélever à l'hectare. De fait, l'exploitation sélective du bois d'œuvre, en se focalisant sur un nombre réduit d'espèces et de pieds de qualité supérieure, se traduit par un « écémage » des peuplements hétérogènes car seuls les plus beaux pieds sont exploités ; les générations futures étant assurées par des individus de moindre qualité [10]. On assiste ainsi à un appauvrissement progressif du peuplement en certaines essences [11], voire à une perte de biodiversité fort compromettante pour l'avenir. L'application des normes d'aménagement durable des forêts s'avère nécessaire pour réduire l'impact de l'exploitation sur le peuplement résiduel mais également l'opérationnalisation du contrôle sur le terrain afin d'empêcher et de réprimer tous les actes commis en violation de la réglementation forestière.

Concernant la valorisation du volume des souches et branches, des pertes de matière ligneuse ont été relevées pour certaines essences ayant des contreforts ou empattements mais également des branches de diamètre égal ou supérieur à 56 cm. Pour tout arbre ayant des contreforts, les normes nationales d'exploitation forestière à impact réduit exigent de pratiquer l'égo-belage afin d'optimiser le rendement de la matière ligneuse et de réduire l'impact de l'exploitation forestière sur la forêt [12]. Les résultats obtenus démontrent une fois de plus, le non-respect de ces directives par la SODEFOR mais également du faible niveau de formation des équipes commises à l'abattage. Par ailleurs, les branches de diamètre supérieur à 56 cm abandonnées en forêt, sauf en cas de défaut majeur, devraient être valorisées pour au moins approvisionner le marché local. Le bois abandonné en forêt affecte alors la production ligneuse. Ces rebuts peuvent être capitalisés à l'usine locale pour produire les débités ou encore être utilisés afin de produire le charbon de bois, comme source d'énergie en faveur des travailleurs forestiers et des villageois des environs et de réduire ainsi le rythme de la déforestation.

5 CONCLUSION

L'exploitation d'un nombre réduit d'essences induisant la pratique d'écramage à large échelle et le volume de bois perdu en forêt sous forme de rebuts relevés dans cette étude suscitent des inquiétudes quant à l'avenir des forêts de production permanente en RDC. Pour relever ce défi, l'application des règles d'aménagement durable des forêts s'impose à tous les niveaux. Il revient à l'Etat congolais d'élaborer et de mettre en œuvre une politique forestière pouvant inciter les industriels à valoriser localement les essences des 2^{ème} et 3^{ème} classes, contrôler la gestion forestière en dotant les services spécialisés, notamment l'inspection forestière, des moyens adéquats humains, financiers et matériels. Pour optimiser le rendement des arbres abattus et réduire l'impact sur la forêt, l'exploitant forestier devra mettre en place des procédures de récupération des branches de plus de 35 cm de diamètre pour leur valorisation à l'usinage, renforcer les capacités des équipes de prospection et d'abattage, et enfin appliquer les règles d'exploitation forestière à faible impact par une planification des aires de coupe. Pour affiner les connaissances, cette étude ouvre d'autres perspectives de recherche sur le récolement d'autres espèces qui n'ont pas été analysées.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient vivement l'Agence Canadienne de Développement International (ACDI) pour avoir financé cette étude sous le programme FORGRN. La SODEFOR, pour avoir accueilli ces travaux de recherche au sein de sa concession de Nteno dans le Mai-Ndombe et pour l'appui sans réserve de son personnel, mérite toute notre reconnaissance.

REFERENCES

- [1] Eba'a Atyi, R., et Bayol, N., *Les forêts de la République Démocratique du Congo*, In : C. De Wasseige, D. Devers, P. de Marcken, R. Eba'a Atyi, R. Nasi, et Ph. Mayaux (Eds.), *Les forêts du Bassin du Congo. Etat des forêts 2008*, Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, pp. 115-128., 2009.
- [2] Eba'a Atyi, R., Devers D., De Wasseine, C., et Maisels, F., *Etat des forêts d'Afrique centrale : Synthèse sous-régionale*, In : C. De Wasseige, C. de Wasseige, D. Devers, P. de Marcken, R. Eba'a Atyi, R. Nasi et Ph. Mayaux (Eds.), *Les forêts du Bassin du Congo. Etat des forêts 2008*, Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, pp. 17-44, 2009.
- [3] Bayol, N., Demarquez, B., De Wasseige, C., Eba'a Atyi, R., Fisher, J.F, Nasi, R., Pasquiers, A., Rossi, X., Steil, M., et Vivien, C., *La gestion des forêts et la filière bois en Afrique Centrale*, In : C. De Wasseige, P. de Marcken, N. Bayol, F. Hiol Hiol, Ph. Mayaux, B. Desclée, R. Nasi, A. Billand, P. Defourny, et R. Eba'a Atyi (Eds.), *Les forêts du Bassin du Congo. Etat des forêts 2010*, Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, pp. 43-61, 2012.
- [4] Malele, M., Présentation du secteur forestier de la République Démocratique du Congo. Direction de la Gestion Forestière, Atelier de concertation, Kinshasa, Hôtel Memling, 13 juin 2005.
- [5] P. Menga, N. Bayol, R. Nasi, et A. Fayolle, « Phénologie et diamètre de fructification du Wenge, *Millettia laurentii* De Wild : Implications pour la gestion », *Bois et Forêts des Tropiques*, vol. 321, no.2, pp.31-41, 2012.
- [6] Menga, P., Ecologie des peuplements naturels de *Millettia laurentii* De Wild. Dans la région du lac Maï-Ndombe, en RD Congo. Implications pour la gestion d'une espèce exploitée. Thèse de doctorat : Faculté des Sciences, Département de Biologie de l'Université de Kinshasa (RD Congo), 209p, 2012.
- [7] Fournier, M., et Fouquet, F., « Estimation de la qualité des arbres sur pied », CIRAD, Montpellier, France, Série Forafri, n° 9, 22p, 1998.
- [8] ATIBT., *Dendrométrie et topographie : Formation de forestier aménagiste et de gestionnaire forestier*, Ecole Nationale des Eaux et Forêts du Cap Estérias, Libreville, Gabon. Association Technique Internationale des Bois Tropicaux, 47 p, 2006.
- [9] M. Ruiz Perez, D. Ezzine de Blas, R. Nasi, M. Sassen, J. Sayer, C. Angoué, N. Gami, O. Ndoeye, G. Ngono, J.C.bNginguiri, D. Nzala, B. Toirambe, et Y. Yalibanda, « Who is logging the Congo? », *Tropical Forestry Update*, vol. 4, pp 2-5, 2004.
- [10] J.L. Doucet, et C. Vermeulen, « Des forêts africaines à gérer durablement », *Le Journal des Ingénieurs*, vol. 132, pp. 18-21, 2011.
- [11] J.L Doucet, « La forêt dense humide africaine : quelles perspectives de gestion durable? », *Sylva Belgica*, vol. 115, pp. 2-5, 2008.
- [12] SPIAF, Guide opérationnel: Normes d'exploitation forestière à impact réduit. MECNT-Kinshasa-RDC, p. 11, 2007.

Using robotics laboratories like support of the teaching and learning methodologies

Jorge Hidalgo¹, Mitchell Vásquez-Bermudez¹⁻², Jose Salavarría¹, and Lorena Bravo²

¹Escuela de Ingeniería en Computación e Informática,
Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador

²Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Guayas, Ecuador

Copyright © 2018 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 Robotics has become a sign of progress and countries or companies that make use of it through robots manage to improve their productivity and efficiency; taking the view that in the future there will be a high consumption of these technological elements in society this document assesses whether the implementation of a robotics lab will create a learning environment based on student activity. An investigation instrument like the survey was used to ninth course of introduction to robotics in order to find the causes that hinder learning by the theoretical excess of knowledge and lack of practice. Definitions of robotics, educational robotics, methodologies and applied studies are briefly outlined. Finally the results of the analysis of the instrument by which students are motivated with the use of robots for collaborative learning complementing teacher teaching are presented.

KEYWORDS: Robotic, Teaching and learning process, Methodology, Didactics.

1 INTRODUCTION

Training in different educational fields has been considered as a transfer of knowledge, however in higher education it is intended that students construct knowledge in order to that the university system of quality samples and competitiveness and simultaneously incorporate active and collaborative methodologies that provide certain specific skills, complemented by the demand of society and the business sector [3].

Teachers handle very well the art of their specific science, however it is important the management of educational psychology, in other words as the student learns. Therefore David Ausubel, Joseph Novak and Helen Hanesian specialists in educational psychology from the University of Cornell, they have as precedent to Vigotsky, They have designed the theory of meaningful learning, long-term learning or the constructivist theory, whereby to learn it is necessary relate new learning from previous ideas of students [13].

To achieve the meaningful learning the teacher must link the previous knowledge gained by the student with the new ones, thus achieving real learning where they are concatenating with each other. Importantly, with this type of learning students they increase their self-esteem and feel motivated to learn.

We can say, therefore, with respect to materials and resources for learning, meaningful learning occurs if the material is related not arbitrarily in the peculiar cognitive structure of students [13].

Considering these aspects of the use of resources within the teaching work is essential to know how students learn and otherwise learning can be affected and not the objectives will be met.

Research present improvements in the interrelationship of Teacher-Student, inside and outside the classroom to use robotics laboratories either in person or online, serving as a tool to support the process of teaching and learning, stimulating their cognitive development and developing creativity for search for solutions.

2 DEVELOPMENT

According to the experts we all have within us the ability to create or invent, so it is essential to use and enhance the potential of students through meaningful learning where the variety of resources and technological elements such as robots are quite appealing to them causing additional motivation and raising interest in learning something new taking in some cases as a challenge. [2]

Within this context meaningful learning plays a key role in the transmission of knowledge sharing experiences with students in turn provide them the confidence to play a more active role in the educational process feeling the satisfaction of having achieved a recognized achievement both individually and in groups, arising out of the inner creativity that we are individuals and not as liabilities in their interests and forget their fears and insecurities.

Robotics has progressed rapidly both naturally and support in developing education based on cognitive theories of Jean Piaget. The mathematician and psychologist Seymour Papert developed within a stream called constructionism Constructivism [8] that lies at the heart of any learning process the learner, giving it a fully active role, expanding their knowledge through manipulation and construction of objects.

To this point it is involved in education appears as a new element called robotic education [9] covering multidisciplinary topics such as IT, electronics, physics, mechanics, among others, for that reason involves the design and construction of a robot to work in the student basic skills that are needed in society [4],[5],[7].

Building a robot involves the integration of some areas, first structural and morphological part requires knowledge of mechanics, some movements require knowledge of electricity, management interfaces robotic elements with the computer requires notions of electronic ; [12] and to control robot programming knowledge is needed in any language [6],[10],[11] all these disciplines are integrated but not separately from cognitively and technologically where students develop their own strategies for solving problems .

Currently what makes versatile robotic projects is the Arduino board which is a microcontroladora platform of free hardware with its own development environment designed to give ease the student in regards to electronics, so the most used was the Arduino Uno; but as projects increased complexity gave rise to different models as:

- Arduino Leonardo
- Arduino Due
- Arduino Yún
- Arduino Robot
- Arduino Esplora
- Arduino Mega ADK
- Arduino Ethernet
- Arduino Mega 2560
- Arduino Mini
- Arduino Nano
- Arduino Pro Mini
- Arduino Pro
- Arduino Micro
- Arduino Fio
- LilyPad Arduino USB
- LilyPad Arduino Simple
- LilyPad Arduino SimpleSnap
- LilyPad Arduino.

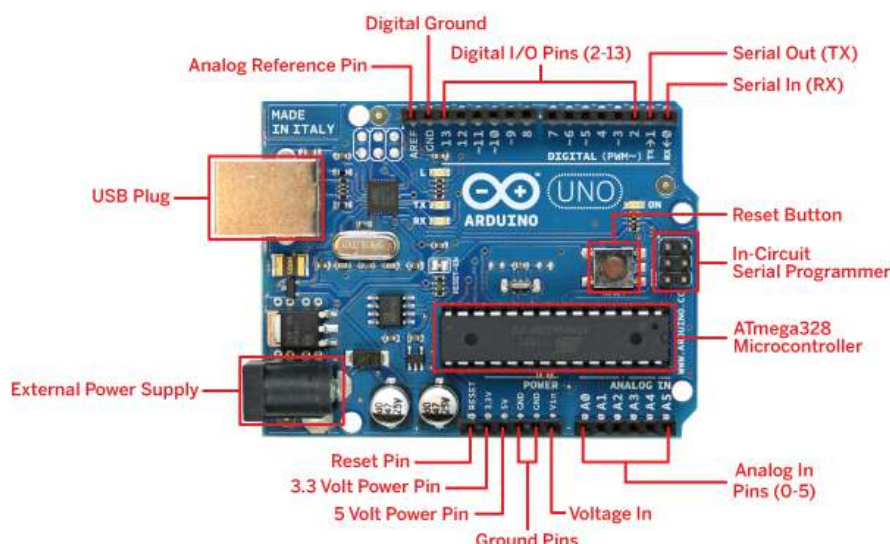


Fig. 1. Arduino Uno microcontroller

(Source: Arduino Microcontroller Based Online Ambient Monitoring Using Internet of Things., Page 13)

Depending on the complexity of the project is chosen Arduino model facilitating the management level components hardware and software which makes educational projects are feasible in a laboratory [14].

By using robots practical experimentation that helps students in the assimilation of knowledge in a theoretical way would not be so clear understanding creating confusion in the conceptualizations is done, besides the analysis of reality is reinforced by observing the different behaviors that can get to have robots with their environment and through the development of different applications to analyze the problems existing in the same.

In most cases, the implementation of robotics laboratories arises from the momentum of technological advances or a need to insert innovative technology to gain social recognition.

No doubt we must not forget that all these changes go hand in hand with the policy of free admission to college, and you need an organization of activities to account for professionals will play the leading role in demands society on the one hand, and the demands of the State on the other, knowing the investment made in general terms in Higher Education.

3 PROBLEMATIC

There is currently a high degree of concern about the system of teaching and learning ,so that some countries have taken measures for urgent change because problems arise in different strategic areas and quality of professionals is far from able to provide some optimal solution.

Actualmente existe un alto grado de preocupación por el sistema de enseñanza y aprendizaje, de tal manera que algunos países han adoptado medidas de cambio urgentes ya que se presentan problemas en diferentes áreas estratégicas y la calidad de profesionales dista mucho de poder brindar alguna solución óptima.

There is currently a high degree of concern about the system of teaching and learning, so that some countries have taken urgent measures change because problems arise in different strategic areas and quality of professionals is far from optimal solution to provide some.

The opinions and shared experiences in different fora at national and international levels indicate a marked trend where actions to train students are not going to carry out one hundred percent in the classroom, but appear new learning environments ranging consistent with the objectives of a knowledge society.

Changes that may occur in the educational system have to be permanent to smaller or larger scale, but above all that is required elements of the educational process: teachers, students and administrators involved from the outset in planning.

4 PURPOSE

Today has become a priority to improve the quality of teaching in universities and has been a concern on a large scale even considering initiatives European trends, however is taking a worried look more significant to university teaching, which by the way is nothing new as it did not consider teaching practices or serious improvements were established.

Teachers for the classroom and laboratories are equipped with projectors and computers have become a cold tradition where each imposes its rules and way of working.

Fueling the traditional part, it is achieved with a laboratory Robotics handle a dynamic methodology for collaborative learning by creating a pleasant working environment, allowing personal and professional development of students within a framework of competitiveness.

5 MATERIALS AND METHODS

This research work required a field research conducted by [1] in major cities (Quito, Cuenca and Guayaquil) where an overview of the situation of Robotics was established in Ecuador presenting a summary of the developed most significant achievements in universities such is the case of the National Polytechnic School, Catholic University of Ecuador, University of Espiritu Santo, Guayaquil Headquarters Salesian Polytechnic University, among others.

Similarly to corroborate these statistics, a survey in 2014 was applied to the students last cycle of the course Introduction to Robotics. The questions were designed in simple language with current terminology and varied in the educational and technological fields.

The central points of the questionnaire applied to students were:

- Technical Means importance of teaching for learning subjects.
- The use of means of teaching and learning by teachers}.
- Need for Dynamic Process Methodology for Teaching and Learning that involves the implementation of a Robotics Laboratory.
- Active participation and exchange of information on subjects related events.

6 RESULTS

According to the analysis it concluded that the proposed implementation of a robotics lab is important because according to surveys 100% of students considered that resources are not enough for experimentation of the course Introduction to robotics.

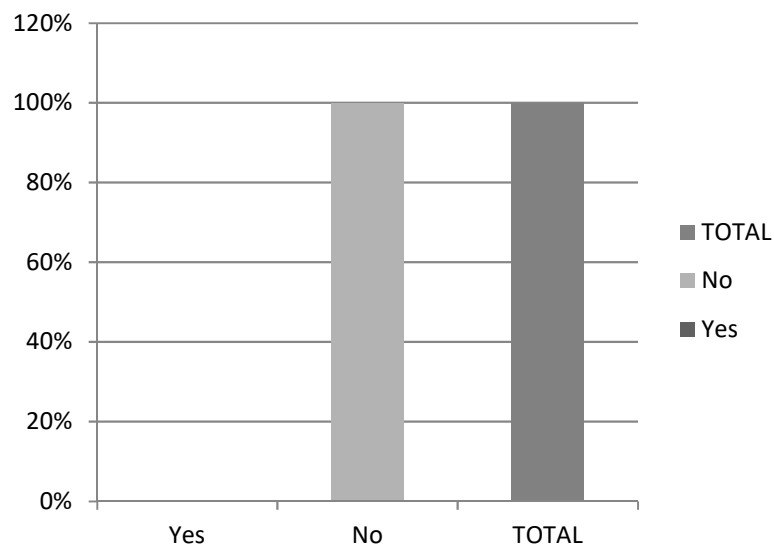


Fig. 2. Stock of teaching materials for experiments on the subject. (Source: Authors)

Considering the methodological and according part of the current program of the subject teachers use traditional methods such as expository and explanatory, the analysis and synthesis, application problems and workshops, showing a lack of practice, this is how students acquire the knowledge, yet 54% of them considered that the method is effective and 41% of students considered poor.

Therefore they propose practices teachers must always aim to verify and illustrate what they learned in lectures and familiarize students with equipment that can be used in real situations, becoming the protagonist of learning.

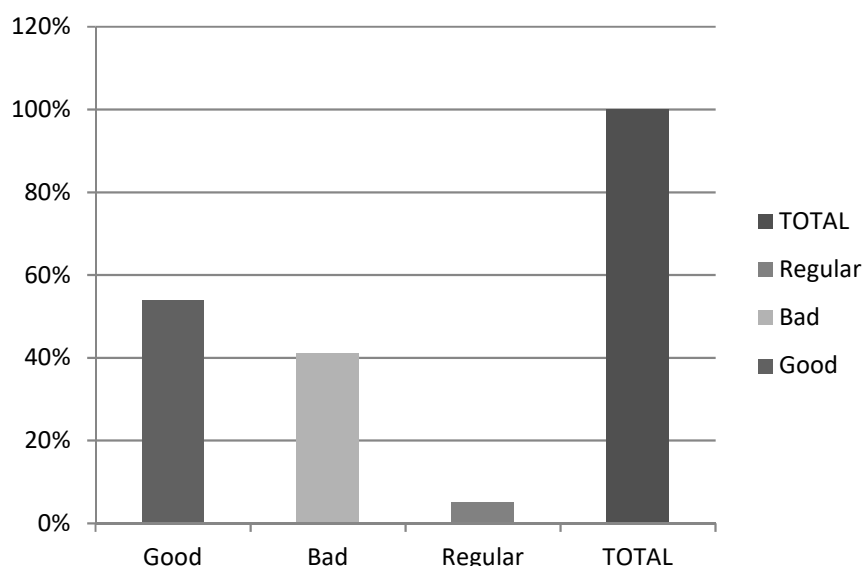


Fig. 3. Current classification method of teaching teachers to improve student participation in the course. (Source: Authors)

As for the study on the need and the impact of a robotics lab is significant positive assessment of students whereas 95% of matches in a process improvement strengthened strategies and encouraged the use of resources and reasoning logical, considering it as a complement to teaching faculty and an efficient way to group and individual learning for students.

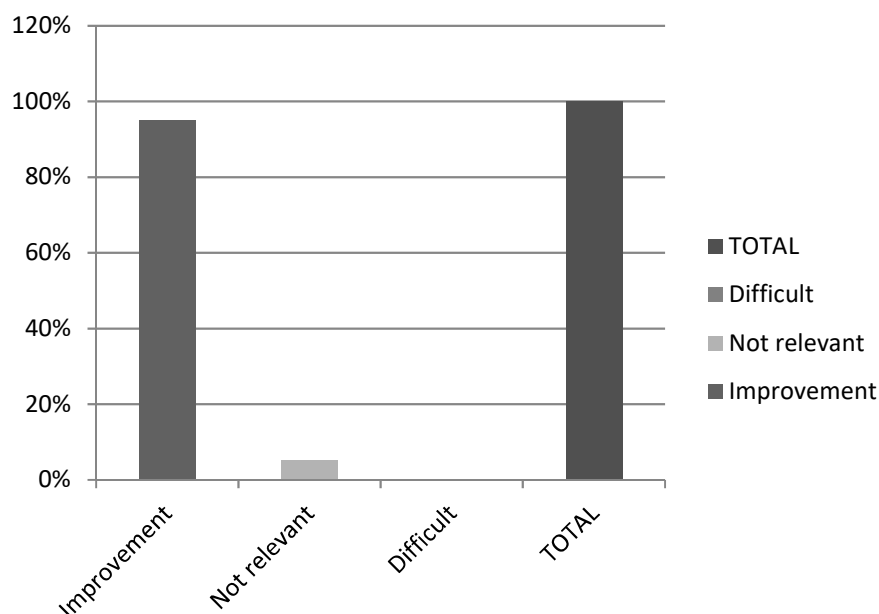


Fig. 4. Contribution of the proposal for implementing robotics laboratory at the teaching and learning process of the course Introduction to Robotics. (Source: Authors)

Similarly with the possibility of access to technological tools or resources such as robots and together with the teaching techniques such as collaborative work and problem-based learning students are motivated and assimilation of knowledge will be carried out effectively, and even more when they learn to build and appropriating it to develop its cognitive part and favoring their learning.

7 DISCUSSION

Information Technology and Communication have been of great importance to the presentation of content through tools and audiovisual resources; however, it is not enough to reach an effective praxis.

For this reason to have qualified materials work will ensure that the student participates in various training areas of information beginning with the identification of requirements to implementation of robotic autonomous systems thereby facilitating their creativity both at the time of construction and the development of appropriate software integrating different environments between robots and various fields of study.

Some students show enough sympathy with the idea of implementing a virtual laboratory that provides a permanent connection at any time of day for practice, however most prefer a laboratory in the university campus, in this part corresponds to a study at the University Alicante in Spain showing an average of 63% of students who performed in the physical laboratory as they prefer to work with the help of peers and teacher support.

8 CONCLUSIONS

The use of robots in the process of teaching and student learning facilitates the development of many and varied experiences improving the level of motivation subjects for that reason the learning environment proposed in this research offers the possibility of learning also of content, different programming languages or reinforce what they have been acquiring experience throughout their studies and also give them the opportunity to contribute new ideas that solve needs of your environment.

Robotics Laboratory will serve for experimentation of theoretical knowledge and at the same time to deepen and also reinforce the knowledge acquired in other disciplines, producing more and better assimilation of learning. With the right facilities you can record a history of tests conducted by project components used, and return equipment purchased for use in another project phase or as the beginning of a new project.

Practices in the robotics lab achieved in students the development of cognitive skills and logical and critical thinking, and social skills to improve communication, inquiry, respect for work teams, self-motivation and safety to create future projects professional level and thanks to past practice knows and knows how to use the various tools at both hardware and software have the ability to make comparisons necessary to optimize costs, time and get better results oriented purpose of your project.

ACKNOWLEDGMENT

The authors wish to thank the students of the Agrarian University of Ecuador, School of Computer Science, Faculty of Agricultural Sciences for their selfless contribution in the surveys for research.

REFERENCES

- [1] Avila Torres, S., & Zambrano Abad, J. (2007). Estudio, Diseño y Construcción de un robot Cuádrupedo Omnidireccional. Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- [2] Díaz, F. (1999). ESTRATEGIAS DOCENTES PARA UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO. México: McGRAW-HILL.
- [3] García, J. F. (2014). Proyecto multidisciplinar de robótica en primer curso de grado de ingeniería. Experiencia didáctica . CIDUI.
- [4] García, J. M. (2015). Robótica Educativa. ¿Modelo para armar? Virtualidad, Educación y Ciencia, 77-90.
- [5] Garza, A. G. (2008). Introducción a la Computación. México: Cengage Learnig.
- [6] González, V. (28 de Junio de 2012). Web 2.0 y desarrollo robótico 12. Obtenido de <https://sites.google.com/site/web20ydesarrollorobotico12/la-robotica>
- [7] Lombana, N. (2015). Uso de la Robótica Educativa como Estrategia Didáctica en el Aula. Praxis & Saber , 215-234.
- [8] Monsalves Gonzalez, S. (2011). Estudio sobre la utilidad de la robótica educativa desde la perspectiva del docente. Revista de Pedagogía, 81-117.

- [9] Moreno, I., Muñoz, L., Quintero, J., Pittí Patiño, K., Serracína, J. R., & Quiel, j. (2012). LA ROBÓTICA EDUCATIVA, UNA HERRAMIENTA PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS Y LAS TECNOLOGÍAS. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 74-90.
- [10] Ocaña, G. (2012). Robótica como asignatura en enseñanza secundaria. Resultados de una experiencia educativa. *Revista Digital del Centro del Profesorado Cuevas*, 1-9.
- [11] Quiroz, P., Muñoz, R., & Noel, R. (2012). Desarrollo de un lenguaje de programación y entorno de desarrollo que facilite la programación de robots LEGO mindstorms. *Nuevas Ideas en Informática Educativa*, 2.
- [12] Soriano A, M. L. (2013). Plataforma Robótica de bajo coste y recursos limitados basada en Arduino y dispositivos móviles. *XXXIV Jornadas de Automática*, (págs. 4-6). Terrassa.
- [13] Vallori, A. B. (2007). El Aprendizaje significativo en la práctica. *Indivisa: Boletín de Estudios e Investigación*, 9.
- [14] Ramya, P., & Anbarasan, K. (2016). Arduino Microcontroller Based Online Ambient Monitoring Using Internet of Things.

Using concentrations of calcium and oxalates to predict crystalluria type

Abdelouahed Ait Ider, Mustapha El Bir, Constant Tcheka, Mohamed Maaouni, Abdelkarim Merbouha, and Mohamed Mbarki

University of Sultan Moulay Slimane, Faculty of Science and Technology, P.B 523, Beni Mellal, Morocco

Copyright © 2018 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 majority of the analyzed calculi from patients are composed of calcium oxalate (CaOx) monohydrate whewellite (Wh) and CaOx dihydrate weddellite (Wd). The urinary calculi were identified by chemical and morphological analysis based on 106 urine samples from human voluntary. The Crystalluria made by an optical polarized light microscopy. The oxaluria and urinary calcium were determined by conventional volumetric assays. The aim of this paper was to develop a simple system to predict and classify the type of crystalluria using Artificial Neural Networks (ANNs) algorithm.

KEYWORDS: calcium oxalate; urinary calculi; Artificial Neural Networks.

1 INTRODUCTION

The Lithogenesis includes all the processes driving the development of stone in the urinary tract. Lithogenesis includes several phases which are expressed successively simultaneously [1]. The main and major factor resulting in crystal formation is supersaturation as the primary event in lithogenesis that is a process during which, the oversaturation of urines by the lithogenic substances behind the formation of crystals. These crystals can in certain conditions and according to the oversaturation degree, agglomerate may lead to the formation of urinary stones in the urinary system generating renal failure in human. In fact the urine composition (in lithogenic substances) has an important role and driving force in stone development. In fact the prevailing tendency of urolithiasis is increasing across the world [2, 3]. It is caused by several factors that include frequently CaOx crystalluria in the urine. It crystallizes in the form of (Wd) and (Wh) [2, 4- 8]. The previous studies have been indicated the variations in Ox concentration induce greater and important effects on CaOx supersaturation and in the number and size of CaOx crystals. Also have been indicated that the risk of forming CaOx crystals depends on both Ca and Ox concentrations, namely on the CaOx molar product, whereas the crystalline phase of CaOx, either mono or di-hydrate, depends on the molar ratio of Ca to Ox [9]. During diagnosis of the disease, no precise decision can be easily made taking into account the individual concentrations of calcium and oxalates those individually. While it is necessary to introduce the two important variables CaOx molar product (pCaOx) and the molar ratio calcium / oxalate (Ca/Ox) in order to ensure a better diagnosis [10]. It appears from the results of most studies in the literature that CaOx is the most frequent and majority urinary crystals crystallize [11- 16]. Previous studies have shown that the combined consideration of Ca and Ox molar products and ratios may afford a better prediction of both the probability of forming CaOx crystals and the type of CaOx crystals than does the separate consideration of urinary Ca and Ox concentrations [9]. However, rarely are the studies dedicated to the investigation of the influence of the calciuria and the oxaluria on the formation of the crystals CaOx in urines. As a matter of fact, the crystals are a promoting phase to the formation of urinary stones. The work of Daudon et al. in 1987 on the study of oxalo-calcium crystalluria nephrolithiasis of subjects have shown the influence of the product of the concentrations molar urinary calciums and oxalates (pCa.Ox) and their ratio (Ca / Ox) on the crystallization of CaOx. Daudon et al. in 2004 confirm that the motor of the crystallization of CaOx is the molar oxalocalcique product, but the crystalline form in which it is observed in the urine is highly dependent on the ratio molar calcium / oxalate [18]. It has been shown that the main determinant of the crystallization was the molar product oxalocalcique (pCaOx) Daudon et al. in 1989, also that crystal form whewellite or weddellite depends mainly (but not exclusively) of molar (calcium / oxalate (rCa / Ox) Daudon et al. in 2015. The observations, values Crystalluria and oxaluria are confirmed by those of Daudon et al in 1987. The results obtained in our laboratory [21] showed that there is

a strong correlation between CaOx crystalluria and the urinary concentrations of calcium and oxalate. calciuries and oxaluries values even approximate, may allow to predict the formation of oxalate crystals calcium. The influence of the calcium concentrations and oxalate (Ca. and Ox) was valued. The presence of cristalluries increases with the concentrations of calcium and oxalate, on the one hand and with their products (pCa.Ox.) and ratio (Ca / Ox.), on the other hand. In the present work, the ANN algorithm has been applied, in order to classify the subjects of the database into 3 classes, depending on the chemical concentrations of variables (Ca, Ox, pCa.Ox, and Ca / Ox) and on their clinical status. The first class contains subjects presenting a Wh crystal type. The second class contains subjects with a Wd crystal type and the third one includes subjects who are unaffected by this disease. According to the obtained results of the classification, we developed a simple intelligent diagnosis system. This system is important for medical laboratories since it can provide useful information about the development, formation of the urinary stones. The determination of the crystal types of the urinary stones would be helpful to better manage, economically and socially, the treatment of this rising disease [16].

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 DATASETS

MORPHOLOGICAL ANALYSIS

The first phase of the analysis is the determination of the morphological type of crystals according to the classification (Daudon M. et al., 1999). The morphological analysis was conducted in accordance with the published protocol. The study was carried out on 106 urine samples from human volunteers from the region of Tadla Azilal.; all samples were analyzed and prepared in our laboratory [21]. Crystalluria has been characterized using optical polarized light microscopy.

CHEMICAL ANALYSIS

The apparent oxaluria and urinary calcium were determined by conventional volumetric assays on urines. The database contains 63 men and 43 women among whom 30 (28.3%) cases presented (Wh) crystal type their urine, 27 (25.5%) cases presented a (wd) crystal type and 49 (46.2%) cases would be not affected by this disease (Nc). Table 1 shows the distribution of study subjects according to age group and gender.

Table 1. The 106 samples according to age group

Group	<20 years	20-40 years	>40 years	Total
Man	5	34	24	63
Woman	5	21	17	43
Global	10	54	42	106

2.2 DATA ANALYSIS

ALGORITHM OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

The Artificial Neural Networks (ANNs) are used in various disciplines such as economics, ecology, environment, biology and medicine. These networks are applied in particular to solve problems of classification, prediction [22-24], categorization, optimization, recognition of the forms and the associative memory [25]. The ANN improves the diagnosis in medical sciences. The ANN was applied in order to determine the chemical composition of urinary stones and to classify them [26]. In fact, the ANNs are used, for example, in cases of the prediction of myocardial [27, 28], lung pathologies [29, 30], diabetes [31], cancers [32], Alzheimer's disease [33] electromyography and kinesiology [34]. In an ANN, the Neurons are connected via synapses (connection links), that modulate signals passing through them. Each synapse has an associated weight w . The net input N is the function of all transmitted signals X_i and their corresponding weights W_i in a neuron: $N = \sum W_i X_i$ (sum of weighted input signals). Each neuron applies an activation (transfer) function to its net input N in order to provide an output signal for each neuron. A neural network is characterized by its architecture or its pattern of connections between the neurons (see fig1). Several research works were made to describe the functioning of ANNs [35-37].

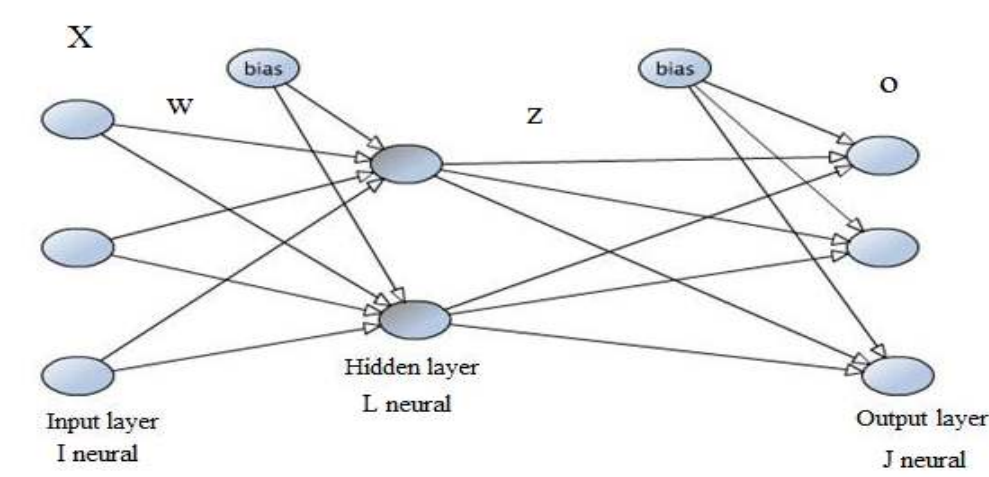


Fig. 1. Neural network architecture *Je propose de supprimer ce qui suit car trop deconnecté du reste et peu explicite pour ceux qui ne connaissent pas les ANN.*

3 RESULTS AND DISCUSSION

The determination of calciuria and oxaluria, even approximate, can allow predicting the CaOx crystal formation in the lithogenic patients urines. The differentiation of crystalline phases of crystallurics is important in the search for causes crystal growth or even lithogenesis. Otherwise, if information is disclosed too late it will be difficult to assess the usefulness and relevance of the information. The study of the spontaneous crystalluria is source essential information for the etiological diagnosis and medical management of patients with urinary stones or crystal pathologies likely have deleterious consequences for the function renal. It should be practiced in all laboratories to enable better detection of risk factors and more effective monitoring of patients suffering from urolithiasis [18]. In this study two main objectives of this work: the first objective was the search of the offending parameters in the development of urolithiasis. It should be noted, in agreement with previous work that the calculi remain the irreplaceable source of information on his training and analysis by appropriate physical techniques leading to the knowledge of its chemical composition allows access to the etiology of urolithiasis. Also, crystal growth is the decisive step of lithogenesis in which the crystallizable certain substances in urine. Therefore, the study of crystalluria is crucial in understanding the mechanisms that govern the initial phase of development of urolithiasis. The second objective was to study the influence of CaOx concentrations on the formation of urinary crystals as well as to classify and identify urinary crystalluria type based on these parameters using Algorithm of Artificial Neural Networks. The complexity of the neural network is measured by the number of neurons in the hidden layer. The number of hidden layers and the number of neurons from layer have an influence on the quality of learning. The choice of number of hidden layers is empirical.

After the results, The error prediction rate, using ANN, is 0.165 for Whewellite, 0.066 for Weddellite and 0.083 for Nc. (see table II). It should denote that in Spite of Our technique for studying the influence of urinary calcium and oxaluria on the crystallization whewellite and weddellite proved preliminary and limited in terms of the approximate chemical assay techniques the best average correct prediction achieved was 89.53% using ANN algorithm.

Table 2. the Correct classification and Errors rate of AAN algorithm

	Wd	Wh	Nc
Correct classification rate	83.50%	93.40%	91.70%
Errors Rate	16,50%	6,60%	8,30%

The Chemometrics coupled to simpler and less expensive chemical and physical analyses (volumetry and optical microscopy), on the one hand and methods of data analysis, on the other hand would be a quick and less expensive tool for a first diagnosis of the urolithiasis that can allow the decision-makers to avoid the high budgets, of coverage, assigned to the treatments of this disease.

Thanks to ANN algorithm, we have been able to establish a decision-making model allowing the competent sanitary services to predict the lithogenous risk in the populations. The study of crystalluria is an excellent review of laboratory that brings many benefits to the diagnosis and management of kidney diseases crystalline origin [40]. The results of most works in the literature showed that CaOxs is the most frequent as chemical species in urine and the majority of stones are crystalluria [10- 15]. However, rarely are the studies dedicated to the investigation of the influence of urinary calcium and apparent oxaluria on the formation of CaOx crystals in the urine; that is the initial step on the formation of urinary stones. These crystals can in some conditions become stones that lead to the failure of the urinary system.

4 CONCLUSION

Having a new tool to get more information out of the determinations of urine calcium and urine oxalate can be helpful for the clinic especially as it is in the form of a computer algorithm that does not need to cost much time and money. Our system predicts that the person will form specific crystals this may in theory be used as a marker for stone growth. This has not been proven yet but would be of clinical interest since stone growth may be the process that turns a harmless plaque or plug into a harmful stone. And predict that someone will form the crystalluria type this will be of help for the removal procedure. This work has shown that ANN algorithm is very powerful method to develop a simple diagnostic system since it achieved a good predictive performance and yields the highest average correct prediction rate.

REFERENCES

- [1] M. Daudon, O. Traxer, E. Lechevallier, C. Saussine, "La lithogénèse. Progrès en urologie" 18, pp. 815—827, 2008.
- [2] R. Renard-Penat, A. Ayed, "Diagnostic et bilan des calculs urinaires. Radiologie et imagerie médicale : Génito-urinaire - Gynéco-obstétricale" *Mammaire*, pp. 334-173-C-10, 2010.
- [3] H. Fekak, A. Sahnoun, R. Rabii, "La lithiase urinaire : étude spectrophotométrique infrarouge (à propos de 80 cas)", *J Maroc Urol*, 1, pp.17-20, 2006.
- [4] M. Daudon, O. Traxer, E. Lechevallier, C. Saussine, "La lithogénèse. Prog Urol", 18, 27, pp. 815, 2008.
- [5] M. Daudon, P. Hennequin, Jungers, B. Lacour, T. Drueke, "Les inhibiteurs de cristallisation. In: Funck-Brentano JL, Bach JF, Kreis H, Grunfeld JP (éds)", *Actualités Néphrologiques Jean Hamburger - Hôpital Necker, Paris, Médecine-sciences Flammarion*, pp. 165-22, 1994.
- [6] M. Marangella, P. G. Daniele, M. Ronzani, S. Sonogo, F. Linari, "Urine saturation with calcium salts in normal subjects and idiopathic calcium stone-formers estimated by an improved computer model system *Urol*" pp. 189-193, 1985.
- [7] Daudon, M., Les différents types de calculs: apport de l'analyse morphoconstitutionnelle au diagnostic étiologique de la lithiase, In: Doré B (ed.), *Les Lithiases Rénales*. Paris, Springer, pp. 49-77, 2004.
- [8] P. Jungers, M. Daudon, A. Le Duc, Paris Flammarion Médecine-Sciences, 1989.
- [9] M. Daudon, R. J. Réveillaud, H. Levasseur, P. Jungers, "Combined Influence of Urinary Calcium and Oxalate Concentrations on Crystal Formation in Stone Formers", Springer, pp. 155-157, 1989.
- [10] Jungers, P., Daudon, M., Conort, P., *Lithiase rénale: diagnostic et traitement*, (ed.) Flammarion, Paris, 1999.
- [11] Dao, N.Q., Daudon, M., *Infrared, and Raman spectra of stones*, Paris: Elsevier, 1997.
- [12] J.D. Graf, E. Féraille, "Importance de l'analyse du calcul dans l'exploration de la lithiase rénale", *Méd Hyg*, 58, pp. 431-433, 2000.
- [13] F. Laziri, F. Rhazi Filali, A. Oussama, A. Soulaymani, A. Qarro, M. Lezrek, "Facteurs impliqués dans l'épidémiologie des calculs urinaires marocains", *J Maroc Urol*, 19, pp. 9 14, 2010.
- [14] R. Belhaj, N. Hayder, T. Gargueh, M. Zorquati, O. Marrakchi, S. Abdelhak, R. Lakhoua, J. Abdelmoula, "Diagnostic biochimique et moléculaire de l'hyperoxalurie primaire de type 1 : étude tunisienne à propos de 15 cas" *J. Pathologie Biologie* vol. 59 no. 4, pp. 97-102
- [15] M. Amrani Hassani, C. Hennequin, B. Lacour, M. Daudon, "Citraturie et cristallurie de weddellite", *Prog Urol*, vol. 15, no. 5, pp. 650, 2005.
- [16] L. Monnier, M. Piperno, C. Colette, J.L. Schlienger, "Applying nutritional and metabolic perspectives to the treatment of nephrolithiasis", *Médecine des maladies Métaboliques*, vol. 7, no. 4, 2013.
- [17] M. Daudon, M. Brahimi, V. Nguyenh, R.J. Réveillaud, P. Jungers, "Intérêt clinique de différencier les phases cristallines de l'oxalate de calcium dans les urines des sujets lithiasiques oxalo-calciques", *Acta Pharm Biol Clin*, vol. 4, pp. 461, 1987.
- [18] M. Daudon, P. Jungers, B. Lacour, "Intérêt clinique de l'étude de la cristallurie", *Ann Biol Clin*, vol. 62, no. 93, pp. 379, 2004.
- [19] Jungers, P., Daudon, M., Le Duc, A., *Lithiase urinaire*, Paris: Flammarion Médecine-Sciences, pp. 158, 1989.
- [20] M. Daudon, "Crystalluria", *Néphrologie & Thérapeutique*, vol. 11, pp. 174—190, 2015.

- [21] C. Tcheka, M. Mbarki, B. Loura Benguellah, J. Ketcha Mbadcam, A. Amechrouq, A. Amhoud, A. Moubarik, "Apport de l'etude de la cristallurie et du dosage chimique a la recherche des parametres de risque de lacristallisation oxalocalcique urinaire", *J Maroc Urol*, pp. 25-32, 2012.
- [22] Y. Cissé, Y. Kinouchi, H. Nagashino, M. Akutagawa, "Identification of homeostatic dynamics for a circadian signal source using BP neural networks", *ITBM-RBM*, pp. 21-24, 2000.
- [23] TWS. Chow, G. Fei, SY. Cho, "High order cumulants-based least squares for nonminimum-phase system identification", *IEEE Trans Trans Signal Proc*, vol. 45, pp. 5-50, 1997.
- [24] J. Faraway, C. Chatfield, "Time series forecasting with neural network, a comparative study using the airline data", *Appl Stat J R Stat Soc Ser*, vol. 47, pp.231, 1998.
- [25] Q. Liu, T. Huang, "A neural network with a single recurrent unit for associative memories based on linear optimization", *Neurocomputing*, vol. 118, pp. 263–267, 2013.
- [26] I. Kuzmanovski, M. Trpkovska, B. Šoptrajanov, V. Stefov, "Determination of the composition of human urinary stones composed of whewellite, weddellite and carbonate apatite using artificial neural networks", *Analytica Chimica Acta*, vol. 491, pp. 211–218, 2003.
- [27] W G. Baxt, "Use of an artificial neural network for data analysis in clinical decision making: the diagnosis of acute coronary occlusion, neural computation", vol. 2, pp. 480-489, 1990.
- [28] W G. Baxt, "Analysis of the clinical variables driving decision in an artificial neural network trained to identify the presence of myocardial infarction", vol. 21, pp. 1439–1444, 1992.
- [29] S. Patil, J.W. Henry, M. Rubenfvie, P.D. Stein, "Neural Network in the clinical diagnosis of acute pulmonary embolism", *Chest*, vol. 104, pp. 1685-1689, 1993.
- [30] Y. Wu, J. Wang, Z. Yan, L. Qu, B. Xiang, Y. Zhang, "An optimal tumor marker group coupled artificial neural network for diagnosis of lung cancer", *Expert Systems with Applications*, vol.38, pp. 11329–11334, 2011.
- [31] A. Armoni, "Use of neural networks in medical diagnosis", *Medical Diagnosis Computing*, vol. 15, pp. 100-104, 1998.
- [32] M. Han, P.B. Snow, J.M. Brandt, A.W. Partin, "Evaluation of artificial neural networks for the prediction of pathologic stage in prostate carcinoma", *Cancer*, vol. 91, pp. 1661-1666, 2001.
- [33] D. HAMILTON, D. O'MAHONY, J. COFFEY, J. MURPHY, N. O'HARE, P. FREYNE, B. WALSH, D. COAKLEY, "Classification of mild Alzheimer's disease by artificial neural network analysis of SPET data Nuclear Medicine", *Communications*, vol. 18, pp. 805-810, 1997.
- [34] C. Pradhan, M. Wuehr, F. Akrami, M. Neuhaeuser, S. Huth, T. Brandt, K. Jahn, R. Schniepp, "Automated classification of neurological disorders of gait using spatio-temporal gait parameters", *Journal of Electromyography and Kinesiology*, vol. 25, pp. 413–422, 2015.
- [35] B.L. Kalman, S.C. Kwasny, "Proceeding at the International Joint Conference on Neural Networks", Publisher: IEEE Neural Networks Council, Baltimore,MD , vol. 1, pp. 800–805, 1992.
- [36] J.A.F. Pierna, B. Lecler, J.P. Conzen, A. Niemoeller, V. Baeten, P. Dardenne, "Comparison of various chemometric approaches for large near infrared spectroscopic data of feed and feed products", *Analytica Chimica Acta*, vol. 705, pp.30-34, 2011.
- [37] W.G. Baxt, "Application of artificial neural networks to clinical medicine", *The Lancet*, vol. 346, pp. 1135-1138, 1995.
- [38] M. Daudon, "La cristallurie : un marqueur diagnostique et pronostique des pathologies cristallogènes et des lithiases rénales", *Revue francophone des laboratoires*, no. 455, 2013.

ANALYSE DU PROFIL DE RECRUTEMENT DES EDUCATEURS DE L'ENSEIGNEMENT SPECIALISE DE LA VILLE DE GOMA

KAMONYO BOTANYI JOIE PASCAL

Institut Supérieur Pédagogique de Goma, Nord Kivu, RD Congo

Copyright © 2018 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 has for objective the analysis of the recruiting profile of the teachers in the schools of Special teaching of Goma /Nord Kivu in Democratic Republic of Congo and their appreciation for their advancement of rank. The basic hypothesis is that considering the complexity of the mission of the specialized teacher, the teachers would be recruited according to some criteria's and that they would be valued at the end of every year.

For this study, the analytic, descriptive statistical and the documentary method, and the technique, the interview and questionnaires addressed 23 to teachers descended of 5 special schools. The researcher has arrived to the following results; The qualification in education is the requirement the more considered at the time of recruitment according to 43%. of our investigated. Being about the advancement of the ranks in these schools, 56.52% affirm that the quotation takes into account the professional value, 30% affirm to have never been evaluated for the advancement of rank. 9% declare that the quotation and the advancement of rank take into account of the creativity and initiative and the sense of responsibility, 4% affirm that it takes into accounts the school output. This study considers the popularization of the criteria's recruitment, but also a regular appreciation of the teachers specialized in order to conform to the legal texts on the recruitment.

This study recommends the building capacities of the future teachers in a specialized training center, and the popularization of legal texts on the recruitment and the appreciation, this in the perspective of the school success and the social integration for all pupils.

KEYWORDS: profile, recruitment, teaching, specialized.

RÉSUMÉ: Cette étude a pour objectif l'analyse du profil de recrutement des enseignants dans les écoles d'Enseignement Spécial de Goma/Nord Kivu en République Démocratique. L'hypothèse basique est que vue l'importance de cet enseignement, les enseignants seraient recrutés selon certains critères et qu'ils seraient évalués à la fin de chaque année pour leur avancement de grade.

Pour cette étude, les méthodes analytique, descriptive, statistique et la technique documentaire, le sondage, l'interview et du questionnaire adressée 23 à enseignants issus de 5 écoles spéciales. Le chercheur est arrivé aux résultats suivants ; La qualification en pédagogie générale est l'exigence la plus considérée lors de recrutement selon 43 %. de nos enquêtes. S'agissant de l'avancement des grades dans ces écoles, 56.52% affirment que la cotation tient compte de la valeur professionnelle, 30% affirment n'avoir jamais vu leur bulletin de signalement pour l'avancement de grade. 9 % déclarent que la cotation et l'avancement de grade tient compte de l'esprit d'initiative et le sens de responsabilité, 4% affirment que cela tient compte du rendement scolaire Cette étude envisage la vulgarisation des critères recrutement, mais aussi une appréciation régulière des enseignants spécialisés afin de se conformer aux textes légaux sur le recrutement.

Cette étude recommande le renforcement des capacités des futurs enseignants dans un centre de formation spécialisé, et la vulgarisation de textes légaux sur le recrutement et l'appréciation.

Ceci dans la perspective de la réussite scolaire et de l'intégration sociale pour tous les élèves.

MOTS-CLEFS: profil, recrutement, enseignant, spécialisé.

1 INTRODUCTION

Selon L'article 33-34 de La loi cadre 0014/4/ du 14 Février de l'Enseignement National en République Démocratique du Congo, Certains enfants sont reconnus comme ayant des besoins éducatifs spécifiques. Il peut s'agir des handicapés physiques, sensoriels, mentaux, et des surdoués... Ces derniers éprouvent également de grandes difficultés d'apprentissage et d'adaptation. Or ces difficultés génèrent des problèmes divers et souvent évolutifs. Aussi, Les participants de 92 Etats et 25 organisations internationales à la conférence de Salamanque sur le cadre et besoins spéciaux ont proclamé que chaque enfant a des caractéristiques, des intérêts, des aptitudes et des besoins d'apprentissage qui lui sont propres. Ils ont recommandé que les systèmes éducatifs doivent être conçus et les programmes appliqués de manière à tenir compte de cette grande diversité de caractéristiques et de besoins, L'encadrement des enfants ayant de besoins spéciaux nécessite dès lors des personnels éducatifs. Ainsi donc, le recrutement de ces encadreurs doit répondre à certains critères tels que la formation pédagogique, psychologique et morale.

Soulever le problème de recrutement des éducateurs spécialisés évoque à la fois une question relative à leur formation et à leur qualification. Quel est le profil de recrutement de ceux qui sont appelés à assurer l'éducation d'enfants inadaptés ?, Telle est la question qui sous-entend notre réflexion dans cette étude. Il est bien connu que l'éducation dans son essence, vise l'épanouissement des individus et leur intégration dans la société (collectivité). Dans ce contexte, l'action éducative ne se réalise pleinement que dans les limites des principes et objectifs définis par les dirigeants dans le cadre de la Politique de Développement National en général et scolaire en particulier. Cependant, ces principes et objectifs valent moins par leur vertu propre que par la valeur de celui qui les exploite. L'évidence d'une telle affirmation se mesure aisément à la fréquence des reproches que le maître encourt lorsque de nouvelles formes d'organisation et de nouvelles méthodes d'enseignement pour les enfants vivant avec handicap ne réussissent pas à améliorer la qualité de l'éducation.

selon Coombs, (Coombs 1968 p.56) « les enseignants constituent l'élément d'entrée le plus important après les élèves d'un système scolaire » En fait c'est l'enseignant qui est en contact direct avec les élèves. D'après Skinner (Skinner, 1968, p 294) C'est lui qui, peut « Agencer les contingences de renforcement à la faveur desquelles les enfants apprennent, s'il échouait, tout le système échouerait avec lui.»

Dès lors, le devoir initial de ceux qui recrutent les éducateurs est de rechercher les candidats aptes à remplir la fonction éducative dans sa diversité et d'éloigner ceux qui n'y réussiraient pas. La question qui se pose alors est de savoir sur la base de quels critères il convient de recruter. A nos questions Quel est le profil de recrutement de ceux qui sont appelés à assurer l'éducation d'enfants inadaptés nous avons formulé nos hypothèses suivantes :

1. vu l'absence d'un centre de formation spécialisé à l'est de la RDC et considérant l'importance et la complicité de l'éducation des enfants ayant des besoins spécifiques, la qualification en pédagogie générale serait le critère principal qui guiderait les responsables lors de recrutement de leurs éducateurs suivi d'autres qualités.
2. Ensuite pour se conformer aux textes légaux et les directives réglementant l'Enseignement en général, les enseignants spécialisés seraient évalués régulièrement afin d'apprécier leur rendement pour bénéficier d'un avancement de grade.

La présente étude poursuit deux objectifs : il s'agira de dégager les principales qualités requises au recrutement des maîtres d'enseignement spécial et en établir ensuite une hiérarchie dans la pratique courante.

2 DEMARCHE METHODOLOGIQUE

Pour mener notre étude, nous avons utilisé les méthodes et techniques suivantes :

2.1 LES METHODES

- La méthode descriptive ; nous a permis de décrire brièvement les qualités requises lors du recrutement des enseignants spécialisés à Goma.
- La méthode analytique : elle nous a aidés à analyser les documents écrits à savoir, la littérature pédagogique des textes légaux les circulaires et les directives officielles en matière de recrutement.
- La méthode statistique ; elle nous a permis de présenter les données, sous forme de tableaux représenté en chiffres bruts et en pourcentage.

2.2 LES TECHNIQUES

Les Techniques ci-dessous nous ont aidés entre autres :

- a technique documentaire qui nous a permis de consulter des livres dans les bibliothèques, des documents et archives des institutions ciblées des publications , directives et les lois officielles en matière de recrutement.
- La technique de sondage : qui nous a permis de faire le choix d'échantillon pour l'élaboration du milieu d'étude.
- La technique par questionnaire : un questionnaire a été préétabli afin de récolter les données auprès de nos enquêtés. Des questions ouvertes et fermées ont constitué notre questionnaire.
- La technique d'interview nous a servi de récolter un supplément d'information auprès des enseignants, et leurs responsables avant la collecte des données sur le questionnaire.
- La technique de navigation sur l'internet nous a été pour beaucoup un complément d'informations.

2.3 PRÉSENTATION DU MILIEU D'ÉTUDE

2.3.1 PRÉSENTATION DE LA VILLE DE GOMA

Capitale administrative de la province du Nord-Kivu, Goma est bâtie sur la rive Nord du Lac Kivu, autour du Mont Goma. Elle est située entre 141° latitude Sud et 29° 14 longitude Est. Elle est limitée au Nord par le territoire de Nyiragongo, au Sud par la province du Sud-Kivu à l'Est par la République Rwandaise et à l'Ouest par le territoire de MASISI.

Sa superficie est de 66.824km².le terme Goma est la déformation du mot "NGOMA" qui signifie en swahili tambour.

Elle est bâtie sur un Sol volcanique très fertile avec un relief accidenté et sur une surface plane. Son climat est adouci par les vents qui soufflent du Lac Kivu, avec le climat vieux (fin Aout-mi mai) et une saison pluvieuse (fin Mai-mi Aout).Concernant l'hydrographie, la ville de Goma n'a que le Lac Kivu ; le Lac Vert et le Lac Noir.

2.3.2 ADMINISTRATION

La ville de Goma a été créée par Ord. N°88-170 du 15 Novembre 1988. Elle est subdivisée en communes, celles-ci en quartiers, ces derniers en avenues et cellules. Elle est dirigée par un maire secondé par un maire adjoint. Les communes sont administrées par des bourgmestres et les quartiers par les chefs des quartiers. La ville de Goma et les communes sont des entités administratives décentralisées et sont dotées d'une personnalité juridique (art. II Ord-loi n°82-006) a les quartiers et avenues sont des entités administratives sans personnalité juridique. La Commune de Goma (33.372km²) avec sept quartiers et la Commune de KARISIMBI (334km²)

2.4 TYPE D'ÉTUDE

L'analyse de profil de recrutement est une étude descriptive car elle décrit les étapes méthodologiques et processus de recrutement ; elle est aussi transversale car cette étude été menée pendant l'année scolaire, allant de septembre 2013- au mai 2014.

2.5 POPULATION D'ÉTUDE

Notre population est constituée par des administratifs et des enseignants qui encadrent les enfants ayant des besoins spéciaux du niveau primaire, et secondaire de 5 écoles spéciales situées dans la ville de Goma . Au total 23 personnes issus d'une école primaire et une école secondaire pour les sourds situées dans la commune de Goma, 1 école pour enfants handicapés mentaux, un centre de formation des enseignants et un centre de formation professionnelle ont été enquêtées. Ces centres et écoles encadrent plus de 639 enfants ayant des besoins spéciaux.

Dans cette première partie, nous présentons chacune d'elle dans le contexte, non seulement philosophique, mais aussi et surtout de politique scolaire.

2.6 CADRE CONCEPTUEL DE L'ÉTUDE

Dans le cadre de cette étude deux concepts seront d'usage tout au long de notre réflexion il s'agit du concept **ANALYSE DU PROFIL DE RECRUTEMENT et Enseignant spécialisé.**

Définir le profil du candidat selon MAZAMESSO WELLA Université de Lomé Togo conduit à décrire le candidat idéal pour le poste défini préalablement. Il se limite principalement aux tâches, compétences et responsabilités, et fait référence parfois à la personnalité et à la moralité du candidat.

L'Enseignement spécial *selon, la Loi cadre de l'Enseignement en République Démocratique du Congo*, est celui organisé en faveur des groupes vulnérables et des catégories socioprofessionnelles spécifiques, en fonction de leurs besoins particuliers.

2.7 PHILOSOPHIE ET POLITIQUE SCOLAIRE DE RECRUTEMENT.

Selon Le DÉCRET-LOI 017-2002 du 3 octobre 2002 portant code de conduite de l'agent public de l'État. L'agent public de l'État doit se témoigner notamment par le dévouement, la ponctualité, la rigueur, la responsabilité, l'honnêteté, l'intégrité, l'équité, la dignité, l'impartialité, la loyauté, le civisme, la courtoisie et le devoir de réserve dans ses relations aussi bien avec ses supérieurs, ses collègues et ses collaborateurs qu'avec le public.

L'agent public de l'État ayant des responsabilités en matière de recrutement, de nomination ou de promotion doit veiller à ce que les vérifications appropriées de l'intégrité morale du candidat soient effectuées conformément à la loi

En effet, l'ordonnance-loi ORDONNANCE LOI 017-2002 du 3 octobre 2002 portant code de conduite de l'agent public de l'État. Relative au recrutement, à la promotion du personnel de carrière de service de l'Etat et de l'enseignement national fixe le contenu du bulletin de signalement ou d'appréciation en 5 rubriques parmi lesquelles 3 portent essentiellement sur l'évaluation de compétence professionnelle, de l'esprit d'initiative et le dévouement. « Si l'artisan qui travaille une matière inerte a besoin de connaître les règles de son métier. » (Macaire et Raymond, 1964, p.66.) à combien plus forte raison pour celui dont le travail consiste à conduire les enfants handicapés, à bien remplir la destinée de leur vie, les intégrer dans la société, qui par ailleurs les exclut et les exploite ? La mission éducative est de cultiver leur intelligence et de diriger leur volonté et leur sens de responsabilité et afin leur rendement meilleur.

2.8 LES QUALITÉS INTELLECTUELLES ET PSYCHOPÉDAGOGIQUES

Dans l'esprit de la littérature, toute personne qui se consacre à l'éducation doit jouir d'une formation intellectuelle solide et d'une préparation professionnelle sérieuse.

Considérant ainsi la complexité de métier et les exigences de l'enseignement spécial, ces auteurs recommandent aux futurs enseignants une formation polyvalente.

Elle implique aussi un complément de formation et d'information nécessaire visant à imprégner le futur maître d'une expérience pédagogique indispensable. Autrement dit, les contacts entre futurs maîtres, élèves et instituteurs en activité sont forts insuffisants.

Le programme des humanités pédagogique en République Démocratique du Congo prévoit outre les cours généraux et spéciaux la formation pédagogique dont la grille horaire est la suivante : 1h en 4^e, 8h en 5^e et 8^e en 6h par semaine. En outre, le même programme précise qu'un stage d'une durée de 6 – 12 jours sera organisée chaque trimestre.

Cependant, quoi que la Constitution de la République article 49 stipule que les Personnes Handicapées ont droit à des mesures spécifiques de protection rien n'est prévu pour les futurs éducateurs des enfants handicapés. De même, la convention des droits de l'enfant à son article 21 qui précise que chaque enfant a droit à une éducation, en République Démocratique du Congo. Rien n'est prévu pour mettre les futurs enseignants spécialisés en contact avec cette catégorie.

Comme le souligne Claparède, (Claparède, 1921, p35). Recruter les enseignants sur titre revient à reconnaître que l'habileté professionnelle où l'éducateur n'est pas tributaire du bon sens, du don particulier ou encore d'une longue expérience individuelle. C'est au contraire, confirmer que le métier est l'un de ceux qui s'apprennent.

Les qualités intellectuelles et psychopédagogiques ne sont pas seulement exigées aux maîtres à leur entrée dans la carrière. Ils doivent en faire preuve durant toute la vie tant qu'ils enseignent. D'où les appréciations périodiques dont les maîtres font l'objet de la part de leurs chefs hiérarchiques.

Par valeur professionnelle de l'employé, cette instruction sous-entend non seulement les connaissances mais aussi les aptitudes professionnelles.

Par l'esprit d'initiative et sens de responsabilité, elle suggère d'apprécier dans quelle mesure, l'agent s'acquitte scrupuleusement de toutes ses obligations, inhérentes à l'exercice de ses fonctions et s'il sait prendre les mesures, choisir, appliquer les méthodes qui conviennent pour faciliter cet exercice. Cette appréciation de l'enseignant revient non seulement

à s'interroger sur la valeur de son expérience scolaire antérieure, mais aussi à juger du souci qu'il a à se perfectionner, à s'astreindre à une formation le disposant à faire toujours mieux face aux tâches que lui impose l'exercice de son métier.

Cependant, quelle que soit la prépondérance qu'elles requièrent dans le système de recrutement, les qualités intellectuelles et psychologiques ne suffisent pas. Le maître des enfants handicapés (ayant des besoins spécifiques) doit en outre, s'ouvrir à l'enfant handicapé, le connaître, comme le disait John Dewey : « pour enseigner le latin à John, il faut d'abord connaître John et le latin après (compris). »

La connaissance de l'enfant handicapé, ses besoins, ses difficultés, ses souhaits, ses espoirs est très importante. Le maître spécialisé doit former un couple avec lui. Mais il lui faut aussi des qualités morales.

2.9 LES QUALITÉS MORALES

Posséder les qualités morales pour un maître consiste à faire preuve d'une conduite conforme à la connaissance de règle. Macaire et Raymond (Macaire et Raymond, 1964 p. 68) résument l'essentiel de ces qualités en caractérisant le maître par une suite d'attributs parmi lesquels on peut noter la piété, le dévouement, la patience, le calme, la bonté, la fermeté, la justice et la ponctualité

L'importance de ces qualités chez l'enseignant s'explique dans le contexte même de ses responsabilités vis-à-vis des enfants handicapés, des parents, de l'Etat. Elles sont la preuve que le métier d'enseignant est l'un des plus délicats et qu'il requiert de celui qui l'exerce un comportement extérieur digne, voir exemplaire.

C'est autant dire que si le savoir professionnel est prépondérant, il reste non-moins vrai que le sens de responsabilité de l'enseignant, son entière disponibilité à aider ses élèves ainsi que sa connaissance professionnelle en sont des facteurs adjuvants de premier ordre.

Reprenant une de recommandations de la conférence Internationale de l'instruction Salanque publique tenue à Genève ; (Dottrens, 1946, p.225). Dottrens stigmatise cette importance en ces termes « Que sélection des candidats maîtres ne porte pas seulement sur les connaissances acquises, mais qu'elle prenne en très sérieuse considérations les aptitudes morales, intellectuelles et physiques que l'admission dans les centres de formations pédagogiques soit fixée de telle façon que les jeunes instituteurs avant d'entrer en fonction, ou pour acquérir une maturité morale et intellectuelle suffisant »

Il ressort de ces déclarations, qu'il existe une étroite complémentarité entre les qualités intellectuelles, professionnelles et les qualités morales. Loin de s'exclure, ces deux catégories se renforcent mutuellement de sorte que si l'une fait défaut l'autre périclité et le rendement en souffre.

Mais pour que l'action éducative du maître puisse réellement atteindre son but, celle-ci est appelé à considérer avec égard ses relations avec tous les autres agents dont l'action influe sur l'efficacité de l'appareil éducatif. Nous songeons ici à la place des qualités socioprofessionnelles dans le processus de recrutement des maîtres.

2.10 LES QUALITÉS SOCIOPROFESSIONNELLES

L'éducation est une œuvre de collaboration entre maître et élève, parents, collègues de service, responsables scolaires, autorités politico-administratives. Par conséquent, le maître doit savoir entretenir un bon climat d'attente avec tous ces acteurs en vue d'assurer un fonctionnement harmonieux pour un bon rendement à l'école.

A ce propos Macaire et Raymond (Macaire et Raymond, 1964, p.81). Soulignent qu'un maître ne peut considérer qu'il a réussi, que quand, en dépit de ses qualités professionnelles il établit des relations courtoises sinon, amicales, avec les autorités de l'endroit .

Loin d'opérer en vase clos dont l'issue n'est pas certaine, le maître doit réaliser qu'il lui incombe l'impérieux devoir de s'ouvrir aux autres membres de la communauté ambiante en vue de bénéficier de leur contribution à la réussite de l'entreprise si complexe qu'est l'éducation. Cette ouverture lui servira aussi de moyen pour mieux pénétrer dans leurs attentes auxquelles il s'attèlera à répondre dans la mesure du possible.

Après cet aperçu théorique et descriptif de recrutement et d'appréciation des maîtres, deux questions se sont imposées à notre esprit à savoir :

- ✓ Dans quelles mesures les critères de recrutement sont assimilés par nos responsables congolais de l'enseignement spécial de l'EPS-INC. Quelle identité collective pour les éducateurs spécialisés et de quelle manière se construit-elle ?

3 RESULTATS DE L'ETUDE

Dans cette partie nous présentons les résultats de cette étude qui a été réalisée en 2014 dans 5 écoles d'éducation spéciale situées à Goma. Elle avait pour but d'apprécier la valeur attachée aux différentes qualités tel que perçu à travers les textes officiels et tel que pratiquées par les responsables scolaires dans le processus de recrutement et d'appréciation des maîtres de l'enseignement spécial. Nous nous sommes intéressés d'abord aux enseignants pour apprécier comment ils ont été engagés dans les différents écoles centres et comment ils sont évalués à chaque fin d'année. Ensuite, nous nous sommes tournés vers les responsables des centres pour nous enquêter des critères qu'ils se fixent pour engager les enseignants spécialisés et savoir surtout où ces derniers ont été formés.

Tableau 1. Quels sont les critères principaux de recrutement dans votre centre/école?

Réponse	Fréquence	Pourcentage
qualification	10	43%
Qualités morales	9	39%
Relations sociales	2	9
Appartenance	2	9%
Total	23	100.0%

Source : enquête 2014

Il ressort de ce tableau que la qualification est l'exigence la plus considérée lors de recrutement. Cela est confirmée par 10 sujets sur 23 des enquêtés soit 43 %.

Tableau 2. Quelle est la personne chargée du recrutement des enseignants dans votre école/centre

Réponse	Fréquence	Pourcentage
Gestionnaire	9	39%
Directeur du centre	5	22%
Coordinateur du centre	4	17%
autres	5	22%
Total	23	100%

Source : enquête 2014

Il ressort de ce tableau que 39 % des enquêtés affirment que c'est le Gestionnaire qui est le responsable du recrutement dans les centres, 22 % attestent que cette tâche est exécutée par le Directeur ou le Préfet. 17% par le coordinateur, les autres recrutements soit 22% sont faits par les autres autorités.

Tableau 3. Comment avez-vous été engagé dans votre centre et que faites-vous actuellement?

Réponse	Fréquence	Pourcentage
Test d'embauche	8	35%
Compétence	4	17%
Recommandation	5	22%
Avoir fait le volontariat	5	22%
Avoir été appelé au téléphone	1	4%
Total	23	100.0%

Source : enquête

ce tableau nous renseigne que le recrutement dans les centres est subordonné par un test d'embauches selon 35 % des sujets enquêtés 22 % par recommandation, des confessions et autres affinités, et autres 22 % après avoir passé un temps de volontariat considéré comme stage.

Tableau 4. Avez-vous bénéficié d'une formation après votre recrutement?

Opinion	Fréquence	Pourcentage
Oui	3	13%
Non pourquoi?	20	87%
Total	23	100%

Source : enquête 2014

Dans Ce tableau 87% déclarent n'avoir pas bénéficié d'une formation avant le recrutement, 13% par contre affirment avoir bénéficié d'une formation après leur recrutement.

Selon leurs commentaires, le temps de formation après le recrutement varie de 3 à 6 mois. Les enseignants précisent qu'il n'y a pas un centre de formation à l'Est de la RDC.

Tableau 5. Dans votre école/centre y-a-t-il des postes occupés par des personnes non du domaine de l'Enseignement.

Opinion	Fréquence	Pourcentage
Oui	20	87%
non	3	13%
Total	23	100%

Source enquête 2014

Au regard de ce tableau, il ressort que 87% des sujets enquêtés affirment que dans les centres spécialisés, il existe des postes occupés par des responsables qui ne sont pas du domaine de l'éducation y compris ceux qui recrutent. Cela se justifie par le fait que dans les centres toutes les activités ne sont pas du domaine de l'éducation.

Tableau 6. L'annonce du recrutement a été faite de manière

Opinion	Fréquence	Pourcentage
clandestine	5	21.73%
rendue public	15	65.2%
TV le media	1	4.34%
Diffuse a la radio	1	4.34%
Autres	1	4.34%
Total	23	100.0%

Source enquête 2014

Le recrutement des enseignants spécialisés est annoncé publiquement. Cela est attesté par, 65,2% et cela est conforme a la législation nationale tandis que 21,73% disent que le recrutement se fait d'une manière clandestine.

Tableau 7. Critères de recrutement

Critères fixes lors de l'engagement	Fréquence	Pourcentage
Remplissent les conditions pédagogiques	10	39,13%
Remplissent les conditions morales	2	8,69%
Ayant des relations avec les autorités	3	13.04%
Sont compétents	6	26%
Toutes les réponses sont bonnes	3	13.4%
Total	23	100.0%

Source enquête

Ce tableau renseigne que les faveurs de postes ou les promotions sont accordées aux candidats remplissant les conditions pédagogiques, 39,13%, suivis des enseignants compétents 26% et ceux ayant des relations fraternelles ou amicales avec les autorités ou la hiérarchie selon 13,4%. Il existe d'autres sont critères lies a conditions de bonne moralités selon 8,69%.

Tableau 8. votre avancement en grade tient compte de :

Relation	Fréquence	Pourcentage
valeur professionnelle	13	56,52%
initiative et sens de responsabilité	1	4,34%
rendement	2	8,69%
militantisme et intégrité	0	0%
jamais vu le bulletin d'appréciation	7	30,43%
Total	23	100.0%

Source : instructions et directives officielles

Ce tableau nous renseigne que s'agissant de l'avancement en grades dans les écoles et centres, 56.52% affirment que cela tient compte de la valeur professionnelle. 4% de l'esprit d'initiative et sens de responsabilité, 9 % de rendement scolaire, 30% affirment n'avoir jamais vu leur bulletin d'avancement de grade.

Tableau 9. Sexe des répondants. Quel est votre sex

Relation	Fréquence	Pourcentage
Masculin	14	60,86%
Féminin	9	39.14%
Total	23	100.0%

Sources notre enquête ;

Dans ce tableau, il apparait que 60,86% des répondants sont de sexe masculin et 39,14 sont de sexe féminin. Cela revient à dire que l'enseignement spécialisé en place utilise plus des hommes que des femmes.

Tableau 10. Niveau d'étude des répondants

Niveau d'études	Fréquence	Pourcentage
Diplôme de 4 ans	1	4,34%
Diplôme de 6 ans A2	9	39.13%
Gradue G3 A1	8	34.78%
Licencie I2 A0	1	4.34%
Total	23	100.0%

Source enquête 2014

Commentaires :

34,78% des répondants sont des gradués tandis que 39,13% sont des D6, 17,39% des licenciés 4,34 % des D4 et A0, les D6 sont nombreux d'où une nécessité de recycler les ouvriers qui n'ont pas été interrogé.

4 DISCUSSIONS DES RESULTATS

A la lumière de nos observations et des analyses qui en découlent, il nous revient de retenir les considérations suivantes, le profil qui se dégage fait paraître une certaine priorité attachée aux qualités intellectuelles, et psycho pédagogiques, tout au niveau de la perception qu'à celui de la pratique scolaire en matière de recrutement et d'appréciation des éducateurs spécialisés.

Si donc les qualités intellectuelles et psychologiques sont imposées comme critères paritaires dans le système de recrutement et d'appréciation des maitres, l'ordre d'importance des deux autres qualités qui les composent reste aléatoire.

Cet état de choses paraît accentuer l'existence de certains critères informels auxquels, on a fait allusion dans les commentaires libres qui accompagnent les réponses à notre questionnaire.

D'après certains commentaires certaines affinités parentales, les amitiés, ou certaines influences attachent le demandeur au fournisseur d'emploi ; tous ces facteurs ne tiennent pas compte de l'exigence de cet enseignement.

5 CONCLUSION

Nous nous sommes posés la question de savoir le profil de recrutement des enseignants spécialisé dans la ville de Goma. Nous pensions que les enseignants seraient recrutés selon certains critères. L'objectif de Notre investigation était de chercher à dégager les principales qualités requises lors du recrutement des maîtres d'enseignement spécialisé. Ensuite nous avons voulu savoir Si les enseignants sont évalués régulièrement pour l'avancement de grade conformément aux lois qui réglementent l'enseignement en RDC. Pour atteindre notre objectif nous avons utilisé les méthodes, descriptive ; la méthode analytique et la méthode statistique ; et comme techniques nous avons utilisé ;

- La technique documentaire
- La technique de sondage
- La technique par questionnaire
- La technique d'interview et la navigation sur internet

Pour atteindre cet objectif nous avons émis les hypothèses, la qualification en pédagogie générale serait le critère principal qui guiderait les responsables lors de recrutement de leurs éducateurs suivi d'autres qualités. S'agissant de la promotion et de l'avancement de grade .Nos hypothèses sont confirmées car les résultats montrent que la qualification en pédagogie générale est l'exigence la plus considérée lors de recrutement selon 43 %. de nos enquêtés. S'agissant de l'avancement des grades dans les centres d'encadrement, 56.52% affirment que la cotation tient compte de la valeur professionnelle. Nous recommandons la Formation en Langues des signes et la braille et l'introduction de cours de psychologie de l'enfant handicapé dans l'humanité pédagogique Pour faciliter la communication et l'intégration scolaire des sourds et de aveugles.

Nos enquêtés souhaitent la vulgarisation des instructions officielles en matière de recrutement et l'avancement des grades des s enseignants spécialisés qui tient compte de leurs évolution selon le bulletin de signalement.

La Prise en charge des enseignants spécialisés par l'Etat avec une prime de motivation encouragerait les enseignants et empêcherait la fuite de meilleurs enseignants qui trouvent mieux ailleurs. Aussi la reconnaissance des diplômés et certificat délivrés par le centre de formation et le conditionner avant l'engagement définitif.

REFERENCES

- [1] CHARLO.B. « Négociation des besoins, nécessité ou impasse » en Education permanente, mai-juin 1970, n° 31.
- [2] RDC, Constitution de la République Démocratique du Congo du 26 février 2011
- [3] CLERJET, J, Annonce du handicap et accueil de l'enfant handicapé, Lyon, Centre Thomas More, 1990.
- [4] DE LANDSHEERE G, *La formation des Enseignants de demain*, Bruxelles, Casterman, 1970.
- [5] NATASSON, J.J., *L'avenir de l'éducation*, Paris, Episa-Editeur, 1971.
- [6] PIAGET, J., *Psychologie et Pédagogie*, Paris, Denoël, 1969.
- [7] PIAGET, J., *Où va l'Education*, Paris, Denoël, 1970.
- [8] RINLER, M., *Comprendre un enfant handicapé*, Paris, Dunod, 2004.
- [9] « Scolariser les élèves à besoins éducatifs particuliers », in, *Chroniques Sociales*, Lyon, 1969
- [10] ELISABETH ZUCMAN , « Les besoins éducatifs particuliers » : une clef pour la 2011 scolarisation de tous les élèves en difficulté édition Eres 2008
- [11] Hélène Beaucher, « La scolarisation des élèves handicapés et l'éducation inclusive », *Revue internationale d'éducation de Sèvres*, 59 | 2012, 10-14.
- [12] LEON PETER, <une approche éducative pour enfant avec handicap mental.>module de formation, Projet RBC CARAES NDERA 2005.
- [13] DAVID WERNER, <L'ENFANT handicapé au village> guide a l'usage des agents de la sante, des agents de réadaptation et des familles,> the hesperian Foundation 1991.
- [14] DECLARATION DE SALAMANQUE et Cadre d'action pour l'éducation et les besoins spéciaux, Salamanque, Espagne, 7-10 juin 1994
- [15] RDC, *Journal officiel*, col. 22. J.O. RDC n° 8, 15 avril 2008.
- [16] JACKY BASOLWA, *Module de formation sur l'Enseignement spécial*. Kinshasa 2014
- [17] CLERJET.J DIR <annonce du Handicap et accueil de l'enfant handicapés > Lyon centre thomas 1990.
- [18] MORE <Scolariser les Elèves a besoins éducatifs particulier.> Lyon Chroniques sociales.
- [19] RINLER. M DUNOD comprendre un enfant handicapés, Paris 2004.
- [20] BATON P., *Inadaptés scolaires et enseignement spécial*, Editions de l'Institut de Sociologie, Université Libre de Bruxelles, 1970.

- [21] BEAUVAIS J., PLAISANCE E., VIAL M., Les mauvais élèves, PUF, Paris, 1970.
- [22] BINET A. et SIMON TH. , Les enfants anormaux. Guide pour l'admission des enfants dans les classes de perfectionnement. Privat, Toulouse, 1934 (Ed. originale 1905)
- [23] Centre régional de documentation pédagogique de l'académie de Paris : <http://crdp.acparis.fr/>
- [24] Centre technique national d'études et de recherches sur les handicaps et les inadaptations : Institut national supérieur de formation et de recherche pour l'éducation des jeunes handicapés et les enseignements adaptés, Ministère de l'Education nationale : www.education.gouv.fr
- [25] Agence nationale de l'évaluation et de la qualité des établissements et services sociaux et médico-sociaux : www.anesm.sante.gouv.fr

Facteurs associés au risque de mortalité périnatale dans la Division Provinciale de Lomami en République Démocratique du Congo

[Factors Associated with Perinatal Mortality Risk in the Provincial Division of Lomami in the Democratic Republic of Congo]

N.B. Mukuna¹, N.L. Okenge¹, A. Sepou², and O. Modia³

¹Département de biostatistique et d'épidémiologie, Unité de médecine périnatale, Université des Sciences et Technologies de Lodja, USTL, RD Congo

²Département de gynécologie obstétrique, Université de Bangui, Central African Republic

³Département de gynécologie obstétrique, Université de Kisangani, RD Congo

Copyright © 2018 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 case-control survey was conducted to estimate the risk of perinatal mortality in four maternity hospitals in the Lomami provincial division in the Democratic Republic of Congo (DRC). The perinatal mortality rate was 235 per 1,000 births, with a stillbirth rate of 216 per 1,000 births and early neonatal mortality of 24.4 per 1,000 births. An assessment of risk factors was conducted on 417 perinatal deaths and 1356 survivors. Worst socio-demographic variables such as maternal age greater than or equal to 35, celibacy, polygamy, primiparity, large multiparity, lack of employment or maternal employment in the private sector were significantly associated at the risk of perinatal mortality. The health variables such as access in reference mode, caesarean section, hysterectomy, laparotomy, ante and post partum haemorrhage, uterine rupture, delivery date, prolonged labor, labor absence of staff with surgical profiles, inadequate equipment and maternal death were also associated with the high risk of perinatal mortality.

The results of this study indicate that a risk assessment of perinatal mortality can be performed using socio-demographic data from the mother and medicinals.

KEYWORDS: factors, risk, perinatal mortality, Lomami.

RÉSUMÉ: Une enquête cas témoins a été réalisée pour estimer le risque de mortalité périnatale dans quatre maternités de référence de la division provinciale de Lomami en République Démocratique du Congo (RDC). Le taux de mortalité périnatale était de 235 pour 1000 naissances, avec un taux de mortinatalité de 216 pour 1000 naissances et la mortalité néonatale précoce représentait 24,4 pour 1000 naissances. Une évaluation des facteurs de risque a été menée sur 417 décès périnataux et 1356 survivants. Des variables sociodémographiques plus défavorables telles que l'âge maternel supérieur ou égale à 35 ans, le célibat, la polygamie, la primiparité, la grande multiparité, le manque d'emploi soit l'emploi de la mère dans le secteur privé étaient significativement associées au risque de la mortalité périnatale. Les variables médicosanitaires telles que l'accès en mode de référence, la césarienne, l'hystérectomie, la laparotomie, les hémorragies ante et post partum, les ruptures utérines, le dépassement de date d'accouchement, le travail d'accouchement prolongé, l'absence du personnel avec profil chirurgical, l'insuffisance du matériel ainsi que le décès maternel étaient également associés au risque élevé de mortalité périnatale. Les résultats de cette étude indiquent qu'une évaluation du risque de la mortalité périnatale peut être réalisée en utilisant des données sociodémographiques de la mère et médicosanitaires.

MOTS-CLEFS: Facteurs, risque, mortalité périnatale, Lomami.

1 INTRODUCTION

La pratique d'interventions de survie de l'enfant telles que la vaccination et la réhydratation orale a entraîné une baisse soutenue de la mortalité infantile et juvénile dans une grande partie du monde en développement. Une conséquence de ce déclin est qu'une proportion croissante des décès des enfants se produit pendant la période néonatale et en particulier périnatale. Cependant, les informations épidémiologiques sur les niveaux et les facteurs de risque de mortalité périnatale dans les pays en développement sont limitées (2,6), bien que ces informations soient facilement disponibles pour les pays développés (7).

L'information sur la mortalité périnatale, en RDC, est sous estimée et présente principalement des taux bruts issus des études réalisées à l'échelle nationale ou provinciale. Les trois dernières enquêtes démographiques et sanitaires font état de taux de mortalité périnatale de 42 pour 1000 naissances vivantes en 2007 (8), 97 pour 1000 naissances vivantes en 2008 (9) et 30 pour 1000 naissances vivantes en 2014 (9). Cependant, cela ne permet pas de refléter correctement ni le taux de mortalité périnatale spécifique (tel que lié à l'intervention obstétricale majeure), ni les facteurs associés au risque de décès périnatal. L'objectif de la présente étude était d'estimer le taux de mortalité périnatale lors d'une intervention obstétricale majeure dans une maternité de référence à l'aide d'informations recueillies dans le cadre d'une enquête épidémiologique, de déterminer les facteurs de risque de mortalité périnatale.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

Une enquête épidémiologique cas témoins a été menée dans quatre maternités de référence de la division provinciale de Lomami (RDC) en février 2015 pour évaluer le taux, et les facteurs de risque associés à la mortalité périnatale. Tous les dossiers des parturientes de quatre maternité de référence qui avaient bénéficié une intervention obstétricale majeure ont été dépouillés. Les données étaient récoltées sur un questionnaire à deux volets. Le premier comprenait des informations sur l'âge de la parturiente, l'état civil, le type d'union, la parité, l'activité principale (occupation) et le niveau d'instruction. Le deuxième a permis d'obtenir les informations sur le mode d'accès à la maternité de référence, le type d'intervention obstétricale majeure réalisée, l'indication de l'intervention, l'état de la parturiente après l'intervention, la disponibilité du personnel avec profil chirurgical dans la maternité et la disponibilité de matériel.

Les décès périnatals identifiés dans cette étude constituent les cas. Parmi eux, certains décès étaient survenus en dehors des maternités de références randomisées pendant l'enquête, et n'ont donc pas été inclus dans cette étude. Pour minimiser les biais de sélection des cas, nous avons procédé à plusieurs exclusions afin d'obtenir l'échantillon le plus pertinent. Après cette exclusion, la taille de l'échantillon pour le cas est constituée de 417 enfants décédés.

Les témoins sont les enfants qui ont survécu à l'intervention obstétricale majeure, ils ont été sélectionnés de façon exhaustive dans ces quatre maternités de référence. L'information était obtenue à partir du dossier obstétrical. Après exclusion des naissances qui n'ont pas nécessité une intervention majeure, le groupe témoin est constitué de 1356 enfants.

Un décès périnatal a été défini comme une mortinaissance ou un décès survenant au cours de la première semaine de vie. Les taux de mortalité périnatale ont été estimés pour 1000 naissances vivantes et mort-nés. Le groupe de référence pour l'évaluation des facteurs de risque étaient des enfants survivants nés à la période d'étude. Il y a eu 417 décès périnatals et 1356 survivants actuels identifiés. Pour l'analyse, de mortalité néonatale précoce les mortinaissances ont donc été exclus.

La non inclusion des décès périnatals survenue hors maternité de référence et qui n'ont pas été déclarés, limite cette étude. De même, la sélection des accouchements sur intervention obstétricale majeure, limite également cette étude

Des analyses descriptives, univariées et multivariées ont été réalisées pour calculer le taux de mortalité périnatale et déterminer l'association entre facteurs sociodémographiques ou sanitaires et mortalité périnatale. Les odds ratios bruts (OR) ont été également estimés. Les intervalles de confiance à 95% (IC) et χ^2 pour la tendance ont été utilisés pour des tests de signification statistique (5). Les critères d'inclusion des facteurs de risque dans l'analyse logistique multivariable sont une valeur $P < 0,05$ sur des totalisations univariées.

Les considérations éthiques pour la présente étude sont obtenues avec le concours du comité d'éthiques de l'Université de Sciences et Technologies de Lodja (RDC).

3 RÉSULTATS

Il y a eu 417 décès périnataux sur 1773 naissances par intervention obstétricales majeures, ce qui donne un taux de mortalité périnatale de 235 pour 1000 naissances, avec un taux de mortinatalité et de mortalité néonatale précoce respectivement 216 et 24,4 pour 1000 naissances (tableau 1).

Tableau 1. Taux de mortalité périnatale

Maternités de référence	Accouchement à l'hôpital	Statut des enfants décédés					
		Nombre de morts nés	Taux/1000 NV	Nombre de décès de 1-6 ^{ème} jour	Taux/1000 NV	Total	Taux/1000 NV
Kabinda	1146	262	228,6	11	12,4	273	238,2
Lubao	216	16	74	4	20	20	92,5
Lulu	216	26	120,3	6	31,5	32	148,1
Tshofa	195	79	405,1	13	112	92	471,7
Total	1773	383	216	34	24,4	417	235,1

Les tableaux 2 et 3 montrent la distribution des facteurs de risque associés au décès périnataux et les survivants actuels, ainsi que les OR bruts et les IC à 95%. Un statut sociodémographique défavorable, comme indiqué par des facteurs tels que l'âge maternel, l'état civil, l'occupation principale de la parturiente ainsi que sa parité, étaient significativement associés à un risque accru de mortalité périnatale. D'autres caractéristiques sociodémographiques telles que l'âge maternel inférieur à 20 ans et le niveau d'instruction de la mère, n'ont pas montré d'association significative avec la mortalité périnatale.

Tableau 2. Caractéristiques sociodémographiques des parturientes et décès périnataux

Facteurs de risque	Décès périnataux n = 417	Survivants actuels n = 1356	Odds ratio	IC _{95%}
Groupe d'âge				
< 20 ans	51	217	0,82	0,59-1,15
≥ 35 ans	125	295	1,48	1,15-1,91
20 – 34 ans	241	844	1,0	réf
Etat civil				
Célibataire	30	81	1,22	0,79-1,88
Mariée	387	1275	1,0	réf
Type d'union				
Polygamique	44	107	1,41	0,97-2,04
Monogamique	341	1170	1,0	réf
Parité				
Nullipare	10	0	4,1	
Primipare	94	406	0,72	0,55-0,94
Multipare	219	679	1,0	réf
Grande multipare	94	271	1,8	0,82-1,43
Occupation				
Indépendante	377	1205	1,43	0,88-2,33
Employée secteur privé	19	55	1,58	0,78-3,19
Employée secteur public	21	96	1,0	réf
Instruction				
Analphabète	17	90	0,54	0,31-0,93
Primaire	36	114	0,91	0,6-1,38
Cycle d'orientation	193	644	0,86	0,68-1,09
Diplômée	164	471	1,0	réf
Universitaire	7	37	0,54	0,24-1,23

Tableau 3. Caractéristiques médicosanitaires et décès périnataux

Facteurs de risque	Décès périnataux n = 417	Survivants actuels n = 1356	Odds ratio	IC 95%
Maternité de référence				
Kabinda	273	873	1,0	réf
Lubao	20	196	0,33	0,2-0,53
Lulu	32	184	0,56	0,38-0,83
Tshofa	92	103	2,86	2,09-3,91
Mode d'accès				
Indirect/référence	191	452	1,69	1,35-2,11
Direct	226	904	1,0	réf
Intervention				
Césarienne	362	1329	1,0	réf
Hystérectomie	50	17	10,8	6,15-18,95
Laparotomie	5	0	4,67	
Version interne	0	10	0	
Indication de l'intervention				
Dysproportion foetopélvienne	34	271	0,67	0,43-1,04
Hémorragies	137	293	2,51	1,81-3,49
Rupture utérine	47	69	3,66	2,33-5,75
Dépassement de date	31	35	4,75	2,75-8,22
Présentation vicieuse	32	195	0,88	0,56-1,39
Long travail d'accouchement	68	128	2,85	1,93-4,22
Souffrance fœtale et autres	68	365	1,0	réf
Disponibilité du personnel				
Non disponible	124	287	1,58	1,23-2,02
Disponible	293	1069	1,0	réf
Matériel d'intervention				
Insuffisant	144	483	0,95	0,75-1,2
Suffisant	273	873	1,0	réf
Etat de la mère à la sortie				
Décédée	47	36	4,66	2,97-7,3
Vivante	370	1320	1,0	Réf

Parmi les facteurs démographiques les enfants de mères âgées de 35 ans et plus présentaient un risque significativement accru de mortalité périnatale (OR = 1,48, IC à 95% 1,15-1,91). Le risque de décès périnatal était significativement plus élevé pour les enfants des femmes célibataires (OR = 1,22, IC à 95 % 0,79-1,88) des femmes issues de mariages polygamiques (OR= 1,41, IC à 95% 0,97-2,04) et ceux dont l'occupation maternelle est indépendante (OR = 1,43, IC à 95% 0,88-2,33) soit employée du secteur privé (OR= 1,58, IC à 95% 0,78-3,19).

Les soins de santé à l'accouchement suggéraient une protection de l'enfant, le système de soins obstétricaux dans les maternités de Kabinda, Lubao et Lulu avaient montré un risque protecteur qu'à Tshofa (OR= 2,86, IC à 95% 2,09-3,91). L'accès à la maternité en mode de référence augmente le risque de mortalité périnatale (OR= 1,69, IC à 95% 1,35-2,11). De quatre interventions majeures répertoriées dans cette étude, l'hystérectomie (OR=10,8, IC à 95% 6,15-18,95), et la laparotomie (RR = 4,67) représentaient un risque accru de décès périnatal. Parmi les indications qui avaient nécessité une intervention obstétricale majeure, les disproportions foetopélviennes et les présentations vicieuses étaient protecteurs au risque de mortalité périnatale. Par contre le risque associé à l'indication de l'intervention était constaté en cas de dépassement de date d'accouchement (OR= 4,75 IC à 95%, 2,75-8,22) ; rupture utérine (OR=3,66, IC à 95% 2,33-5,75) ; travail prolongé d'accouchement (OR= 2,85 IC à 95% 1,93-4,22) et hémorragies (OR=2,51 IC à 95% 1,81-3,49). Cependant, si l'accouchement a été effectué par un personnel sans profil chirurgical, il y avait un risque élevé, que lorsque ce personnel avait été présent (OR= 1,58, IC à 95% 1,23-2,02). Par ailleurs le moyen matériel est un facteur protecteur à la mortalité périnatale. Il est important de noter que le décès maternel a conservé une forte association (OR= 4,66, IC à 95% = 2,97-7,3).

4 DISCUSSION

Depuis plusieurs décennies, la recherche sur la santé infantile dans les pays en développement s'est concentrée sur la mortalité infantile et juvénile. Les enquêtes à grande échelle, telles que l'enquête démographique et de santé (EDS), limitent les informations aux naissances vivantes, et leur attention est centrée sur l'estimation des niveaux et des déterminants de la mortalité infantile et juvénile.

Cependant, avec la baisse de la mortalité infantile dans les pays en développement, les chercheurs ont commencé à s'intéresser à la mortalité périnatale. Les données sur les mortinaissances issues des enquêtes démographiques font défaut ou, si elles sont disponibles (comme pour certaines enquêtes mondiales sur la fécondité), ont rarement été utilisées pour estimer le niveau ou les déterminants de la mortalité périnatale (13).

C'est pourquoi, cette étude est l'une des premières enquêtes épidémiologiques dans la province de Lomami pour une évaluation de la mortalité périnatale. Le taux de mortalité périnatale de 235 pour 1000 naissances de notre étude est supérieur aux taux issus des rapports d'études démographiques et de santé (3).

Les résultats montrent un ratio mortinatalité de 216 pour 1000 naissances. Ce ratio est largement supérieur aux rapports des pays développés avec de bons systèmes d'enregistrement de l'état civil. Cependant, les études hospitalières menées par Korejo et Jafarey (6) avait révélé un taux de mortalité néonatale précoce de 4,1. Dans l'étude de Fariyal et al., (3), le taux de mortalité néonatale précoce était de 28,9 pour 1000 naissances. Dans notre population, le taux de mortalité néonatale précoce est de 24,4 %. Ainsi, les décès au cours de la période qui précède la naissance ont contribué à 91,8% de la mortinatalité et 8% des décès néonatale précoce au cours de la première semaine de vie. Ceci indique l'importance de la mortalité périnatale, particulièrement mortinaissance dans cette population. En outre, ces résultats suggèrent que des études épidémiologiques utilisant des antécédents de grossesse peuvent être utilisées pour des études de mortalité périnatale.

De nombreux facteurs ont été significativement associés à un risque accru de mortalité périnatale. Nos résultats indiquent que dans cet échantillon, limité parturientes qui ont bénéficié d'une intervention obstétricale majeure, les indicateurs tels que l'âge supérieur ou égal à trente cinq ans, le célibat, la polygamie, la grande multiparité et la nulliparité ainsi que le travail maternel dans le secteur informel sont significatifs après analyse des variables sociodémographiques. Bien que la sous-déclaration des décès périnataux soit une possibilité dans cette province, nos résultats qui suggèrent que de mauvaises conditions sociodémographiques sont associées à un risque périnatal élevé corroborent les résultats rapportés par Barros et al., (1). Parmi les facteurs sociodémographiques que nous avons examinés, une grossesse antérieure se terminant par une mortinaissance ou un avortement était fortement associée à un risque accru de mortalité périnatale et des résultats similaires ont été rapportés par d'autres chercheurs.

Le célibat et de la polygamie impact le recours aux soins suite aux caractéristiques économiques et sociales défavorables, et augmente le risque de la mortalité périnatale(14).

L'association de la parité (grande multipare et nullipare) au décès périnatal corrobore à l'affirmation selon laquelle le manque d'expérience obstétricale (chez nullipares) engendre la crainte et rend inefficace le travail d'accouchement qui se termine par une césarienne. Par contre, la grande multiparité est tributaire des certaines complications ante partum (telle que l'hémorragie) suite à l'affaiblissement du muscle utérin. Dans les deux cas, l'intervention obstétricale majeure peut être possible et le risque de décès est inévitable (15).

Le niveau d'instruction d'une population témoigne des progrès accomplis par celle-ci en matière de scolarisation et même de développement. Il contribue à l'amélioration des conditions de vie des membres y compris le comportement en matière de santé. La présente étude montre que le niveau d'étude maternel le plus élevé est le cycle d'orientation secondaire (47,2 %). Bien que l'instruction maternelle se soit révélée protectrice à la mortalité périnatale, plusieurs études antérieures ont montré l'importance de l'instruction sur les soins de santé et particulièrement en santé maternelle et infantile(16).

Le risque de mortalité périnatale a augmenté suivant la distance qui sépare la parturiente et la maternité de référence ainsi que le mode d'admission en référence. Cette association a été notée dans d'autres études sur les décès périnataux, ainsi que de nombreuses enquêtes sur la mortalité infantile (11). Cependant, nos résultats prouvent à suffisance que les chances de recourir à une formation médicale et de se conformer aux règles préventives en vigueur, diminuent considérablement au fur et à mesure que la distance par rapport au service obstétrical le plus proche augmente.

L'association de l'intervention obstétricale majeure (césarienne et hystérectomie) à une mortalité périnatale accrue reflète probablement les faiblesses techniques dans les maternités où ces femmes étaient admises. L'orientation des mères à risque

vers les hôpitaux, en particulier les hôpitaux sous équipés en personnel avec profil chirurgical, justifie à suffisance le risque élevé de décès périnatal.

Plusieurs études réalisées en Afrique sur les soins obstétricaux se sont penchées sur le rapport accouchement-personnel qualifié (8). La particularité de cette étude est non seulement qu'elle fait mention de l'indisponibilité de personnel qualifié, mais également, elle montre une association significative entre cette indisponibilité et la mortalité périnatale.

Nous avons observé une association protectrice significative pour les maternités sous équipées en moyen matériel. La disponibilité d'un kit obstétrical d'urgence est une nécessité car les déficits en équipement, sont à l'origine du retard pour recourir à une structure de référence ainsi que l'allongement du temps entre l'arrivée dans une maternité de référence et l'obtention de premiers soins de qualité (12).

Le risque de décès maternel comme indicateur de décès périnatal a suscité de nombreux débats, et une étude portant sur cette question a conclu que le décès maternel, peut constituer un indicateur indirect raisonnable de taux élevé de mortalité périnatale (1,6). Nous pouvons, en partie, aborder cette question car des informations sur la mortalité maternelle ont été collectées lors de la même enquête. Le taux de mortalité maternelle était de 280 pour 100 000 naissances vivantes dans cette population, tandis que le taux de mortalité périnatale est de 235 pour 1000 naissances. Les facteurs de risque pour la maternité tels que l'âge avancé (≥ 35 ans) pendant la grossesse, la grande multiparité, la primigravité, l'intervention obstétricale majeure, l'indication de l'intervention et autres étaient similaires aux facteurs de risque de mortalité maternelle. Ainsi, nos résultats appuient la suggestion selon laquelle la mortalité maternelle pourrait avoir une certaine utilité en tant qu'indicateur de substitution de la mortalité périnatale.

5 CONCLUSION

En résumé, des études sur les facteurs de risque associés à la mortalité périnatale peuvent être menées en utilisant des paramètres sociodémographiques et médicosanitaires d'enquêtes épidémiologiques. De même, les facteurs de risque de mortalité périnatale décrits ici corroborent généralement les résultats des enquêtes démographiques et sanitaires menées à l'échelle nationale (9,10) ainsi que les études similaires d'ailleurs menées en milieu hospitalier (1,3,4).

REFERENCES

- [1] Bakketeig LS et al. (1984) Mortalité périnatale. Dans: *Épidémiologie périnatale*. Rédacteur en chef: Bracken, M. New York, Oxford University Press ; pp. 99-151.
- [2] Barros FC et al. (1987) Mortalité périnatale au sud du Brésil: étude populationnelle de 7392 naissances. *Bulletin de l'Organisation mondiale de la Santé* ; 65 (1): 95-104.
- [3] Fariyal F. Fikree et Ronald H. (1996) Gray Enquête démographique sur le niveau et les déterminants de la mortalité périnatale à Karachi, Pakistan, ed. *Jenny Applin*, 01865-206-206, p. 86-95.
- [4] Ferraz EM, Gray RH. (1991) Une étude cas-témoins sur les mortinaissances dans le nord-est du Brésil. *Revue internationale de gynécologie et d'obstétrique*; 34: 13-19.
- [5] Fleiss JL. (1981) Méthodes statistiques pour les taux et les proportions. Deuxième édition. New York: *John Wiley & Sons*, pp. 93-95.
- [6] Korejo R, Jafarey SN. (1991) Mortalité périnatale au centre médical postdoctoral de Jinnah, Karachi. *Journal de l'Association médicale du Pakistan*; 41: 151-154.
- [7] Mavalankar DV et al. (1991) Niveaux et facteurs de risque de mortalité périnatale à Ahmedabad, Inde. *Bulletin de l'Organisation mondiale de la Santé*; 69 (4): 43-42.
- [8] Ministère de la santé (2016) *Plan national de Développement Sanitaire 2016-2020: vers la couverture sanitaire universelle*, Kinshasa, 96p.
- [9] Ministère du Plan & Ministère de la Santé Publique (2014) *Deuxième enquête Démographiques et de santé en RDC*, Kinshasa, 678p.
- [10] Ministère du Plan et Macro International (2013) *Enquête Démographique et de Santé, République Démocratique du Congo 2013*. Calverton, Maryland, USA. Ministère du Plan et Macro International, 86p.
- [11] PNUD (2011) *Pauvreté et conditions de vie des ménages : la santé maternelle*, Kinshasa, 19p.
- [12] SCHOEMAKER-MARCOTTE C. (2013) *La qualité des soins obstétricaux en milieu rural malien, Une étude exploratoire*, Mémoire de Maîtrise en Santé communautaire des études supérieures et postdoctorales, Département de Médecine sociale et préventive, Faculté de Médecine, Université de Montréal, Montréal, 73p.
- [13] SINGH S. (1984) *Etudes comparatives: résumés nationaux croisés. Comparabilité des questionnaires: Quarante et un pays du SMA*. N° 32. Voorburg, Pays-Bas: Institut international de statistique.

- [14] TOLLEGBE A. (2014) *Facteurs explicatifs de la discontinuité des soins obstétricaux en Afrique : cas du Benin*, Mémoire de DESSD en démographie, Institut de Formation et de Recherche Démographiques (IFORD), Université de Yaoundé II, Yaoundé, 89p.
- [15] TRAORE, B. (2004) *Besoins obstétricaux non couverts pour les interventions obstétricales majeures ; cas de la région sanitaire du centre Est*, Mémoire de DES en soins infirmiers, Ecole Nationale de Santé Publique, Ouagadougou, 2004, 33p.
- [16] VALLIN J, CASELLI, J, SURAULT P. (2002), Comportements, styles de vie et facteurs socioculturels de la mortalité In Démographie : analyse et synthèse. Les Déterminants de la mortalité, vol.III sous la direction de Graziella CASELLI, Jacques VALLIN et Guillaume WUNSCH, Editions de l'INED. 121p.

Métabolites secondaires et activités biologiques des extraits de l'écorce de tronc de *Khaya senegalensis*, une plante à usage vétérinaire récoltée au Bénin

[Secondary metabolites and biological activities of the trunk bark extracts of *Khaya senegalensis*, a veterinary plant harvested in Benin]

Koudoro Yaya Alain, Agbangnan D. Pascal Cokou, Bothon Diane, Bogninou Sophie Reine, Alitonou Guy Alain, Avlessi Felicien, and Sohounhloue Codjo Koko Dominique

Laboratoire d'Etude et de Recherche en Chimie Appliquée, Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi,
Université d'Abomey-Calavi (LERCA/EPAC/UAC), Benin

Copyright © 2018 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 Africa, and particularly in Benin, medicinal plants are the most widely used means of solving human and animal health problems. The Beninese flora is rich in plants used to treat gastrointestinal diseases of farm animals whose chemical and biological potentials are still unknown. It is to correct this insufficiency that the present work aims at the chemical and biological recovery of *Khaya senegalensis*. After phytochemical screening, the phenolic compound contents of *Khaya senegalensis* extracts were determined spectrophotometer. Antibacterial and antiradical activities were evaluated by microplate dilution methods and DPPH respectively. The active ingredients of *K. senegalensis* were characterized by GC/MS. Several metabolites have been identified. The crude extracts (ethanolic, hydroethanolic and aqueous extracts) of *K. senegalensis* showed a lower antiradical activity compared to ethyl ether ($IC_{50}=0.09 \mu\text{g/ml}$) and ethyl acetate ($IC_{50}=1\mu\text{g/ml}$) fractions, which are more active than BHA ($IC_{50}=4.8\mu\text{g/ml}$), quercetin ($IC_{50}=3\mu\text{g/ml}$) which are synthetic compounds. From the antibacterial activity, it appears that the objective extracts and fractions of this plant have a bactericidal activity with respect to *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae*. From the results of the chromatographic analysis, it appears that the bark of *K. senegalensis* contains glycerol, glycerol ethanoate, pyrocatechol, octadecanamide and neoergosterone as major components. The diversity of metabolites, the anti-fungal and antibacterial activities of *K. senegalensis*, could justify the use of this plant in the veterinary pharmacopoeia in Benin.

KEYWORDS: plant extracts, metabolites, bactericidal activity, antiradical activity.

RESUME: En Afrique et en particulier au Bénin, les plantes médicinales constituent le moyen le plus utilisé pour résoudre les problèmes de santé humaine et animale. La flore béninoise est riche en plantes utilisées pour traiter les maladies gastro-intestinales des animaux d'élevage dont les potentiels chimique et biologique restent encore inconnus. C'est pour corriger cette insuffisance que le présent travail vise la valorisation de *Khaya senegalensis* aux plans chimique et biologique. Après un criblage phytochimique, les teneurs en composés phénoliques des extraits de *Khaya senegalensis* ont été déterminées au spectrophotomètre. Les activités antibactérienne et antiradicalaire ont été évaluées respectivement par les méthodes de dilution dans les microplaques et au DPPH. Les principes actifs de *K. senegalensis* ont été caractérisés par CG/SM. Plusieurs métabolites ont été identifiés. Les extraits bruts (extraits éthanolique, hydroéthanolique et aqueux) de *K. senegalensis* ont montré une activité antiradicalaire plus faible comparativement aux fractions éther éthylique ($IC_{50}=0,09\mu\text{g/ml}$) et acétate éthylique ($IC_{50}=1\mu\text{g/ml}$) qui sont plus actives que le BHA ($IC_{50}=4,8\mu\text{g/ml}$) et la quercétine ($IC_{50}=3\mu\text{g/ml}$) qui sont des composés de synthèse. De l'activité antibactérienne, il ressort que les extraits bruts et les fractions de cette plante ont une activité bactéricide vis-à-vis de *Escherichia coli* et de *Klebsiella pneumoniae*. Des résultats de l'analyse chromatographique, il ressort que l'écorce de *K. senegalensis* contient du glycérol, de l'éthanoate de glycérol, de la pyrocatechol, de l'octadécanamide et de

neoergostérone comme composés majoritaires. La diversité en métabolites, les activités antiradicalaire et antibactérienne intéressante de *Khaya senegalensis*, pourraient justifier l'usage de cette plante dans la pharmacopée vétérinaire.

MOTS-CLEFS: Plante, métabolites, activité bactéricide, activité antiradicalaire.

1 INTRODUCTION

Les plantes médicinales constituent et restent le moyen le plus utilisé surtout en milieu rural pour résoudre les problèmes de santé humaine et animale. On estime à environ 400000 à 500000 le nombre d'espèces végétales sur la terre et plus de 200000 espèces médicinales se trouvent dans les pays tropicaux d'Afrique[1]. Au Bénin, sur les 5000 espèces de plantes inventoriées dans les écosystèmes forestières, 172 sont consommées par les populations locales comme plantes alimentaires et 814 comme plantes médicinales[2],[3],[4]. En effet, l'usage de la médecine traditionnelle est très répandu et revêt une importance sanitaire et économique croissante dans le pays [5]. Ces plantes contiennent un grand nombre de métabolites qui ont des intérêts multiples mis à profit en pharmacologie, dans l'industrie alimentaire et en cosmétologie. Parmi ces principes actifs, on retrouve les composés phénoliques, les coumarines, les alcaloïdes, les saponosides, les mucilages, les composés volatils, les stérols et les terpènes[6].

En Afrique et en particulier au Bénin, l'élevage fait partie des premières activités entreprises par l'homme, derrière l'agriculture, pour assurer sa sécurité alimentaire[7]. Les animaux domestiques continuent de payer un lourd tribut à diverses pathologies. Notamment, les maladies gastro-intestinales constituent les principales causes de mortalité du bétail. Il y a aussi les problèmes dûs aux radicaux libres qui diminuent la croissance de ces animaux, baisse la fertilité des femelles et conduisent à des mortalités embryonnaires [8],[9],[10]. En outre la résistance de certains parasites et bactéries contre les produits de synthèse, leur prix exorbitant et le manque de centre vétérinaire conduisent les éleveurs à envisager d'autres solutions alternatives ou complémentaires qui consistent à l'utilisation des principes actifs des plantes[11]

K. senegalensis (Syn: *Swietenia senegalensis*) de la famille des Meliaceae, est un arbre atteignant en moyenne 35 mètres de hauteur. Son écorce est grisâtre foncée et écailleuse[12]. Cette plante joue un rôle important dans la médecine humaine et vétérinaire. Ses feuilles et écorces sont utilisées pour traiter le paludisme, la céphalée, la fièvre, la diarrhée, l'ictère, le parasitisme interne et le rhumatisme [13],[14],[15]. Les enquêtes ont montré que *K. senegalensis* est parmi les plantes les plus citées pour traiter les maladies gastro-intestinales des animaux d'élevage au Bénin dont le potentiel chimique et biologique reste encore inconnu [13]. C'est pour corriger cette insuffisance scientifique que le présent travail vise la valorisation de *Khaya senegalensis*.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MATERIEL

2.1.1 MATERIEL VEGETAL

Le matériel végétal utilisé dans la présente étude est constitué de l'écorce de tronc de *Khaya senegalensis* récoltée à Abomey-Calavi au Bénin.

2.1.2 MATERIEL ANIMAL

Il est constitué des souches de référence de *Escherichia coli* (O: 157H7) et de *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 35657). Ces souches ont été fournies par le Laboratoire National de la Santé Publique du Bénin.

2.2 METHODES

2.2.1 COLLECTE DE KHAYA SENEGALENSIS ET PRETRAITEMENT

Après la collecte du matériel végétal, l'écorce de *Khaya senegalensis* a été séché à la température du laboratoire (20°C-25°C) jusqu'à stabilisation de leur masse puis réduits en poudre.

2.2.2 IDENTIFICATION DES METABOLITES SECONDAIRES

Les métabolites ont été identifiés par des réactions de coloration et de précipitation spécifiques à chaque famille de métabolite [16], [17], [18].

2.2.3 PREPARATION DES EXTRAITS BRUTS

La technique utilisée pour préparer les extraits bruts est celle de la macération. Après filtration, les extraits ont été évaporés à sec à 60°C à l'aide d'un évaporateur rotatif de type Heidolph.

2.2.4 PREPARATION DES FRACTIONS

Un volume d'extrait hydroéthanolique à traiter et le même volume de solvants de polarités croissantes ont été introduits dans une ampoule à décanter. Le mélange est secoué vigoureusement dans une ampoule à décanter, puis laissé au repos jusqu'à décantation totale, donnant ainsi deux phases (une phase organique et une phase aqueuse). La phase organique est recueillie, tandis que celle aqueuse est encore soumise à d'autres solvants successifs. Les phases organiques sont réunies et débarrassées du solvant par évaporation puis concentrées. Le diagramme ci-dessous montre les étapes de la préparation des fractions.

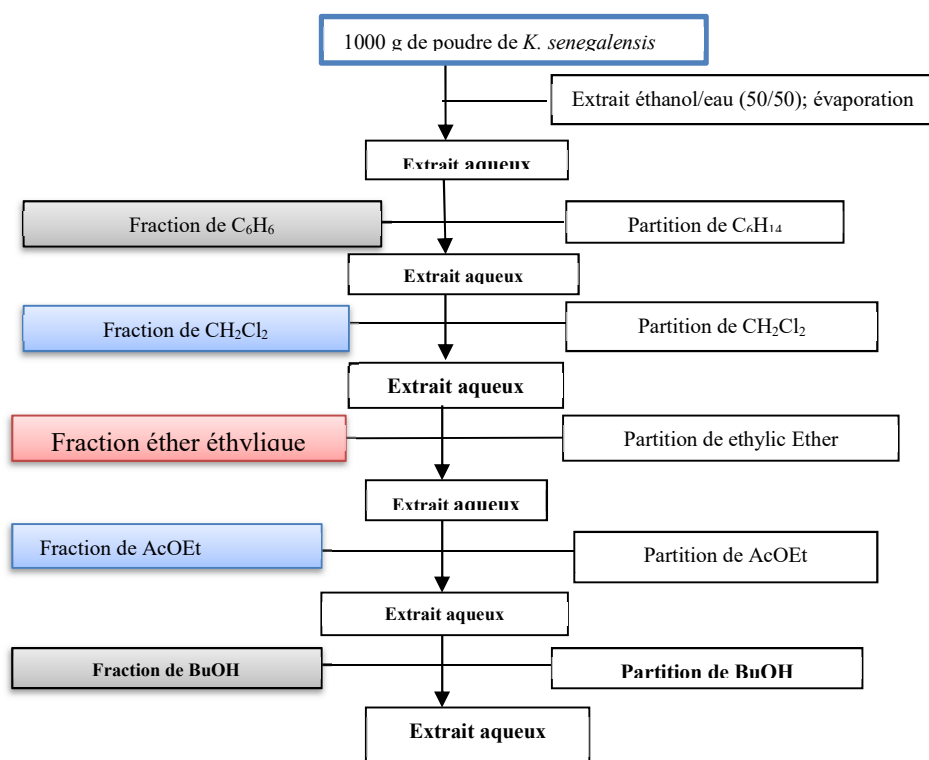


Fig. 1. Diagramme d'extraction par des solvants de polarités croissantes

2.2.5 DOSAGE DES COMPOSES PHENOLIQUES

Phénols totaux: Le dosage des phénols totaux a été fait par le réactif de Folin-Ciocalteu [19], [20].

Flavonoïdes totaux: La méthode au trichlorure d'aluminium (AlCl₃) a été utilisée pour quantifier les flavonoïdes totaux [19].

Tanins condensés: Le dosage des tanins condensés est réalisé par la méthode à la vanilline chlorhydrique [21].

2.2.6 EVALUATION DE L'ACTIVITE ANTIRADICALAIRE

L'activité antiradicalaire a été évaluée par la méthode au DPPH. Le principe de cette méthode est basé sur la mesure du piégeage des radicaux libres d'une solution de DPPH. Ce piégeage est visualisé par la disparition de la couleur pourpre du DPPH. Les cuves sont laissées à l'obscurité pendant une heure et les absorbances ont été mesurées à 517nm [22] [20],[23]. Le pourcentage de piégeage du radical a été déterminé par la formule: $P = \frac{Ab - Ae}{Ab} 100$.

Avec P: pourcentage de piégeage; Ab: absorbance du blanc, Ae: Absorbance de l'échantillon.

2.2.7 ACTIVITÉ ANTIBACTÉRIENNE DES EXTRAITS DE *KHAYA SENEGALENSIS*

L'activité antibactérienne a été évaluée par la méthode au micro-dilution dans les microplaques et dans les boîtes de Pétri [24],[25], [26].

2.2.8 IDENTIFICATION DES MOLÉCULES DE L'EXTRAIT HYDROÉTHANOLIQUE DE *KHAYA SENEGALENSIS*

La détermination structurale des molécules des extraits de l'écorce de *K. senegalensis* a été faite par CG/MS, en mode d'impact électronique positif (énergie d'ionisation: 70 eV), équipé d'un injecteur unique et d'une colonne capillaire en silice fondue de type VF-5MS (25 m de long; 0,25 mm de diamètre externe et 0,25 µm de diamètre interne). Le gaz vecteur utilisé est l'hélium avec un débit de 1mL/min qui est constant tout au long de l'analyse. La température de l'injecteur est de 40°C, celle de la source est de 281°C et 298,6°C au niveau du détecteur et de la ligne de transfert. Quant à la programmation de la température, celle du four est défini par une température isotherme de 40°C pendant 5 min puis des augmentations de 5°C/min jusqu'à 310°C, suivi d'une seconde isotherme à 310°C pendant 1 min. La quantité d'extrait injecté est de 1µL. L'injection a été faite en mode splitless. Les données de la spectrométrie de masse ont été établies en mode scan dont le rapport m/z varie entre 50-800 uma. L'attribution structurale des molécules a été réalisée par la comparaison des spectres obtenus avec ceux des banques de données NIST [27], [28].

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 MÉTABOLITES SECONDAIRES

Les métabolites secondaires identifiés au niveau de l'écorce de tronc de *K. senegalensis* sont consignés dans le tableau 1.

Les saponosides, les tanins catéchiques, les phénols, les mucilages, les flavonoïdes, les alcaloïdes, les anthocyanes, les leuco-anthocyanes, les protéines, les composés réducteurs, les stérols et les terpènes ont été mis en exergue dans l'écorce de tronc de *K. senegalensis* récoltée à Abomey-Calavi (Bénin) tandis qu'au niveau de l'écorce de tronc de cette même plante récoltée en Egypte, les flavonoïdes, les tanins, les saponosides, les coumarines, les stérols et les terpènes ont été identifiés [29]. Au niveau de cette même plante récoltée au Nigéria on note l'absence des alcaloïdes et des saponosides [30] qui ont été mis en exergue dans l'échantillon du Bénin.

La variation des métabolites secondaires remarquée au niveau de l'écorce de tronc de *K. senegalensis* par rapport aux travaux antérieurs pourrait être liée à la période de la récolte, à la nature du sol ou aux facteurs climatiques [31], [32]. La diversité en métabolites secondaires de cette plante pourrait expliquer son usage dans la médecine traditionnelle. La présence par exemple des tanins et des flavonoïdes au niveau de l'écorce de *K. senegalensis* justifierait son utilisation dans le traitement des affections diarrhéiques et les maladies gastro-intestinales des animaux d'élevage [33], [34].

Tableau 1. Métabolites secondaires identifiés au niveau de l'écorce de tronc de *K. senegalensis*

Métabolites secondaires	<i>Khaya senegalensis</i>
Alcaloïdes	+
Flavonoïdes	+
Anthocyanes	+
Leucoanthocyanes	+
Anthraquinones	-
Composés reducteurs	+
Tanins	+
Stérols et terpènes	+
Mucilages	+
Saponosides	+
Coumarines	-
Quinones	-
Protéines	+
Phénols	+
Huiles essentielles	-

Légendes +: Présent; -: Absent

3.2 TENEURS EN PHÉNOLS TOTAUX, EN FLAVONOÏDES TOTAUX ET EN TANINS CONDENSÉS DES EXTRAITS DE L'ÉCORCE DE TRONC DE *K. SENEGALENSIS*

Le tableau 2 indique la teneur en composés phénoliques des extraits de l'écorce de tronc de *K. senegalensis*.

Les teneurs en phénols totaux des extraits éthanolique, hydroéthanolique et aqueux sont respectivement de (3,272±0,246)mgEAG/gMS, (3,328±0,185) mgEAG/gMS et de (6,731±0,018)mg EAG/gMS. Concernant la teneur en flavonoïdes totaux, la teneur la plus élevée est enregistrée au niveau de l'extrait aqueux (90,468±16,907) mgEC/gMS. Du point de vue des teneurs en tanins condensés, l'extrait hydroéthanolique est plus riche en tanins (250,791±12,103) mgEC/gMS que les extraits éthanolique et aqueux. A travers ce tableau on remarque que les extraits bruts sont plus riches en composés phénoliques que les fractions de l'extrait hydroéthanolique.

Tableau 2. Teneurs en composés phénoliques de l'écorce de tronc de *K. senegalensis*

Extraits et fractions		Phénols totaux (mgEAG/gMS)	Flavonoïdes totaux (mgEC/gMS)	Tanins totaux (mg EC/g MS)
Extraits bruts	Ethanolique	3,272±0,246	54,733±1,462	178,744±6,578
	Hydroéthanolique	3,328±0,185	63,198±0,639	(250,791±12,103
	Aqueux	6,731±0,018	90,468±16,907	158,698±2,631
Fractions	Butanolique	0,222±0,011	19,133±0,634	63,895±0,411
	Acéthate d'éthyle	1,498±0,096	14,261±0,207	8,081±0,082
	Ether éthylique	1,609±0,325	0,116±0,007	10,930± 0,164

3.3 ACTIVITÉ ANTIRADICALE DES EXTRAITS ET FRACTIONS DE L'ÉCORCE DE TRONC DE *Khaya SENEGALENSIS*

Les concentrations des extraits de *K. senegalensis* et de composés de synthèse permettant de piéger 50% de radicaux libres [IC₅₀ (µg/mL)] sont consignées dans le tableau 3.

A travers ce tableau, on remarque que les IC₅₀ des fractions sont plus faibles que ceux des extraits bruts. Donc les fractions de *K. senegalensis* ont une activité antiradicalaire plus prononcée que celle des extraits bruts. Il faut noter que ces fractions ont une activité antiradicalaire plus intéressante que celle du Butylhydroxyanisole et de la quercétine qui sont des produits de synthèse. Seule la fraction éther éthylique a montré une activité plus significative que l'acide gallique qui est le composé le plus actif parmi les standards utilisés.

Ces extraits pourraient constituer une solution alternative aux conservateurs de synthèse utilisés dans le domaine agro-alimentaire d'une part, et dans la lutte contre les attaques radicalaires qui conduisent à une diminution du pouvoir fécondant

des spermatozoïdes, à la baisse de la fertilité des femelles des animaux d'élevage, de leur résistance aux pathologies, à des mortalités embryonnaires et au ralentissement de la croissance des animaux d'élevage d'autre part [9], [10],[8].

Tableau 3. Concentration (IC₅₀) des extraits et de composés permettant de piéger 50% de radicaux libres

IC ₅₀ (µg/mL) des extraits, fractions et composé de synthèse								
Extraits			Fractions			Composés de synthèse		
Etha	Hydroéthé	Aqueux	Buta	Acéta	Ether	Q	AG	BHA
20,00	4,00	5,00	2,00	1,00	0,09	3	0,9	4,8

Légendes: Etha: extrait éthanolique; Hythdroéthé: Extrait hydroéthanolique; Buta: Fraction butanolique; Acéta : Fraction acétate ; Ether : Fraction étheréthylique ; Q : Quercétine; AG : Acide gallique; BHA :Butylhyhydroxyanisole

3.4 ACTIVITÉ ANTIBACTÉRIENNE DES EXTRAITS DE L'ÉCORCE DE TRONC DE *K. SENEGALENSIS*

Le tableau 3 présente les CMI, les CMB et les pouvoirs antibiotiques des extraits bruts de l'écorce de tronc de *Khaya senegalensis*.

E. coli a une sensibilité avérée avec les extraits éthanolique, hydroéthanolique et aqueux à des concentrations de 3,125 mg/mL; 6,25 mg/mL et 0,78 mg/ mL respectivement. Pour ce qui concerne *K. pneumoniae*, les extraits éthanolique et hydroéthanolique ont montré une activité antibactérienne significative alors que l'extrait aqueux a permis d'inhiber seulement cette souche.

Les trois fractions (butanolique, acétate d'éthyle et éther éthylique) de l'extrait hydroéthanolique de *K. senegalensis* ont montré une activité antibactérienne avérée vis-à-vis des souches de *E. coli* et de *K. pneumoniae*.

L'activité antibactérienne, intéressante des extraits de cette plante pourrait s'expliquer par la présence par exemple des composés tels que les terpènes phénoliques et les composés phénoliques dans ces extraits [35].

Cette activité justifierait l'usage de cette plante dans la médecine traditionnelle pour traiter les maladies gastrointestinales des animaux d'élevage.

Tableau 4. Concentrations minimales inhibitrices et bactéricides des extraits bruts et des fractions de l'écorce de tronc de *K. senegalensis*

Souches bactériennes	Extraits et fractions	C (mg/ml)		Pouvoir antibiotique
		CMI	CMB	CMB/CMI
<i>E. coli</i>	Ethanolique	1,56	3,13	2,00
	hydroéthanolique	3,13	6,25	2,00
	Aqueux	0,39	0,78	2,00
	Butanolique	50,00	100,00	2,00
	Acétate d'éthyle	25,00	50,00	2,00
	Ether éthylique	50,00	100,00	2,00
<i>K. pneumoniae</i>	Ethanolique	0,39	0,78	2,00
	hydroéthanolique	50,00	100,00	2,00
	Aqueux	25,00	>100,00	-
	Butanolique	25,00	100,00	4,00
	Acétate d'éthyle	25,00	50,00	2,00
	Ether éthylique	25,00	100,00	4,00

Légendes CMI: Concentrations Minimales Inhibitrices; CMB: Concentrations Minimales Bactéricides; - : pas de pouvoir antibiotique.

3.5 COMPOSÉS CARACTÉRISÉS DANS L'EXTRAIT HYDROÉTHANOLIQUE DE L'ÉCORCE DE TRONC DE *KHAYA SENEGALENSIS*

Le chromatogramme de la figure 2 montre les pics des molécules identifiées dans l'extrait éthanolique de l'écorce de tronc de *K. senegalensis*. Ces composés sont consignés dans le tableau 5.

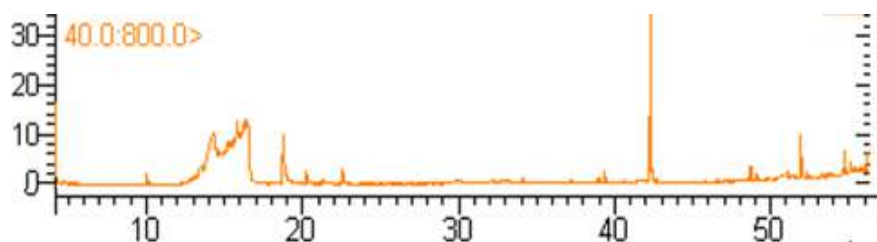


Fig. 2. Chromatogramme de l'extrait hydroéthanolique de *K. senegalensis*

Dans cet extrait, seize composés ont été caractérisés avec cinq composés de pics significatifs (composés majoritaires) ont été caractérisés: le glycérol, l'éthanoate de glycérol, le pyrocatechol, l'octadécanamide et le neoergostérone

Tableau 5. Composés identifiés dans l'extrait hydroéthanolique de *K. senegalensis*

TR (min)	Métabolites
15,007	Glycérol
16,730	Ethanoate de glycérol
19,756	Pyrocatechol
44,952	Octadécanamide
55,260	Neoergostérone
10,367	Oxime de benzyloxyméthyle
22,454	3-méthylpyrocatecholé
23,895	Syringol
41,336	4-cuminaldehyde
41,867	Hexadécanamide
51,705	Cholestane
51,847	Cholesta-2,4-diène
52,231	Norcholestan-2-one
58,175	Sitostérol
58,304	Bétuline
59,754	Cholest-5-èn-3-one

Légende TR: Temps de retention

Seize (16) molécules ont été identifiées au niveau de cet extrait avec l'éthanoate de glycérol, le pyrocatechol, le pyrogallol et l'octadéca-9-énamide qui sont des molécules qui ont montré de pics importants.

3.6 ACTIVITÉS STRUCTURALES DE QUELQUES MOLÉCULES CARACTÉRISÉES DANS L'EXTRAIT HYDROÉTHANOLIQUE DE L'ÉCORCE DE TRONC DE *K. SENEGALENSIS*

L'activité antiradicalaire de l'extrait hydroéthanolique serait due aux composés phénoliques tels que le pyrocatechol et le pyrogallol, soit individuellement ou par effet de synergie. Ces deux composés phénoliques possèdent de groupement hydroxyles en position ortho. Les polyphénols ont une activité antiradicalaire plus efficace que les monophénols [22]. Il a été prouvé aussi que la position du groupement hydroxyle sur le noyau benzénique influence aussi l'activité antiradicalaire. Par exemple les composés qui possèdent les groupements hydroxyles en position ortho ont une activité antiradicalaire très forte en comparaison avec ceux qui possèdent de groupement hydroxyles en position meta [22].

Concernant l'activité antibactérienne, la présence par exemple des composés tels que les terpènes phénoliques et les composés phénoliques dans les extraits de cette plante pourrait expliquer leur activité antibactérienne (Davidson *et al.*, 1989; Boissier *et al.*, 1993; Mourey et Canillac, 2002).

4 CONCLUSION

Les plantes médicinales restent et resteront encore longtemps une source fiable de principes actifs connus pour leurs propriétés thérapeutiques. Une étude de la composition chimique et des propriétés biologiques a concerné dans le présent

travail, l'écorce de tronc de *K. senegalensis*, plante utilisée au Bénin pour traiter les maladies gastro-intestinales des animaux d'élevage.

Cette étude a montré que l'écorce de tronc de *K. senegalensis* est riche en métabolites secondaires tels que les tanins, les flavonoïdes, les anthocyanes, les mucilages, les coumarines, les composés réducteurs, les alcaloïdes, les stérols et les terpènes. Concernant l'activité antiradicalaire, l'extrait éthanolique de l'écorce de tronc de *K. senegalensis* a montré une activité antiradicalaire plus intéressante que celle du butylhydroxyanisole qui est un composé de référence. Ces extraits pourraient être utilisés pour lutter contre les attaques radicalaires subies par les animaux d'élevage d'une part et dans la conservation des produits agro-alimentaires périssables d'autre part. L'identification des métabolites a montré divers composés au niveau de l'extrait hydroéthanolique de l'écorce de tronc de *K. senegalensis* tels que: les composés terpéniques hydrogénés et oxygénés, les composés aromatiques, les composés aliphatiques et d'autres substances naturelles qui pourraient sous-tendre l'usage de cette plante dans la pharmacopée vétérinaire. De l'activité antibactérienne, il ressort que les extraits de *K. senegalensis* ont montré une activité bactéricide vis-à-vis de *E. coli* et de *K. pneumoniae*, ce qui pourrait expliquer l'utilisation de cette plante dans la médecine vétérinaire pour traiter les maladies gastro-intestinales.

L'activité antiradicalaire notée au niveau des extraits de cette plante serait due aux composés phénoliques (pyrocatechol et de pyrogallol) pris isolément ou par effet de synergie. De même, l'efficacité des différents extraits investigués sur les souches bactériennes testées pourrait être attribuée aux composés majoritaires qu'ils contiennent ou à un effet synergique de ces derniers avec les composés minoritaires présents dans ces extraits.

REMERCIEMENTS

Ces résultats ont été obtenus grâce à l'appui des laboratoires partenaires à qui les auteurs de cet article adressent leurs sincères remerciements. Il s'agit du:

- Laboratoire National de la Santé Publique du Bénin.
- Laboratoire de Botanique et d'Ecologie végétale de l'Université d'Abomey-Calavi au Bénin
- Unité de Chimie Environnementale et Interactions sur le Vivant de la Maison de Recherche sur l'Environnement Industriel de l'Université du Littoral Côte d'Opale en France.

REFERENCES

- [1] S. Souad, F Mohamed,, Lahcen Z. & Allal, D. (2008). Etudes floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la ville de Kénitra (Maroc). Laboratoire de Botanique et de Protection des Plantes, Faculté des Sciences, Université Ibn Tofail, Kenitra
- [2] B.Sinsin, and L. Owolabi, "Rapport sur la monographie de la diversité biologique du Bénin, Ministère de l'Environnement et de l'Habitat et de l'urbanisme (MEHU)", Cotonou, Bénin. 2001.
- [3] J.T. Codjia, , A.E. Assogbadjo et M.R.M.Ekue, "Diversité et valorisation au niveau local des ressources végétales forestières alimentaires du Bénin", Cahiers agricultures, vol.12, n0.5 pp. 321- 331,2003.
- [4] Mehu. "Projet de déclaration d'une politique nationale de mobilité urbaine", Rapport final définitif, MEHU/DU, juillet. ,2002.
- [5] A.C Adomou, H. Yedomonhan, B. Djossa, S.I. Legba, M. Oumorou, A. Akoegninou, "Etude ethnobotanique des plantes médicinales vendues dans le marché d'Abomey-Calavi au Bénin", Int. J. Biol. Chem. Sci., vol.6, n0.2, pp. 55-78, 2012.
- [6] T.Bahorun, B. Gressier, F.Trotin, C.Brunet, T.Dine, M. Luyckx, J.Vasseur, M. Cazin, J.C.Cazin, and M. Pinkas Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations. *Arznei. Forschung*, 46, pp.1086-108, 1996.
- [7] H.H.Tamboura, H.Kaboré, S.M. Yaméogo, "Ethnomédecine vétérinaire et pharmacopée traditionnelle dans le plateau central du Burkina Faso: cas de la province du Passoré", *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, vol. 2, n0.3, pp.181-191, 1998.
- [8] W.W.Anderson, J.Arnold, D.G.Baldwin, A.T. Beckenbach, C. J.Brown, G.O.Williams, S.Bryant, J. Coyne, L.G.Harshman, W.B. Heed, D.E. Jeffrey, L.B.Klazcko, B.C Moore, J.A.Moore, J.M. Porter, J.R. Powell, T. J.C. Prout, C.E.Stephens, M.E. TaylorTurner, S.W.Schaeffer, "Four decades of inversion polymorphism in *Drosophila pseudoobscura*", *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A*, vol. 88, n0.22, pp.10367-10371,1991.
- [9] B.Aurousseau, "Les radicaux libres dans l'organisme des animaux d'élevage: conséquences sur la reproduction, la physiologie et la qualité de leurs produits", *INRA Prod. Anim*, vol.15,n0.1, pp. 67-82, 2002.
- [10] J. Martensson, A.Jain, A.Meister, "Glutathione is required for intestinal function", *Proc. Nad Acad Sci USA*, vol.87, pp. 1715-1719, 1990.

- [11] C.B.I .Alawa,Adamu, A.M.Gefu, J.O. Ajanusi, P.A. Abdu, N.P.Chiezey, J.N.Alawa, D.D.Bowman, "In vitro screening of two Nigerian medical plants (*Vernonia amygdalina* and *Annona sensgalensis*) for anthelmintic activity. Vet. Parasi", vol. 113, pp. 73-8, 2003.
- [12] J. Kerharo, Adams, "La Pharmacopée Sénégalaise Traditionnelle: Plantes médicinales et toxiques. Edition Vigot", : pp.402-404, 1974.
- [13] H.G. Dassou, C.A.Ogni, H.Yedomonhan, A.C. Adomou, M.Tossou, J.T.Dougnon et A.Akoegninou, "Diversité, usages vétérinaires et vulnérabilité des plantes médicinales au Nord-Bénin", Int. J. Biol. Chem. Sci, vol.8, n0.1, pp.189-210, 2014.
- [14] E.J.Adjanohoun, M.R.A.Ahyi, A. L Assi," Contribution aux etudes ethnobotaniques floristiques au TOGO. ACCT" pp. 389-392, 1986.
- [15] D.O.O. Olayinka, Onoruvwe and T.Y.Lot "Cardiovascular effects in rodents of methanolic extract off *Khaya senegalensis*", Phytother. Res,vol. 6, pp.282-284, 1992.
- [16] N.Dohou, K.Yamni, S.Tahrouch, L..M.Idrissi-Hassani, A.Badoc, N.Gmira, "Screening phytochimique d'une endémique ibéro-marocaine, *Thymelaea lythroides*", Bulletin de la société pharmaceutique de Bordeaux, vol.142, pp. 61-78, 2003.
- [17] D.C.P. Agbangnan, C.B.Tachon, A.Chrostowka, E.Fouquet, D.C.K.Sohounhloue, "Phytochemical study of a tinctorial plant of benin traditional pharmacopoeia: The red sorghum (*sorghum caudatum*) of Benin", Scientific Study & Research, vol.13, n0.2, pp.121-135, 2012.
- [18] Y.A.Koudoro, D.V.Wotto, T.R.C.Konfo, D.C.P. Agbangnan, C.K.D.Sohounhloue, "Phytochemical screening, antibacterial and anti-radical activities of *Daniellia oliveri* trunk bark extracts used in veterinary medicine against gastrointestinal diseases in Benin", International Journal of Advanced Research, Vol.3, n0.10, 1190-1199, 2015.
- [19] C.C.Wong, H.B.Li, K.W. Cheng et F. A. Chen, " systematic survey of antioxidant activity of 30 Chinese medicinal plants using the ferric reducing antioxidant power assay", Food Chem, vol.97, pp. 705-711, 2006.
- [20] Agbangnan, C.P.D., Noudogbessi, J.P., Chrostowska, A., Tachon, C.; Fouquet, E., Sohounhloue, D.C.K. (2013). Phenolic compound of benin's red sorghum and their antioxidant properties. Asian J Pharm Clin Res, 6(2): 277-280.
- [21] D.Heimler, P. Vignolini, M.Giulia., V.F.Francesco, A.Rmani, Antiradical activity and polyphenol composition of local Brassicaceae edible varieties. Food Chemistry, 99:464-469, 2006.
- [22] W.Brand-Williams, M.E.Cuvelier, C. Beret, "Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity, Lebensm.Wiss.U. Technol, vol.28, pp. 25-30, 1995.
- [23] I.Parejo, F.Viladomat, J.Bastida, A.Rosas-Romero, N.Flerlage, J.Burillo, C.Codina," Comparison between the radical scavenging activity and antioxidant activity of six distilled and nondistilled Mediterranean herbs and aromatic plants", J Agric Food Chem, vol.5, pp.6882-6890, 2002.
- [24] NCCLS, "Performance Standards For Antimicrobial Disk Susceptibility Tests", Approved Standard: M2-A7, National Committee for Clinical Laboratory Standards", Wayne, PA, USA, 2003.
- [25] B. Yehouenou, D. V. Wotto, P. H. Sessou, J.P. Noudogbessi, D. C. K. Sohounhloue, "Chemical study and antimicrobial activities of volatile extracts from fresh leaves of *Crassocephalum rubens* (Juss and Jack) More against food borne pathogens", Scientific Study and Research, Vol. 11, no.3, PP. 341-349, 2010.
- [26] A. A. Mohammed , A. A. Mahmood, I. Salmah , A. A. Zahra, W. Suhailah, A.Qade , H. Hadi and S. H.Nabil, "Free Radical Scavenging, Antimicrobial and Immunomodulatory Activities of *Orthosiphon stamineus*", PP. 5385-5395, 2012.
- [27] A.R.Bojaxa and P.J.Rosakutty , "GC-MS analysis of methanol wild plant and callus extracts from three Cissusspecies, Family Vitaceae", Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, vol.4, n0.7,pp. 3420-3426, 2012.
- [28] N.A.Apostolides, M.E.I. Beyrouthy, W.Dhifi, S.Najm, F.Cazier, W.Najem, M.Labaki and A.AbouKaïs, "Chemical Composition of Aerial Parts of *Rosmarinus officinalis* L. Essential Oil Growing Wild in Lebanon". Journal of Essential Oil Bearing Plants, vol.16, n0.2, pp.274-282, 2013.
- [29] Mesbal, M.K., Abdel, E., Hafiz, M.A., Shana wany, M.A. "Pharmacognosy study of *Khaya senegalensis* in Egypt . Botanical and chemical study of the leaf", Bull. Pharm. Sci, vol.7, pp.207-223, 1984.
- [30] L. Ishaku, Elisha, S. Micah, S.M. Makoshi, C.J.Dawurung, V.Nkechi, J. G.Offiah, G.O.O. Oladipo and S.David. Evaluation of Aqueous and Ethanolic Stem Bark Extracts of *Khaya senegalensis* A. Juss (Meliaceae) in Albino Rats", Pakistan Veterinary Journal, vol. 33, n0.1, pp.32-36, 2013.
- [31] P.E.Daddona, J.L. wright, C.R.Hutchinson, " Alkaloid catabolism and mobilization in *Catharanthusroseus*", Phytochem, vol.15, pp. 941-945, 1976.
- [32] F. Manolaraki "Propriétés anthelmintiques du sainfoin (*Onobrychisviciifoliae*). Analyse des facteurs de variations et du rôle des composés phénoliques impliqués. Thèse de Doctorat de l'université de Toulouse III, Toulouse; 2011
- [33] G.Di-Carlo, N.Mascolo, A.A.Izzo, and F.Capasso, "Flavonoids: Old and new aspects of a class of natural therapeutic drugs". Life Sciences, vol.65, n0.4, pp.3347-3353, 1999.

- [34] B.R. Min, J.M. Fernandez, T.N.Barry, M.c. Nabb et P.D. Kemp, " The effect of condensed tannins in Lotus corniculatus upon reproductive efficiency and wool production in ewes during autumn", Anim. Feed Sci. Technol, vol.92, n0. 4, pp.185-202, 2001.
- [35] B.Shan, Y.Z.Cai, J.D.Brooks, H.Corke, "The in vitro antibacterial activity of dietary spice and medicinal herb extracts", International J Food Microbiology, vol.117, pp. 112-119, 2007.

Pétrographie et origine des métasédiments du domaine SASCA (SW de la Côte d'Ivoire)

[Petrography and origin of the metasediments of SASCA domain (SW of Côte d'Ivoire)]

Augustin Yao Koffi, Alain Nicaise Kouamelan, Sagbrou Chérubin Djro, Kouadio Fossou Jean Luc Hervé, Teha Koffi Raoul, Kouassi Brice Roland, and Koffi Gnagnon Raymond Stéphane

Laboratoire de Géologie du Socle et de Métallogénie, UFR Sciences de la Terre et des ressources Minières, Université Félix Houphouët-Boigny Abidjan-Cocody, UFR STRM, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

Copyright © 2018 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: Our study area in southwestern Côte d'Ivoire in SASCA domain is part of the Archean-Paleoproterozoic transition zone and consists mainly of metasediments, grey gneisses, metabasites and granitoids. We present new data on the petrographic characterization and origin of metasediments in this area. Both field and petrographic observations indicate that metasediments consist of garnet-sillimanite-cordierite paragneisses and staurolite and/or garnet mica schists. The major elements made it possible to constrain the origin of these metasediments by showing: (i) their belonging to the group of iron-rich shales in majority and secondarily to the Fe-rich sandstones, (ii) their provenance from basalt and andesitic rocks moderately weathered ($60 < CIA < 80$) and (iii) their deposition in an island arc and/or active continental margins geodynamic environments.

KEYWORDS: Petrography, Metasediments, SASCA domain, Côte d'Ivoire.

RESUME: Notre zone d'étude est située dans le Sud-ouest de la Côte d'Ivoire, précisément dans le domaine SASCA et elle appartient à la zone de transition Archéen-Paléoproterozoïque. Elle se compose principalement de métasédiments, de gneiss gris, de metabasites et de granitoïdes. Nous présentons de nouvelles données sur les caractères pétrographiques et l'origine des métasédiments de cette zone. Les observations de terrain ainsi que l'étude pétrographique révèlent que les métasédiments se composent de paragneiss à grenat-sillimanite-cordierite et micaschistes à staurolite et/ou à grenat. Les éléments majeurs ont permis de contraindre l'origine de ces métasédiments en montrant : (i) leur appartenance majoritairement au groupe des shales et accessoirement au groupe des grès riches en fer, (ii) que leurs protolithes seraient des roches basaltiques et andésitiques (avec une affinité pour les TTG) moyennement altérées ($60 < CIA < 80$) et (iii) leur mise en place dans un environnement géodynamique de type marge des arcs insulaires et/ou marge continentale active.

MOTS-CLEFS: Pétrographie, Métasédiments, Domaine SASCA, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

La répartition à travers le Sud-ouest de la Côte d'Ivoire des unités métamorphiques, et des roches plutoniques éburnéennes permet de distinguer deux domaines (Papon, 1973 [1]) : le domaine de Man et le domaine SASCA (du nom des fleuvesassandra et Cavally qui limitent cette zone). Dans le domaine de Man, se cartographie une seule unité métamorphique (unité de Toulépleu-Ity) aux caractères lithologiques et structuraux particuliers tandis que dans le domaine SASCA, nous observons quatre unités métamorphiques (unité Louga-Kounoukou, unité de la Davo, unité Hana-Lobo et unité des Monts Trou) composées principalement de métasédiments (paragneiss, micaschistes), de gneiss gris ; toutes intrudées par des granitoïdes ainsi que des dykes doléritiques (ou metabasites) (Papon, 1973 [1] ; Kouadio, 2017 [2]). Le domaine SASCA serait constitué

d'un vieux socle métamorphique et granitique Libérien sur lequel auraient transgressés des formations birimiennes d'origine pélitique, tuffacées, acides et/ou basiques auxquelles se rattacheraient les micaschistes de Kounoukou (Papon, 1973 [1]). Cette zone se caractérise également par la coexistence d'unités métamorphiques de haut et de moyen grade (Papon, 1973 [1] ; Kouadio, 2017 [2]) avec la présence de reliques crustales archéennes (Kouamelan, 1996 [3] ; Kouamelan et al., 1997a [4], 2015 [5]). Les études géochimiques menées dans le domaine SASCA montrent que la plupart des métasédiments de cette zone correspondent à des grauwackes (Papon, 1973 [1]). De récentes études effectuées dans ce domaine sur les paragneiss des secteurs de Tabou et Grand-Béréby indiquent leur appartenance aux grauwackes et leur provenance de roches plutoniques de composition felsiques à intermédiaires (Kouadio et al., 2016 [6]). Les paragneiss de Tabou et Grand-Béréby se seraient mis en place dans un environnement tectonique de type marge continentale active et/ou arcs insulaires continentaux (Kouadio et al., 2016 [6]).

Cette étude réalisée dans le domaine SASCA à la transition Archéen-Paléoproterozoïque est une contribution à une meilleure connaissance de la pétrographie et de la géochimie des métasédiments du Sud-ouest de la Côte d'Ivoire.

2 CADRE GEOLOGIQUE

Située en Afrique de l'Ouest entre les longitudes 3° et 8° Ouest et les latitudes 5° et 10° Nord, la Côte d'Ivoire appartient au Craton Ouest Africain précisément à la dorsale de Man-Leo (Bessoles, 1977 [7]). Elle est essentiellement caractérisée par un socle d'âge Précambrien et une couverture sédimentaire plus récente. Ce socle dans l'ensemble se repartit en deux grands domaines à savoir : le domaine Kenema-Man à l'Ouest et le domaine Baoulé-Mossi à l'Est, séparés par la faille transcurrente du Sassandra. Le domaine Kenema-Man à l'Ouest est très largement dominé par des terrains archéens constitués d'un complexe de base granito-gneissique et d'un ensemble de ceintures de roches supracrustales (Camil, 1981 [8], 1984 [9] ; Kouamelan, 1996 [3] ; Thieblemont et al., 2001 [10], 2004 [11]) affecté d'abord par l'orogénèse léonienne (3,4 – 3,0 Ga) (Vachette et al., 1973 [12] ; Beckinsale et al., 1980 [13] ; Cahen et al., 1984 [14]) puis par l'orogénèse libérienne (2,9 – 2,7 Ga) (Vachette et al., 1973 [12] ; Camil, 1984 [9]) avec une surimpression de l'orogénèse éburnéenne (Liégeois et al., 1991 [15] ; Gouédji et al., 2014 [16] ; Kouamelan et al., 2017 [17]). Le domaine Baoulé-Mossi à l'Est est défini par des formations paléoproterozoïques juvéniles connus sous le nom de Birimien (Junner, 1940 [18]) affectées par l'orogénèse Eburnéenne (Feybesse et al., 1989 [19] ; Liégeois et al., 1991 [15]). Les roches qui caractérisent le domaine Kenema-Man sont de type TTG (Tonalite-Trondhjemite-Granodiorite) en association avec des métasédiments kinzigitiques, des quartzites à magnétite et des metabasites granulitiques (Camil, 1981 [8], 1984 [9] ; Kouamelan, 1996 [3] ; Pitra et al., 2010 [20] ; Gouédji et al., 2014 [16]). Quant au domaine juvénile crustal Baoulé-Mossi et les fenêtres de Kayes et Kédougou-Kéniéba formés entre 2,30 et 2,07 Ga (Abouchami et al., 1990 [21] ; Boher et al., 1992 [22] ; Pawlig et al., 2006 [23]), ils se composent d'aires de granito-gneiss avec une affinité de TTG, de bassins sédimentaires et volcano-sédimentaires, de séquences volcaniques (tholéiitiques et calco-alcaline), tous intrudés par différentes générations de granitoïdes (Doumbia et al., 1998 [24] ; Egal et al., 2002 [25] ; Gasquet et al., 2003 [26] ; Pouclet et al., 2006 [27] ; Vidal et al., 2009 [28]). Entre le domaine Archéen et le domaine Paléoproterozoïque sensu stricto, il existe une zone de transition limitée par la faille de Sassandra et la longitude 6°W caractérisée par un héritage archéen matérialisé par une relique crustale avec un âge à 3,2 Ga dans le sud du domaine SASCA (Kouamelan, 1996 [3] ; Kouamelan et al., 1997a [4], 2015 [5]).

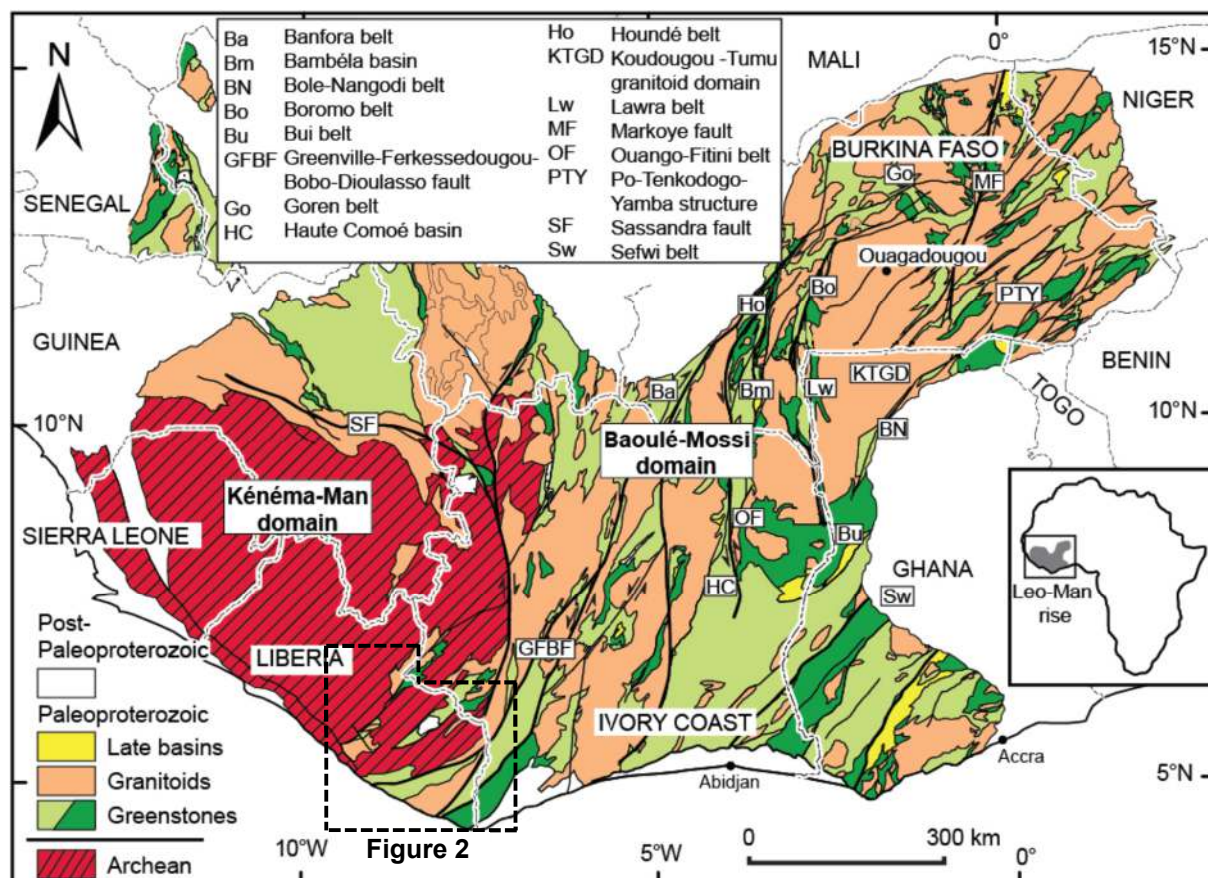


Fig. 1. Carte géologique simplifiée de la Dorsale de Man-Léon (modifiée d'après la carte SIGAfric du BRGM et Milési et al., 2004 [29])

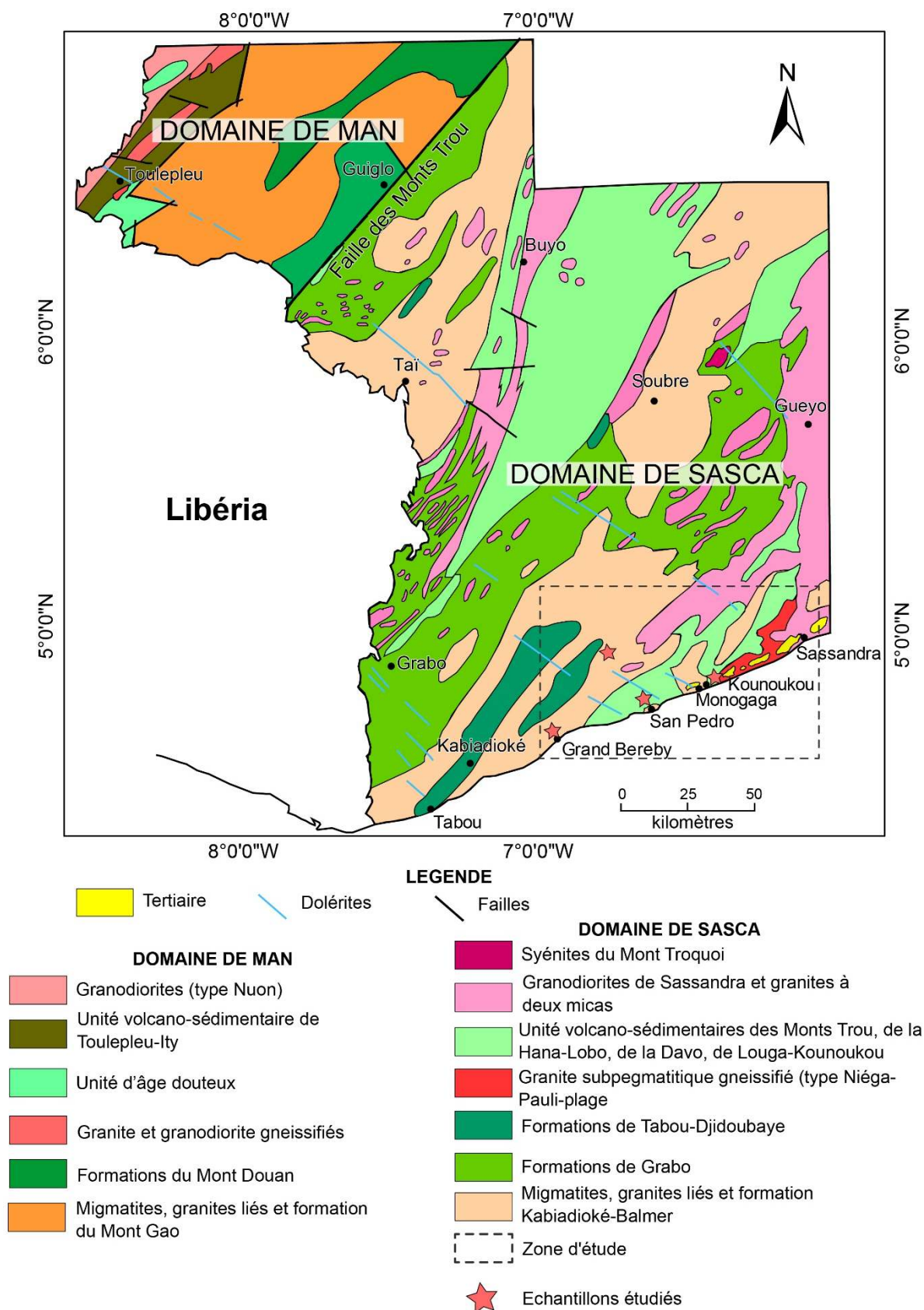


Fig. 2. Carte géologique simplifiée du Sud-ouest de la Côte d'Ivoire avec la localisation des échantillons étudiés (modifiée d'après Papon, 1973 [1])

3 METHODES ANALYTIQUES

Sept (7) échantillons de métasédiments ont été sélectionnés lors des différentes missions de terrain. Les lames minces de ses métasédiments ont été réalisées et étudiées au Laboratoire de Géosciences Environnement Toulouse (GET) en France. Cette étude pétrographique s'est faite grâce au microscope métallographique de type Olympus BX60 équipé de 4 objectifs de grossissement, $\times 5$, $\times 20$, $\times 50$, $\times 100$ muni d'un dispositif de capture d'image relié à un ordinateur. Les poudres de ses échantillons ont été analysées à Bureau Veritas Commodities Canada Ltd pour les éléments majeurs et en traces. Les éléments majeurs (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 total, MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , TiO_2 , P_2O_5 et Cr_2O_3) utilisés dans le cadre de cette étude sont déterminés par la spectroscopie de fluorescence aux rayons X (XRF).

Tableau 1. Composition chimique des métasédiments

Echantillons	SAN	KOU7	GDB3	GDB4	GDB5	GDB8	SP 23
Latitude	4,78354	4,82163	4,64294	4,65084	4,64521	4,72123	4,93837
Longitude	-6,64725	-6,39775	-6,91739	-6,92015	-6,91657	-6,95334	-6,78221
SiO_2	56,00	63,00	63,30	65,00	61,90	56,40	72,40
TiO_2	0,88	0,69	0,85	0,72	0,68	0,99	0,65
Al_2O_3	24,10	17,90	18,10	17,50	15,20	19,60	11,70
Fe_2O_3	9,25	8,16	8,98	8,41	9,84	10,40	6,49
MnO	0,10	0,07	0,09	0,09	0,13	0,12	0,07
MgO	3,45	2,73	2,70	2,15	3,13	3,92	1,53
CaO	0,69	1,88	1,25	1,35	2,58	1,97	3,13
Na_2O	1,34	2,41	1,97	2,23	3,08	3,19	2,49
K_2O	2,37	2,09	2,12	1,94	2,24	2,20	1,02
P_2O_5	0,10	0,13	0,05	0,06	0,22	0,08	0,05
LOI	1,38	0,47	0,12	0,09	0,37	0,41	0,08
Total	99,66	99,53	99,53	99,54	99,37	99,28	99,61
$\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O}$	2,03	4,29	3,22	3,58	5,66	5,16	5,62
$\log (\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{O})$	0,59	0,59	0,63	0,64	0,64	0,67	0,80
$\log (\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3)$	0,37	0,55	0,54	0,57	0,61	0,46	0,79
CIA	84,56	73,72	77,22	76,02	65,80	72,70	63,79
FeO	8,33	7,34	8,08	7,57	8,86	9,36	5,84
DF1	-10,62	-9,76	-11,27	-11,00	-11,11	-11,36	-8,01
DF2	-1,65	-0,52	-1,86	-1,55	0,55	-0,47	-1,25
$\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$	1,77	0,87	1,08	0,87	0,73	0,69	0,41

4 RESULTATS

4.1 DESCRIPTION PETROGRAPHIQUES

Les métasédiments (7 échantillons) sélectionnés pour cette étude se composent de paragneiss et de micaschistes dont la majorité se trouve le long du littoral. Les paragneiss se localisent dans la région de Grand-Béréby (GDB3, GDB4, GDB5, GDB8), près du village de Waté, au Nord de Grand-Béréby (SP23) tandis que les micaschistes se trouvent à San Pedro (SAN) et à Kounoukou (KOU7).

4.1.1 PARAGNEISS

Dans les paragneiss de Grand-Béréby (Fig. 3a, 3c, 3e, 3g), les parties claires (leucosomes) à structure grenue sont constituées de quartz, feldspaths, cordiérite et même souvent de grenats avec quelques minéraux opaques tels que l'ilménite.

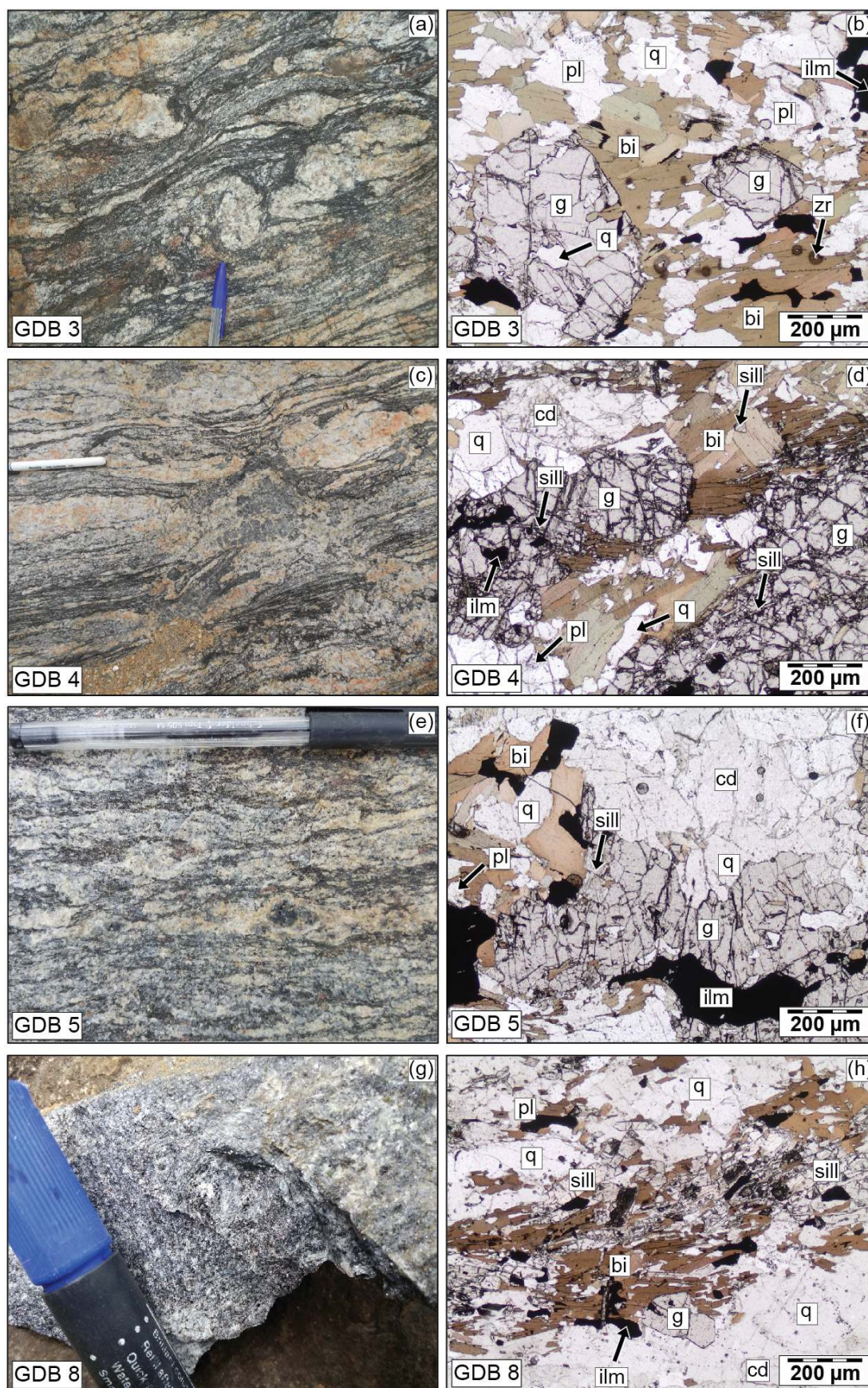
Les leucosomes plissotés présentent une granulométrie hétérométrique. Les niveaux gris à sombres (mélanosomes) se soulignent principalement par le regroupement des paillettes de biotites, de sillimanites et de rares grenats. A l'œil nu, nous pouvons voir des nodules de cordiérite bleuté, des sillimanites nacrées et des grenats de couleur rouge sombre au sein d'une trame de biotite et de lits quartzo-feldspathiques. En lame mince (Fig. 3b, 3d, 3f, 3h), certains grenats porphyroblastes ($\geq 2,5$ mm) présentent parfois des cœurs riches en sillimanite fibreuse ou prismatique. A l'extrémité de ses grenats, nous observons des biotites formant une texture symplectique ainsi que des cordiérites. Les biotites possèdent généralement des inclusions de minéraux de zircons marqués par des auréoles également pléochroïques.

Le paragneiss de Waté (SP23) contient des minéraux de quartz, plagioclase, biotite, feldspath potassique ainsi que quelques minéraux accessoires tels que l'apatite et l'ilménite (Fig. 3i, 3j).

4.1.2 MICASCHISTES

Le micaschiste de San Pedro (SAN) se caractérise par de gros cristaux de biotite (≥ 3 mm), d'andalousite et de staurotide ($\geq 2,5$ mm) dispersés dans la roche avec la présence de cristaux de quartz, plagioclase et d'oxydes (Fig. 3k, 3m). Les porphyroblastes d'andalousite contiennent généralement de très belles traînées d'inclusions d'oxydes, mais aussi des inclusions de quartz, de même que de petites baguettes de biotites et de muscovites. Des grains de staurotides peuvent également se retrouver au sein de l'andalousite. Nous notons aussi la présence de quelques sillimanites sous forme fibreuse.

Le micaschiste de Kounoukou (KOU7) présente un aspect gris sombre dû à l'abondance relative de minéraux ferromagnésiens. Très souvent la surface de ce micaschiste est piquetée de petits grenats et staurotides (Fig. 3k, 3m). Le micaschiste de Kounoukou est constitué de quartz, biotite, grenat, plagioclase, staurotide avec des minéraux accessoires tels que la tourmaline et l'ilménite. En lame mince (Fig. 3l, 3n), nous observons une matrice de lits de quartz et de quelques feldspaths séparés par des baguettes de biotites. Les biotites s'altèrent très souvent en chlorite. Les grenats sous forme de blastes globuleux ($\geq 2,5$ mm) montrent des contours nets (automorphes) avec des inclusions de grains de quartz regroupés au cœur. Les staurotides anciennement porphyroblastiques (1 à 2 mm) sont morcelées et moyennement conservées dans la matrice.



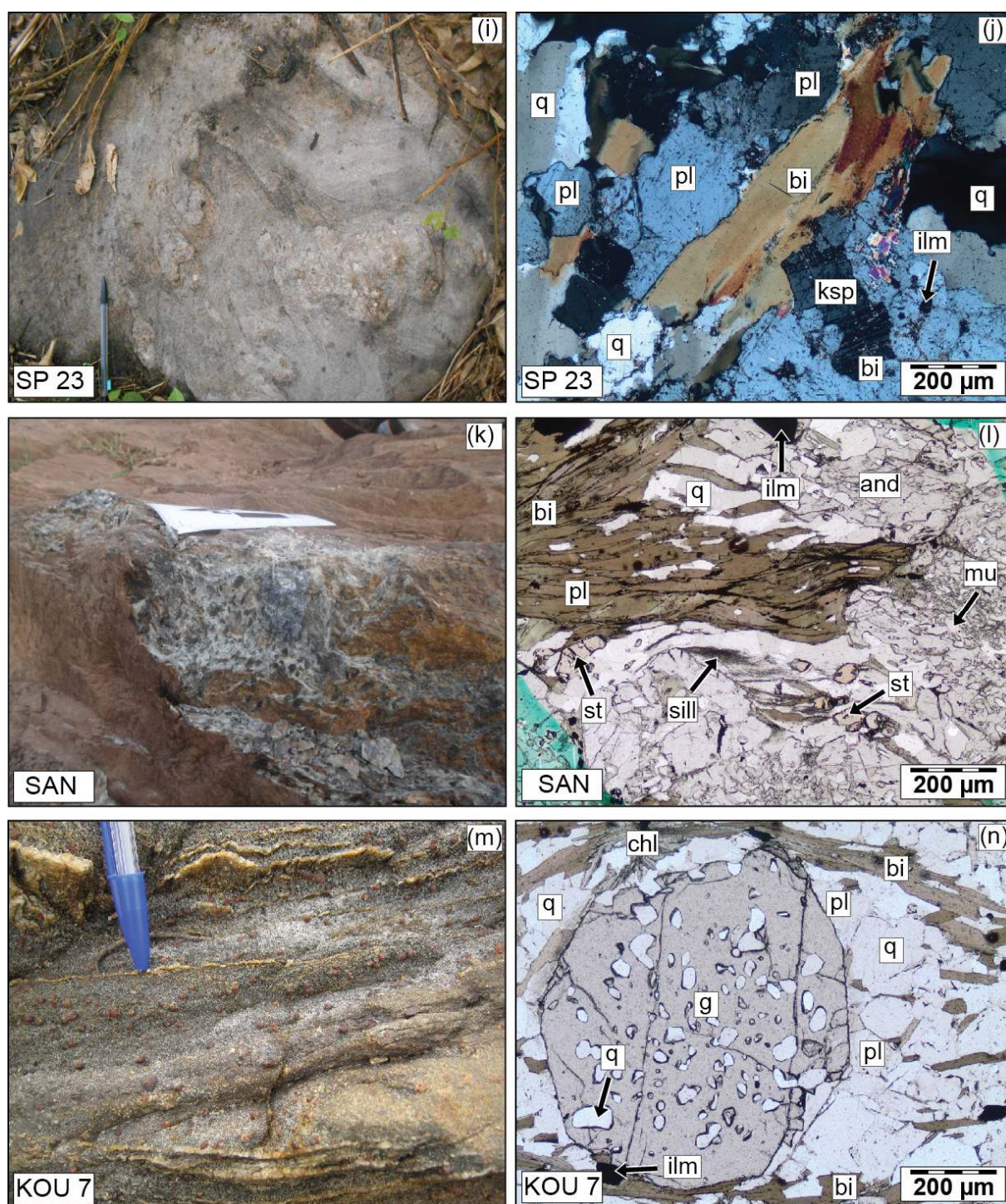


Fig. 3. Photographie et microptographie des métasédiments étudiés. Paragneiss (a - j) et micaschistes (k - n).

4.2 NATURE ET PROVENANCE DES METASEDIMENTS

Les éléments majeurs sont susceptibles d'être mobilisés notamment dans le métamorphisme de haut grade ou lors de certains processus d'altération. Des auteurs (Papon, 1973 [1] ; Kouamelan et al., 1997a [4], 2015 [5] ; Kouadio et al., 2016 [6]) ont étudié des roches identiques ou similaires à celles de cette étude et aucune d'elles ne révèle des anomalies susceptibles de modifier les caractères géochimiques des formations. Fort de ce qui précède, nous utilisons également les éléments majeurs pour mettre en évidence certains caractères des métasédiments de notre étude.

Les métasédiments étudiés présentent des valeurs de SiO_2 comprises entre 56 - 72,40% avec des teneurs en Al_2O_3 allant de 11,70 - 24,10%. Le micaschiste de San-Pedro (SAN) montre la valeur de Al_2O_3 la plus élevée (24,10%). Les autres éléments majeurs présentent des proportions suivantes : Fe_2O_3 (8,16 - 10,40%) ; MgO (1,53 - 5,32%) ; CaO (0,69 - 8,62%) ; Na_2O (1,34 - 3,48%) ; K_2O (0,77 - 2,37%) ; TiO_2 (0,46 - 0,99%) ; P_2O_5 (0,05 - 0,22%).

Ses métasédiments ont été soumis à un métamorphisme de haut à moyen grade entraînant ainsi donc une redistribution de certains éléments tels que le K_2O et le Na_2O tandis que d'autres sont immobiles (SiO_2 et TiO_2). Ses éléments chimiques immobiles (SiO_2 et TiO_2) peuvent donner des informations sur la nature du protholite de nos échantillons ainsi que leur provenance. C'est ainsi que le diagramme TiO_2 versus SiO_2 de Tarney (1977) [30] montre que l'ensemble de nos métasédiments ont une origine sédimentaire (Fig. 4a). Selon le diagramme de classification Log ($\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{K}_2\text{O}$) versus Log ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$) de Herron, (1988) [31], les métasédiments appartiennent majoritairement au groupe des shales et accessoirement au groupe des *standstones* riches en fer (Fig. 4b).

Le degré d'altération de la roche source peut être évalué à partir de l'indice chimique d'altération (CIA) de Nesbitt et Young (1984) [32] basé sur les proportions molaires suivantes : $\text{CIA} = [\text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO}^* + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})] * 100$ (CaO^* correspond à la concentration en CaO incorporé dans la fraction silicatée de la roche). Ainsi donc, les roches ayant des valeurs de CIA > 92, sont fortement altérées à cause de la transformation des feldspaths en minéraux argileux (Potter et al., 2005 [33]). Les roches dont les valeurs de CIA sont comprises entre 60 et 80 présentent une altération atmosphérique et CIA < 60 montre qu'il n'y a pas ou peu d'altération (Fedó et al., 1995 [34] ; Aristizábal et al., 2009 [35]). L'ensemble des métasédiments étudiés présentent des valeurs de CIA comprises entre 60 et 80 indiquant une altération atmosphérique de la roche source.

Le diagramme ternaire A-CN-K et CIA de Fedó et al., (1995) [34] renseigne sur l'intensité de l'altération ainsi que sur la composition de la roche d'origine ayant donnée les sédiments. Nos échantillons plotés dans ce diagramme révèlent une altération intermédiaire et se formeraient à partir des basaltes et andésites (Fig. 4c).

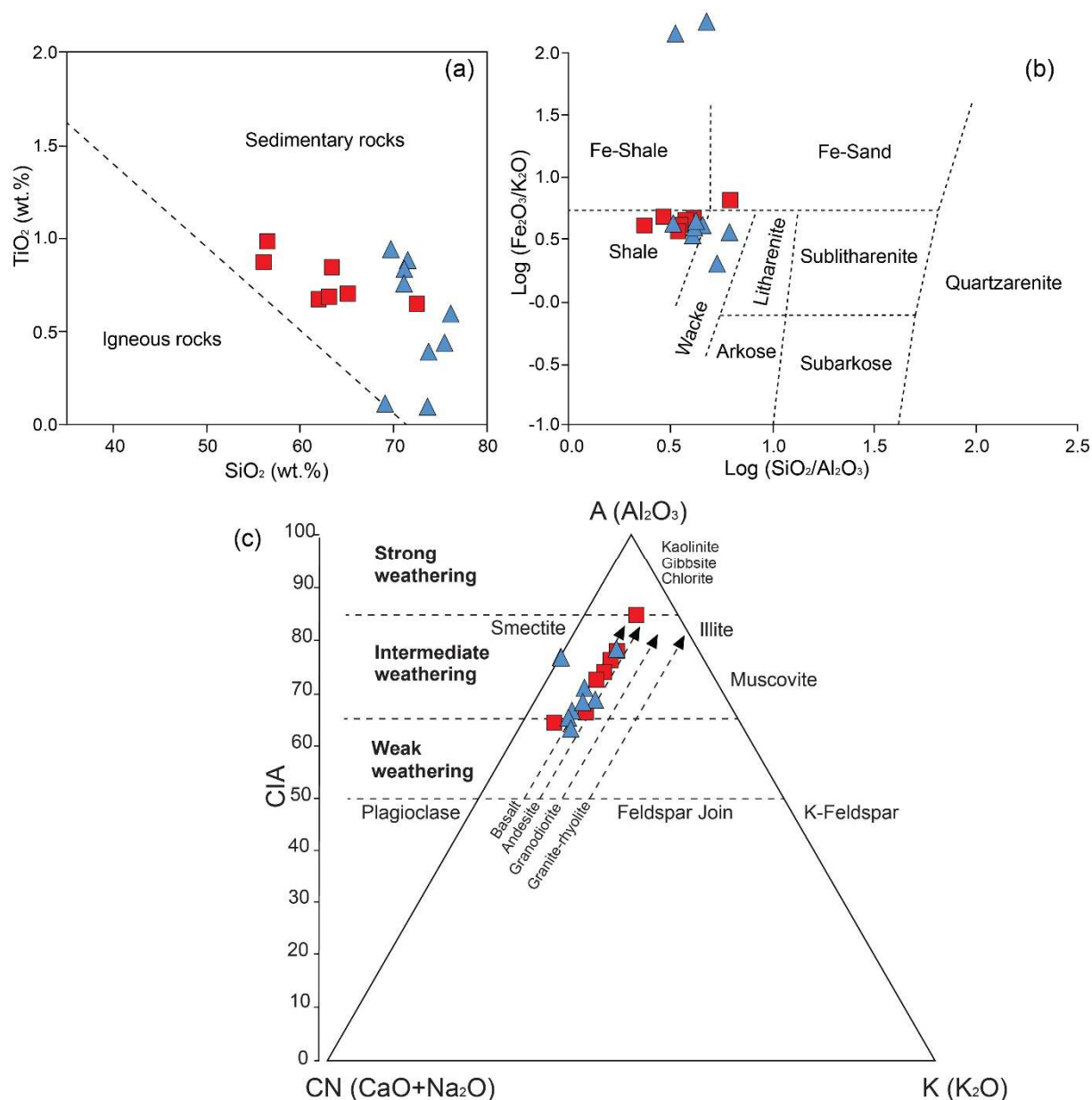


Fig. 4. (a) diagramme TiO_2 versus SiO_2 de Tarney (1977) [30], (b) diagramme $Log (Na_2O/K_2O)$ versus $Log (SiO_2/Al_2O_3)$ de Herron (1988) [31], (c) diagramme A-CN-K et CIA selon Fedo et al., (1995) [34] appliqué aux métasédiments. Les triangles en bleus représentent les données des métasédiments tirés des travaux de Kouadio et al. (2016) [6].

4.3 ENVIRONNEMENT GEOTECTONIQUE DES METASEDIMENTS

De nombreuses classifications mettent en évidence l'existence d'une corrélation entre la composition des sédiments détritiques et leur environnement géodynamique de dépôt. Ainsi donc, le diagramme de Roser et Korsch (1986) [36] révèle que nos métasédiments appartiennent à deux domaines : le domaine de marge des arcs insulaires océaniques et le domaine de marge continentale active (Fig. 5a). Cependant, le diagramme discriminant de Bhatia, (1983) [37] montre une appartenance de ses métasédiments au domaine de marge continentale active (Fig. 5b).

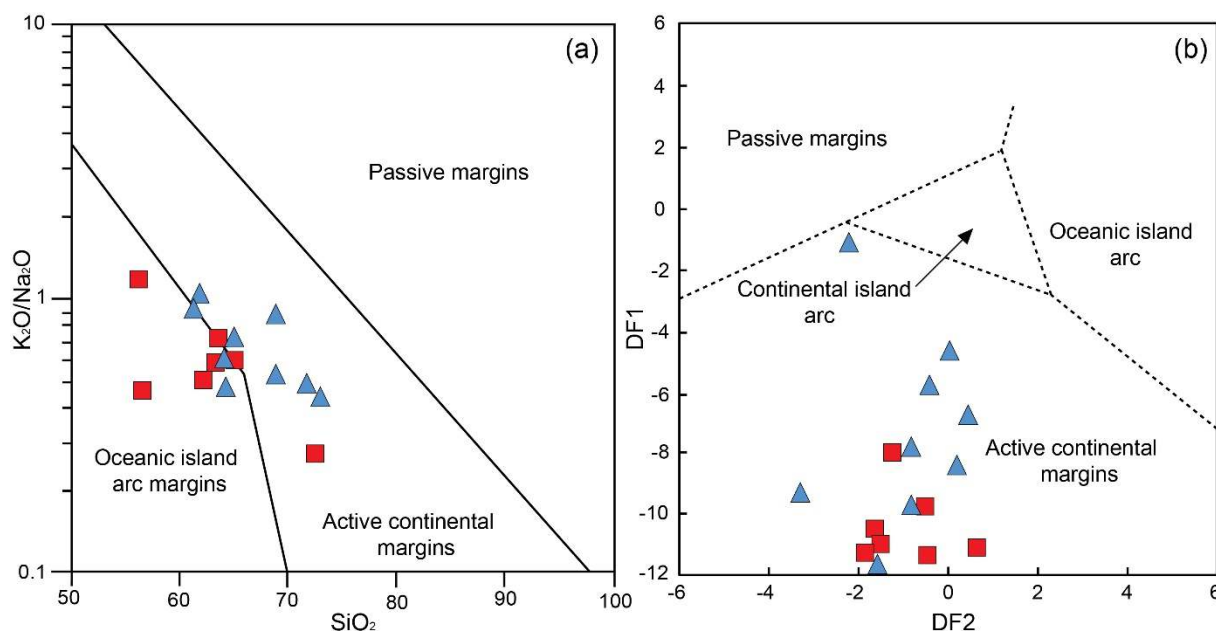


Fig. 5. (a) diagramme K_2O/Na_2O versus SiO_2 de Roser et Korsch (1986) [36], (b) diagramme $DF1$ versus $DF2$ de Bhatia (1983) [37] pour la discrimination de l'environnement géotectonique des métasédiments. Les triangles en bleus représentent les données des métasédiments tirés des travaux de Kouadio et al. (2016) [6]. $DF1 = -0,421 SiO_2 + 1,988 TiO_2 - 0,526 Al_2O_3 - 0,551 Fe_2O_3 - 1,610 FeO + 2,720 MnO + 0,881 MgO - 0,907 CaO - 0,177 Na_2O - 1,840 K_2O + 7,244 P_2O_5 + 43,57$. $DF2 = -0,0447 SiO_2 - 0,972 TiO_2 + 0,008 Al_2O_3 - 0,267 Fe_2O_3 + 0,208 FeO - 3,082 MnO + 0,140 MgO + 0,195 CaO + 0,719 Na_2O - 0,032 K_2O + 7,510 P_2O_5 + 0,303$.

5 DISCUSSION

Les métasédiments étudiés se composent de paragneiss et de micaschiste. Les minéraux qui caractérisent ces paragneiss sont : quartz, feldspaths, cordiérite, biotite, sillimanite, grenat et quelques minéraux opaques tels que ilménite. Quant aux micaschistes, ils se composent de quartz, biotite, grenat, plagioclase, staurotide avec quelques tourmaline et ilménite. La présence de certains minéraux du métamorphisme tels que cordiérite, sillimanite et staurotide atteste de l'origine sédimentaire de nos échantillons. Ces paragneiss et micaschistes ont pour la plupart comme protolithe des shales ; cependant un de nos échantillons et deux de Kouadio et al. (2016) [6] se retrouvent dans le champ des sandstones riches en fer.

Notre étude a montré également un environnement géodynamique de type marge des arcs insulaires océaniques et marge continentale active pour ses métasédiments. Les travaux réalisés dans les secteurs de Tabou et Grand-Béréby montrent la présence de paragneiss à grenat, sillimanite et cordiérite (Kouadio et al., 2016 [6]). Aussi, les paragneiss de Grand-Béréby ressemblent au niveau lithologique à ceux du Nord-est du Brésil (Silva et al., 2014 [38]). Les travaux réalisés par Carrive (1954) [39] mentionnent des micaschistes à grenat et staurotide sur la côte entre Sassandra et San Pedro au village (Kounoukou). Les études faites par Berton (1963) [40] sur la coupure de carte 4C du degré-carré de Sassandra notent entre Madié et Kounoukou, des gneiss à biotite et grenat ; des micaschistes à biotite, grenat, staurotide, avec quelques bancs de schistes amphiboliques et de gros filons de pegmatites.

Les paragneiss et les micaschistes qui sont des roches métamorphiques de grades différents semblent avoir la même origine sédimentaire. Nos échantillons ainsi que ceux de Kouadio et al. (2016) [6] se retrouvent quasiment tous dans le champ des shales ; ils seraient donc générés dans des environnements de dépôt similaires. Asiedu et al. (2017) [41] obtiennent le même résultat pour les métasédiments du bassin de Kumasi dans le centre du Ghana. Ces métasédiments peuvent être d'âges très différents car la coexistence de roches archéennes et birimiennes est avérée dans le domaine SASCA (Kouamelan et al., 1997b [42] et 2015 [5]). La source basaltique et andésitique est conforme avec le caractère juvénile des formations birimiennes. Asiedu et al. (2017) [41] modélisent la source des shales du bassin de Kumasi et montrent qu'elle se compose essentiellement de TTG (62%) et de basalte (22%) et minoritairement de granite. La différenciation du manteau va générer une croûte océanique ou une croûte inférieure basaltique qui va évoluer par différenciation magmatique pour donner effectivement des TTG qui caractérisent la croûte continentale jusqu'au protérozoïque inférieur (Birimien). Les roches archéennes seraient également issues d'un magmatisme juvénile, mais seulement en partie car elles contiennent un héritage important

(Kouamelan, 1996 [3] ; Kouamelan et al., 1997a [4]). Quoi qu'il en soit, on pourrait supposer une proximité géographique entre le domaine Kenema-Man et le domaine Baoulé-Mossi à cause de la forte accordance des formations archéennes et des formations birimiennes dans le domaine SASCA (Bard et Lemoine, 1976 [43]). Une perspective de ce travail serait d'identifier avec plus de précision les différents types lithologiques à l'origine des métasédiments du domaine SASCA et de quantifier l'héritage archéen dans les métasédiments birimiens. Les métasédiments ayant comme protolithes des sandstones riches en fer sont peut-être archéens.

6 CONCLUSION

Cette étude concerne les métasédiments du Sud-ouest de la Côte d'Ivoire (domaine SASCA), précisément les localités de Grand-Béréby, Waté, San Pedro et Kounoukou. Les métasédiments étudiés se composent de paragneiss à grenat-sillimanite-cordierite et micaschistes à staurotide et/ou à grenat. Les différentes classifications de ses métasédiments basées sur les éléments majeurs révèlent :

- leur appartenance au groupe des shales et des sandstones riches en fer ;
- un indice chimique d'altération (CIA) intermédiaire compris entre 60 et 80 indiquant une altération atmosphérique des roches sources ayant donné ses métasédiments qui pourraient être des basaltes et des andésites ;
- un environnement géodynamique de type marge des arcs insulaires océaniques et marge continentale active pour ses métasédiments.

Les protolithes des métasédiments du domaine SASCA dans notre d'étude seraient essentiellement composés de roches basique et intermédiaire avec une probable prédominance de TTG.

REMERCIEMENTS

Ce travail fait partie d'une étude de doctorat financée par le projet T2GEM (Technologies Géophysiques et Géochimiques pour l'Exploration Minière) en collaboration avec le projet "West African eXploration Initiative" (WAXI).

REFERENCES

- [1] Papon A., 1973. Géologie et minéralisations du Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. Mémoire du BRGM, vol. 80, 284 p.
- [2] Kouadio F. J-L H., 2017. Etude pétrostructurale des formations géologiques du Sud-ouest de la cote d'ivoire (secteur Bliéron Grand-Béréby) : apport de la géochimie et du couple déformation-métamorphisme. Mémoire Université Félix Houphouët-Boigny, UFR STRM, 221 p.
- [3] Kouamelan A. N., 1996. Géochronologie et géochimie des formations archéennes et protérozoïques de la dorsale de Man en Côte d'Ivoire. Implication pour la transition archéen-protérozoïque. Thèse de doctorat. Univ. Géos. Rennes1, France. 289 p.
- [4] Kouamelan, A. N., Peucat, J. J. et Delor, C., 1997a. Reliques archéennes (3.15 Ga) au sein du magmatisme Birimien (2.1 Ga) de Côte d'Ivoire, Craton Ouest-Africain. C.R. Acad. Sci. 324, 719-727.
- [5] Kouamelan A. N., Djro S. C., Allialy M. E., Paquette J. L. et Peucat J. J., 2015. The oldest rock of Ivory Coast. Journal of African Earth Sciences 103 (2015) 65-70.
- [6] Kouadio, F. J. L. H., Chérubin, D. S., Nicaise, K. A., Ephrem, A. M. et Augustin, K. Y. 2016. Signatures pétrographiques et géochimiques des paragneiss des secteurs de Tabou et de Grand-Béréby (Sud-ouest de la Côte d'Ivoire) / Petrographical and geochemical signatures of paragneisses of Tabou and Grand-Béréby sectors (south-west of Ivory Coast). International Journal of Innovation and Applied Studies, 18(3), 646.
- [7] Bessoles B., 1977. Géologie de l'Afrique; le Craton Ouest Africain Mém. B.R.G.M., n°88 Orléans (France). 402 p.
- [8] Camil, J., 1981. Un exemple de métamorphisme prograde de la base du faciès des amphibolites au faciès des granulites dans la région de Man (Ouest de la Côte d'Ivoire). Comptes Rendus l'Académie Sciences Paris 293, 513-518.
- [9] Camil J., 1984. Pétrographie, chronologie des ensembles archéens et formations associées de la région de Man (Côte d'Ivoire). Implications pour l'histoire géologique du Craton Ouest Africain. Thèse de Doctorat ès Sci. Univ. d'Abidjan, Côte d'Ivoire, 306 p.
- [10] Thiéblemont, D., Delor, C., Cocherie, A., Lafon, J. M., Goujou, J. C., Baldé, A., Bah, M., Sané, H., et Mark Fanning, C., 2001. A 3.5 Ga granite-gneiss basement in Guinea: further evidence for early archean accretion within the West African Craton. Precambrian Research, 108(3) :179-194.

- [11] Thiéblemont D., Goujou J. C., Egal E., Cocherie. A., Delor. C., Lafon J. M. et Fanning. C. M., 2004. Archaean evolution of the Leo Rise and its Eburnean reworking. *Journal of African Earth Sciences*. Vol. 39. pp. 97-104.
- [12] Vachette, M., Rocci, G., Sougy, J., Caron, J. P. H., Marchand, J., Simon, B. et Tempier, P., 1973. Ages radiométriques Rb/Sr, de 2000 à 1700 Ma de séries métamorphiques et granites intrusifs précambriens darts la partie N et NE de la dorsale Reguibat (Mauritanie septentrionale). 7d Coll. Gdol. aft. Florence, It. Tray. Lab. Fac. Sei. St Jérôme. BII, 142-143.
- [13] Beckinsale, R. D., Gale, N. H., Pankhurst, R. J., Macfarlane, A., Crow, M. J., Arthurs, J. W. et Wilkinson, A. F., 1980. Discordant Rb--Sr and Pb-Pb whole rock isochron ages for the Archaean basement of Sierra Leone. *Precambrian Res.* 13, 63-76.
- [14] Cahen, L., Shelling, N. J., Deihal, J., Vail, J. R., Bonhomme, M. et Ledent, D., 1984. *The Geochronology and Evolution of Africa*. Clarendon Press, Oxford, 1-512.
- [15] Liégeois, J.-P., Claessens, W., Camara, D., et Klerkx, J., 1991. Short-lived eburnian orogeny in southern Mali: geology, tectonics, U-Pb and Rb-Sr geochronology. *Precambrian Research*, 50(1):111–136.
- [16] Gouédji, F., Picard, C., Coulibaly, Y., Audet, M. A., Auge, T., Goncalves, P., Paquette, J.- L. et Ouattara, N., 2014. The samapleu maficeultramafic intrusion and its Ni-Cu-PGE mineralization: an Eburnean (2.09 Ga) feeder dyke to the Yacouba layered complex (Man Archean craton, western Ivory Coast). *Bull. Soc. Geol. Fr.* 185, 393-411.
- [17] Kouamelan, A. N., Kra K. S. A., Djro S. C., Paquette J. L. et Peucat J. J., 2017. The Logouale Band: A large Archean crustal block in the Kenema-Man domain (Man-Leo rise, West African Craton) remobilized during Eburnean orogeny (2.05 Ga), *Journal of African Earth Sciences*, <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2017.09.004>.
- [18] Junner, N. R., 1940. *Geology of the Gold Coast and Western Togoland, with revised geological map*. Gold Coast Geol. Surv., Bull. n° 11.
- [19] Feybesse, J. L., Milési, J. P., Johan, V., Dommange, A., Calvez, J. Y., Boher, M. et Abouchami, W., 1989. La limite Archéen-Protérozoïque inférieure de l'Afrique de l'Ouest: une zone de chevauchement majeur antérieure à l'accident de Sanssandra : l'exemple des régions d'Odienné et de Touba (Côte d'Ivoire). *C.R. Acad. Sci., Paris*, 309, 1847-1853.
- [20] Pitra, P., Kouamelan, A., Balleve, M., et Peucat, J.-J., 2010. Palaeoproterozoic high-pressure granulite overprint of the archaean continental crust: evidence for homogeneous crustal thickening (man rise, ivory coast). *Journal of Metamorphic Geology*, 28(1) :41–58.
- [21] Abouchami, W., Boher, M., Michard, A., et Albarede, F., 1990. A major 2.1 Ga event of mafic magmatism in west africa: an early stage of crustal accretion. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* (1978–2012), 95(B11) :17605–17629.
- [22] Boher, M., Abouchami, W., Michard, A., Albarede, F., et Arndt, N. T., 1992. Crustal growth in West Africa at 2.1 Ga. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* (1978–2012), 97(B1) :345–369.
- [23] Pawlig, S., Gueye, M., Klischies, R., Schwarz, S., Wemmer, K., Siegesmund, S., 2006. Geochemical and Sr-Nd isotopic data on the Birimian of the Kedougou-Kenieba Inlier (Eastern Senegal): Implications on the Palaeoproterozoic evolution of the West African Craton. *South African Jour. Geol.* 109, 411–427.
- [24] Doumbia, S., Pouclet, A., Kouamelan, A., Peucat, J. P., Vidal, M. et Delor, C., 1998. Petrogenesis of juvenile-type birimian (Palaeoproterozoic) granitoids in central Côte-d'Ivoire, West-Africa: geochemistry and geochronology. *Precambrian Res.* 87, 33-63.
- [25] Egal, E., Thiéblemont, D., Lahondère, D., Guerrot, C., Costea, C. A., Iliescu, D., Delor, C., Goujou, J.-C., Lafon, J. M., Tegye, M., Diaby, S. et Kolié, P., 2002. Late Eburnean granitization and tectonics along the western and northwestern margin of the Archean Kénéma-Man domain (Guinea, West African Craton). *Precambrian Res.* 117 (1–2), 57–84.
- [26] Gasquet, D., Barbey, P., Adou, M., et Paquette, J. L., 2003. Structure, Sr-Nd isotope geochemistry and zircon U-Pb geochronology of the granitoids of Dabakala area (Cote d'Ivoire): evidence for a 2.3 Ga crustal growth event in the Palaeoproterozoic of West Africa? *Precambrian Res.* 127, 329-354.
- [27] Pouclet, A., Doumbia, S. et Vidal, M., 2006. Geodynamic setting of the Birimian volcanism in central Ivory Coast (western Africa) and its place in the Palaeoproterozoic evolution of the man shield. *Bulletin de la Societe Geologique de France*, 177(2) :105–121.
- [28] Vidal, M., Gumiaux, C., Cagnard, F., Pouclet, A., Ouattara, G., et Pichon, M., 2009. Evolution of a Paleoproterozoic “weak type” orogeny in the West African Craton (Ivory Coast). *Tectonophysics*, 477, 145-159.
- [29] Milesi, J. P., Feybesse, J. L., Pinna, P., Deschamps, Y., Kampunzu, H., Muhongo, S., Lescuyer, J. L., Le Goff, E., Delor, C., Billa, M., Ray, F. et Henry, C., 2004. Geological map of Africa 1:10,000,000, SIGAfric project. In: 20th Conference of African Geology, BRGM, Orleans, France, 2–7 June.
- [30] Tarney, J., 1977. Petrology, mineralogy and geochemistry of the Falkland Plateau basement rocks, site 300, Deep Sea Drilling Project. *Int. Rep. Deep Sea Drilling Project* 36,893-921.
- [31] Herron M. M., 1988. Geochemical classification of terrigenous sands and shales from core or log data. *J. Sed. Petrol.* 58. 820-829.

- [32] Nesbitt, H. et Young, G., 1984. Prediction of some weathering trends of plutonic and volcanic rocks based on thermodynamic and kinetic consideration. *Geochimica Cosmochimica Acta* 48, 1523-1534.
- [33] Potter, P. E., Maynard, J. B. et Depetris, P., 2005. *Mud and Mudstones Introduction and Overview*. Springer Science and Business Media, New York, p. 296.
- [34] Fedo, C. M., Nesbitt, H. W. et Young, G. M., 1995. Unraveling the effects of potassium metasomatism in the sedimentary rocks and paleosols with implications for paleoweathering conditions and provenance. *Geology* 23, 921-924.
- [35] Aristizábal, E., Roser, B. et Yokota, S., 2009. Patrones e índices de meteorización química de los depósitos de vertiente y rocas fuentes en el Valle de Aburrá. *Boletín de Ciencias de la Tierra*, (25), 27-42.
- [36] Roser B. P. et Korsch R. J., 1986. Discrimination of tectonic setting of sandstone-mudstone suites using SiO₂ content and K₂O/Na₂O ratio. *Journal of Geology*, 94. 635–650.
- [37] Bhatia, M., 1983. Plate tectonics and geochemical composition of sandstones. *J. Geol.* 91, 611-627.
- [38] Silva A. J. F., Azevedo M. R., Aguiar Valle B., Nogueira Neto J. A., Santos T. J. S., et Silva F. D. O., 2014. Petrographical and geochemical signatures of the Granja paragneisses (Médio Coreau Domain, NW Ceará, Brasil), *Estudios Geológicos* Juliodiciembre 2014, 70 (2), e014; ISSN-L.0367-0449 doi.
- [39] Carrive J. P., 1954. Rapport de tournée dans la région de Tabou (Février-Mars 1954). D.F.M.G., Dakar août 1954.
- [40] Berton Y., 1963. Coupure Sassandra 4C au 1/ 50 000 Rapport de fin de levé. Abidjan, BRGM (Progr. SODEMI), rap. SODEMI n° 72, 1963, 37p.
- [41] Asiedu, D. K., Asong, S., Atta-Peters, D., Sakyi, P. A., Su, B. X., Dampare, S. B. et Anani, C. Y., 2017. Geochemical and Nd-isotopic compositions of juvenile-type Paleoproterozoic Birimian sedimentary rocks from southeastern West African Craton (Ghana): Constraints on provenance and tectonic setting. *Precambrian Research*, 300, 40-52.
- [42] Kouamelan, A. N., Delor, C. et Peucat, J. J., 1997b. Geochronological evidence for reworking of Archean terrains during the early proterozoic (2.1 Ga) in the western Côte d'Ivoire (man Rise-West African craton). *Precambrian Res.* 86, 177-199.
- [43] Bard, J.P., Lemoine, S., 1976. Phases tectoniques superposées dans les métasédiments Précambriens du domaine côtier occidental de la Côte d'Ivoire. *Precambrian Research* 3, 209-229.

Observations préliminaires de la phénologie des Annonaceae, Fabaceae, Myristicaceae et Rubiaceae dans la Réserve de Biosphère de Luki, en République Démocratique du Congo

Baraka Lucungu Prince¹, Semeki Ngambinzeke Jean¹, Maloti Jean marron², and Kadiata Bakach Dikand¹

¹Département de Gestion des Ressources Naturelles, Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université de Kinshasa XI, RD Congo

²Département de Gestion des Ressources Naturelles, Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université de Lubumbashi, RD Congo

Copyright © 2018 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 phenology of 22 woody species of the Luki Biosphere Reserve in the Kongo central Province, Democratic Republic of Congo was analyzed. Direct and indirect observations were made on trees every ten days from July 2009 to July 2010 taking into account the phenological phases which are flowering, fruiting, dissemination and defoliation. The species studied are divided into three groups (evergreen species, semi-deciduous species and deciduous species). A peculiarity was noted for the spread of *Xylopia welwichtii* trees that was difficult to determine as ripe fruit and burst several times before falling to the ground. The fact that the problem does not arise in the determination of the period corresponds better to the dissemination of the fruits of this species. For all four families under study, the different phenological stages are under the control of climate variations. For the different families studied, observe a strong dispersion of phenological events over the months of the year. These results suggest a high interspecific and intraspecific variability in the occurrence of phenological events observed in this study, namely flowering, fruiting, dissemination and defoliation.

KEYWORDS: Woody, phenology, biosphere reserve, climate, Luki.

RESUME: La phénologie de 22 espèces ligneuses de la Réserve de Biosphère de Luki en province du Bas-Congo, en République Démocratique du Congo a été analysée. Des observations directes et indirectes ont été faites sur les arbres tous les dix jours de juillet 2009 à juillet 2010 en prenant en considération des phases phénologiques que sont la floraison, la fructification, la dissémination et la défeuillaison. Les espèces étudiées sont réparties en trois groupes (espèces sempervirentes, espèces semi-caducifoliées et espèces caducifoliées). Une particularité a été notée pour la dissémination des arbres de *Xylopia welwichtii* qui a été difficile à déterminer du fait que les fruits mûrs pouvaient éclater et les graines rester accrochées plusieurs jours avant de tomber au sol. Ce fait a rendu difficile la détermination exacte de la période correspondant le mieux au début de la dissémination des fruits de cette espèce. Pour l'ensemble des quatre familles sous étude, les différents stades phénologiques sont sous le contrôle des variations du climat. Pour les différentes familles étudiées, on observe une forte dispersion des événements phénologiques sur les mois de l'année. Ces résultats suggèrent une forte variabilité interspécifique et intraspécifique dans l'apparition des événements phénologique observés dans cette étude, à savoir la floraison, la fructification, la dissémination et la défeuillaison.

MOTS-CLEFS: Ligneux, phénologie, réserve de biosphère, climat, Luki.

1 INTRODUCTION

Alors que les études phénologiques constituent un outil nécessaire pour les améliorateurs, et enrichissent la connaissance de l'autécologie des essences, les données précises sur la phénologie des espèces ligneuses utiles de la République Démocratique du Congo sont rarissimes, si pas inexistantes dans les nombreux écosystèmes que compte le pays. Dans la Réserve de Biosphère de Luki (RBL) en particulier, les dernières observations phénologiques ont été faites entre 1948 et 1957, tel qu'en ce jour il est difficile d'en obtenir des données fiables comme elles n'ont pas été bien conservées. La référence [1] a analysé ces données, pour nuancer la compréhension d'une étude menée sur la dynamique des communautés végétales de la RBL. Toutefois, les conclusions de ses analyses restent empruntées des limites dues à l'ancienneté de telles informations d'une part, et au fait que la probabilité que ces données aient été trouvées dans un format facilement analysable est moindre.

Le rythme saisonnier des plantes et animaux est un marqueur du climat [2], [3], mais aussi un élément clé de l'adaptation des êtres vivants aux variations climatiques. Pour les arbres forestiers, le débourrement est le paramètre le plus largement observé, suivi de la sénescence alors que très peu de données existent quant à la floraison et la maturation des fruits [4]. La mise en place des feuilles, leur développement et leur chute déterminent la période de végétation pendant laquelle les arbres à feuilles caduques sont photosynthétiquement actifs [5].

De nombreux travaux ont montré que les populations naturelles sont étroitement adaptées à leur situation climatique locale afin de minimiser les risques de dégâts occasionnés, par exemple, par les gelées précoces ou tardives sur la survie, le succès reproducteur ou plus simplement la croissance. Dans le contexte actuel du changement climatique, ce caractère adaptatif revêt donc une importance croissante dans de nombreux domaines de recherche fondamentale et appliquée [5].

Les préoccupations des enjeux de la Réduction des Emissions dues à la Déforestation et à la Dégradation des forêts (REDD) en République Démocratique du Congo (RDC) sont telles qu'il faut aménager les forêts pour assurer leur pleine reconstitution; utiliser le bois pour le besoin de la population et le développement économique du pays et ensuite, récolter les arbres matures et reboiser immédiatement après [6]. En effet, le reboisement est une tâche essentielle sur de grandes étendues sous les tropiques, tant en vue de restaurer les territoires dévastés que de prévenir ou remédier aux déficits en bois [7], mais l'obtention des semences pose souvent problème. Les initiatives de reboisement et de régénération des espèces pour une gestion durable des forêts nécessitent donc la connaissance des cycles phénologiques et de ce fait, de l'évolution des espèces à utiliser par rapport aux facteurs du milieu qui, selon [8], [9], [10], [11] et [1], sont indispensables pour expliquer les résultats des études de productivité.

La connaissance des caractéristiques phénologiques permet de suivre la production des diaspores pour pouvoir disposer en temps utile de bonnes semences et faire de la régénération assistée en se basant sur les mécanismes naturels de sylvigénèse.

Cette étude a pour objectif la caractérisation de la dynamique des communautés végétales de la Réserve de Biosphère de Luki, plus particulièrement la phénologie des espèces ligneuses appartenant à 4 familles, les plus fréquentes, que sont les Annonaceae, Fabaceae, Myristicaceae et Rubiaceae, en utilisant comme événements phénologiques, la floraison, la fructification, la dissémination et la défeuillaison ou hivernage.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 SITE D'ÉTUDE

La RBL se situe à l'ouest de la RDC, au Sud-est du Mayombe Congolais, dans la Province du Bas-Congo, à environ 120 km à l'Est de la côte de l'Atlantique et à 30 km au Nord de la ville portuaire de Boma. Elle s'étend entre 5°35' et 5°43' de latitude Sud, et entre 13°07' et 13°15' de longitude Est ; sur une altitude variant entre 151 et plus de 500m. Créée en 1937, cette aire protégée couvre 32.714 ha et occupe tout le bassin hydrographique de la Luki, sous-affluent du fleuve Congo, au Sud-est de la forêt guinéenne du Mayombe congolais (Figure1). Elle est située dans le sud-ouest du Centre régional d'endémisme guinéo-congolais. Plusieurs genres et familles sont endémiques à cette entité chorologique [12]. En ne considérant que le territoire congolais, [13] a érigé le Mayombe au rang de District floristique. Cette entité floristique du Mayombe déborde les frontières, s'étendant à l'enclave angolaise de Cabinda et au Mayombe congolais, ainsi que dans une petite partie du Gabon. Les forêts d'Afrique subsaharienne dont celles du Mayombe font partie, ont fait l'objet de plusieurs classifications proposées entre autres par [14], [15], [12]. D'après ces auteurs, les forêts de la Réserve de Biosphère de Luki, au regard du climat dont jouit le Mayombe et de sa situation géographique, sont de type ombrophile semi-sempervirent guinéo-congolais. Ainsi, [14] les insèrent dans la classe phytosociologique priorioscorodophleuion, bien que [12] fait état de plusieurs associations forestières couvrant l'ensemble de la Réserve.

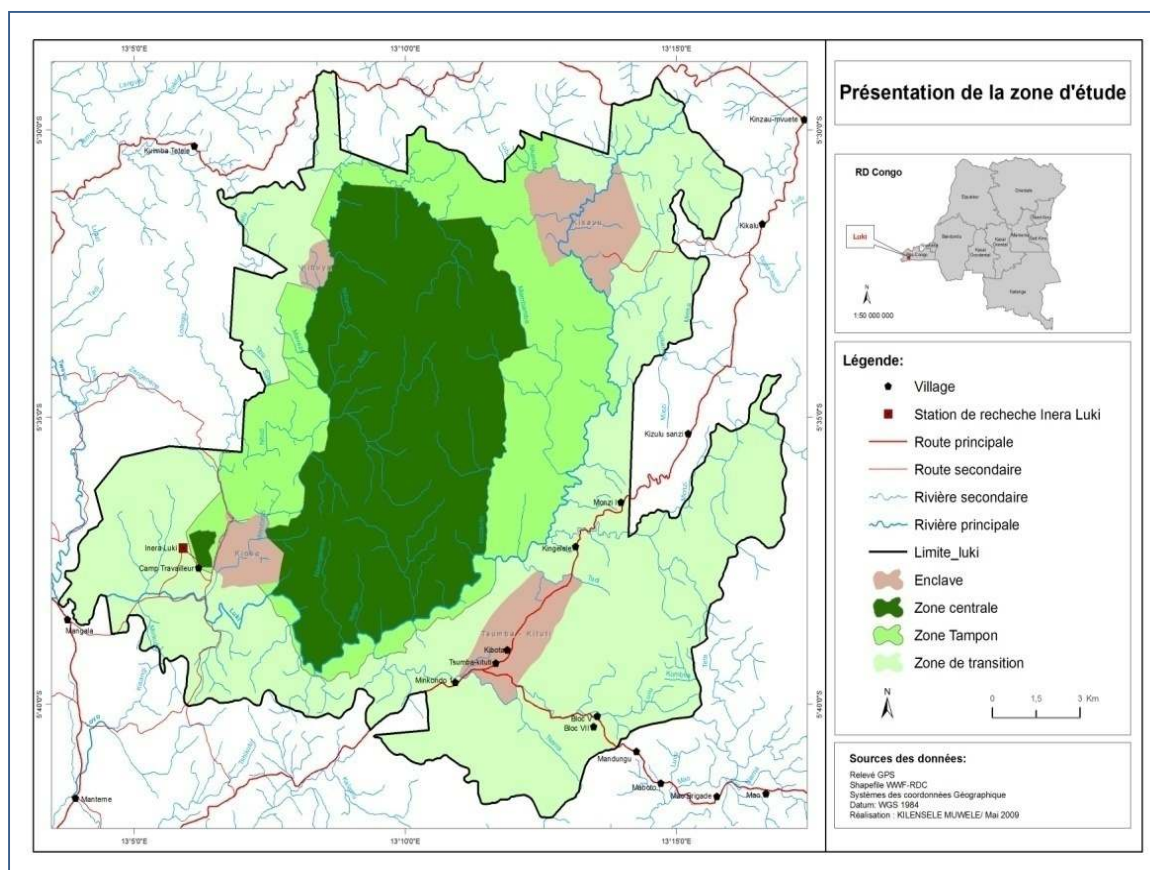


Fig. 1. Carte de la R2serve de biosphère de Luki

Les données météorologiques de la station de Luki pour la période d'étude montrent que l'année est divisée en deux grandes saisons, l'une pluvieuse s'étalant entre la deuxième moitié du mois d'octobre et la première moitié du mois de mai; l'autre sèche, allant de la mi-mai et à la mi-octobre. La saison des pluies est entrecoupée, entre décembre et janvier, par une courte période de sécheresse relative, du reste peu marquée. La saison sèche dure quatre mois et se caractérise par une baisse légère de température et de fréquents brouillards matinaux ou brumes, dites précipitations occultes qui compensent le déficit en eau du sol. L'abaissement des températures pendant la saison sèche (juin à septembre) et la haute humidité relative (75,5%) créée par le voisinage de l'océan atlantique [16] atténuent la rigueur du climat en maintenant un déficit de saturation relativement bas pendant cette saison.

On reconnaît dans la RBL, cinq catégories de sols, à savoir : les sols rouges violacés sur les amphibolites ; les sols jaunes, les plus répandus, développés sur le gneiss et le quartzite ; les sols rouges, peu étendus se développant sur le gneiss et les sols alluvionnaires récents rencontrés dans les bas de pentes, et les sols hydromorphes sur argiles noires [17].

2.2 CIRCUIT DES OBSERVATIONS PHENOLOGIQUES

Etant donné l'étendue de la Réserve et le temps assez limité imparti à ce travail, le circuit de relevés pour les observations s'étend en grande partie le long du sentier écologique du parc de la Nkula qui est la zone centrale B et dans le bloc 10 à l'intérieur même de la Réserve, dans la zone de transition. Le choix de ce site se justifie par le fait que c'est l'une des parties de la Réserve avec une grande biodiversité, nécessitant une étude préliminaire pour connaître le comportement des espèces qu'elle renferme face aux variations du climat et surtout pour s'enquérir de la disponibilité des diaspores tant pour un besoin d'enrichissement éventuel que pour une régénération assistée sur l'ensemble de la Réserve.

2.3 IDENTIFICATION DES ARBRES

Pour l'identification des arbres sur terrain, l'assistance technique du botaniste de l'INERA (Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomique) Luki a été nécessaire. Par ailleurs, plusieurs ouvrages ont servi dans cette tâche, notamment ceux

de [13], [18], [19], [20], de par leurs descriptifs et illustrations de la flore ligneuse. Le processus a consisté en la localisation (positionnement) et la mesure de tous les arbres ayant un DHP d'au moins 10 cm.

2.4 OBSERVATIONS ET MENSURATIONS

Les études sur le terrain ont consisté en la récolte du matériel botanique, des relevés phénologiques, ainsi que des mensurations des diamètres à hauteur de poitrine (DHP). Les relevés phénologiques ont porté sur 110 arbres localisés et numérotés à raison de cinq arbres par espèce, appartenant à 22 espèces ligneuses réparties en 4 familles. Les arbres inventoriés dans ce bloc devaient avoir un DHP minimum de 10 cm. Les relevés ont été effectués à l'aide, d'une part, des observations directes aux jumelles et d'autre part, des observations indirectes au sol des fleurs ou fruits mûrs tombés.

Le DHP était mesuré avec un ruban diamétrique à une hauteur de 1,30 m, évitant toutes saillies ou lianes poussant sur le tronc. Les arbres avec contreforts ont été mesurés au plus bas point où le diamètre du bol pouvait être mesuré avec précision sans l'influence des protubérances additionnelles.

Le point de mesure était marqué d'un « x » avec le bout pointu du ruban. A ce point précis, à l'aide d'un pinceau, un marquage était fait avec de la peinture autour de l'arbre. La hauteur de mesure de la circonférence est matérialisée par un double trait de peinture. Pour chaque arbre inventorié, les paramètres relevés sont le nom de l'essence; le code de l'arbre; la circonférence au DHP et la position de l'arbre dans le circuit de relevé.

Les relevés phénologiques étaient effectués chaque mois tandis que les observations phénologiques se faisaient tous les dix jours. Deux types d'observations ont été réalisés :

2.4.1 OBSERVATIONS DIRECTES

Elles ont été faites directement sur l'arbre ; à l'œil nu ou à l'aide des jumelles selon que le paramètre en cause est facilement observable ou que l'arbre est encombré ou pas.

2.4.2 OBSERVATIONS INDIRECTES

Un sentier d'observation est aménagé et entretenu pour avoir une bonne vision à la base de chaque arbre sous observation, afin de procéder à l'observation au sol de la présence de fleurs, des fruits ainsi que de feuilles mortes.

Analyse des résultats

Une fiche a été établie pour le relevé phénologique et l'échelle suivante pour les fréquences d'observation a été utilisée:

Rien ou pas de (fleurs, fruits ou défeuillaison) : 0

Présence de (fleurs, fruits ou feuilles qui tombent) : X

Les relevés ont été effectués chaque mois et les observations phénologiques tous les dix jours. Pour déterminer les dates de début pour chaque événement, les résultats fournis par le logiciel SPSS16,00.2 ont aidé à faire le dépouillement et le regroupement des données telles qu'elles étaient étalées sur l'année. En entrant les différentes données dans le logiciel, ce dernier a fourni de façon groupée, toutes les dates et les mois auxquels un événement était observé. Les analyses ont été effectuées famille par famille pour mieux apprécier les tendances de la phénologie dans la Réserve. Pour chaque mois et chaque famille, la proportion des arbres pour lesquels un événement phénologique était observé, était calculée.

3 RESULTATS

3.1 ETAT DU MASSIF

Il a été inventorié dans le circuit de suivi installé au Parc de la Nkula de la Réserve de Biosphère de Luki, 231 arbres de 19 familles, accusant un DHP d'au moins 10 cm. Après identification, les arbres appartenant aux 4 familles sous étude rassemblent 110 arbres de 22 espèces qui ont fait l'objet des observations. Le tableau 1 fait état de l'importance relative des quatre familles étudiées dans l'ensemble du circuit. Les quatre familles représentent un peu plus de 47 % de l'ensemble avec 26% des Fabaceae dans l'ensemble, ce qui prouve une abondance des arbres de cette Famille dans la Réserve (Tableau 1).

Tableau 1. Part des quatre familles sous étude dans le circuit de suivi

Familles	Nombre d'arbres	%
Annonaceae	20	8,7
Fabaceae	60	26
Myristicaceae	15	6,5
Rubiaceae	15	6,5
Autres familles	121	52,4
TOTAL	231	100

3.2 DISTRIBUTION DES ARBRES PAR CLASSE DE DIAMÈTRE

Le DHP des arbres suivis a varié de 10 à 169 cm; ce qui explique une variabilité d'âges indispensable pour au suivi phénologique comparé. La figure 2 fait état de la distribution des arbres dans 9 classes de diamètres, et laisse voir que la distribution des arbres n'a pas été uniforme dans les différentes classes de diamètre. Pour l'ensemble du circuit, la classe modale est la classe 2 avec le maximum d'arbres observés pour toutes les familles. La classe 5 a aussi reçu une fréquence élevée par rapport aux autres classes. On note une faible représentation des individus de grand diamètre, ce qui s'explique par le fait que le long du circuit il n'a pas été possible de regrouper un nombre important de grands arbres d'une part, et le fait qu'à l'échelle d'une station donnée, les effectifs d'arbres diminuent au fur et à mesure que le diamètre augmente.

La variabilité d'âge observé peut être associée à la variabilité qui a été observée dans l'apparition des événements phénologiques entre les espèces et à l'intérieur des espèces pour les quatre familles sous étude. Les fructifications partielles et/ou incomplètes observées pour certaines familles est due au fait que pour certaines familles, il a été observé un nombre élevé d'arbres de petit diamètre (classe 2); ce qui reviendrait à dire que ces individus n'avaient pas encore atteint leur diamètre de fructification régulière [21]. Cette notion reste cependant à étudier particulièrement et spécifiquement pour les différentes familles.

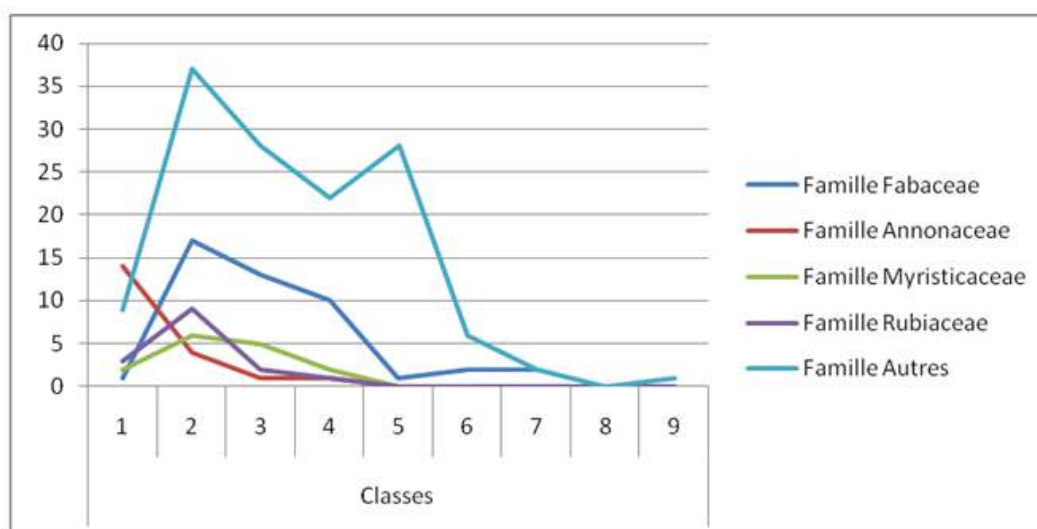


Fig. 2. Distribution des arbres du massif en classes de diamètre

3.3 SPECTRE PHÉNOLOGIQUE GLOBAL

Pour l'ensemble des quatre familles sous étude, les stades phénologiques varient suivant les saisons (Figure 3A, 3B, 3C et 3D). Le développement foliaire débute en avril-mai, juste avant les premières pluies, et est maximale en juillet, août et septembre. Pour les Fabaceae (Figure 3B), la défeuillaison s'amorce en juillet, progresse en août; pour être maximale en septembre et octobre. Elle est ensuite interrompue pour reprendre pendant la petite saison sèche.

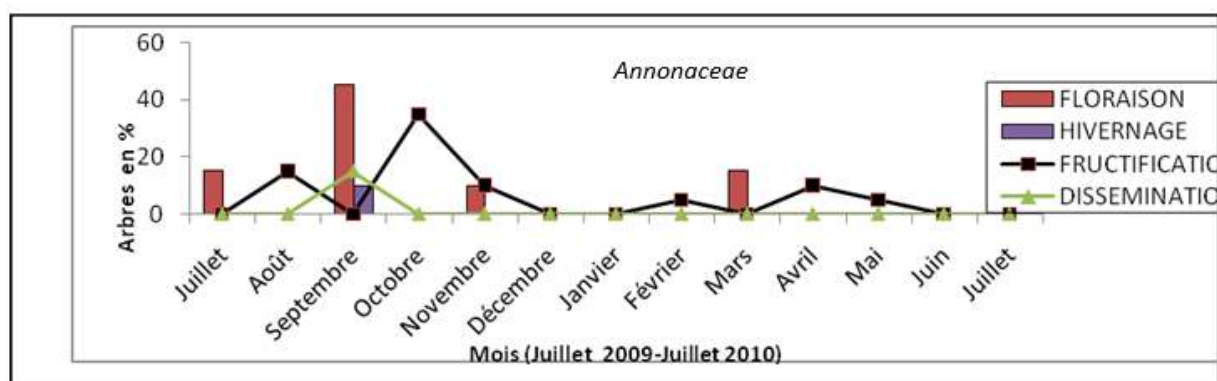
Des fleurs sont observées presque toute l'année, mais la floraison est maximale en septembre pour les Annonaceae (Figure 3A), novembre et mars pour les Fabaceae (Figure 3B), janvier et février, pour les Myristicaceae et les Rubiaceae; respectivement (Figure 3C et 3D). Quant à la fructification, elle est prépondérante en mai, juin et juillet.

La figure 2 fait état de fortes disparités dans l'apparition des stades phénologiques pour les quatre familles. Pour les Annonaceae (Figure 3A), le début de la floraison coïncide avec la saison sèche, en débutant en juillet, et atteint son maximum en septembre. Par ailleurs, leur fructification est maximale en début de saison des pluies en octobre, s'arrête en novembre et reprend sur moins de 20% des arbres pendant la petite saison sèche de février. La dissémination est notée en septembre seulement alors que l'hivernage a aussi lieu en septembre bien que sur moins de 20% des arbres observés. Une particularité a été notée pour la dissémination des arbres de *Xylopia welwitschii* qui a été difficile à déterminer du fait que les fruits mûrs pouvaient éclater et les graines rester accrochées plusieurs jours avant de tomber au sol. Ce fait a rendu difficile la détermination exacte de la période correspondant le mieux au début de la dissémination.

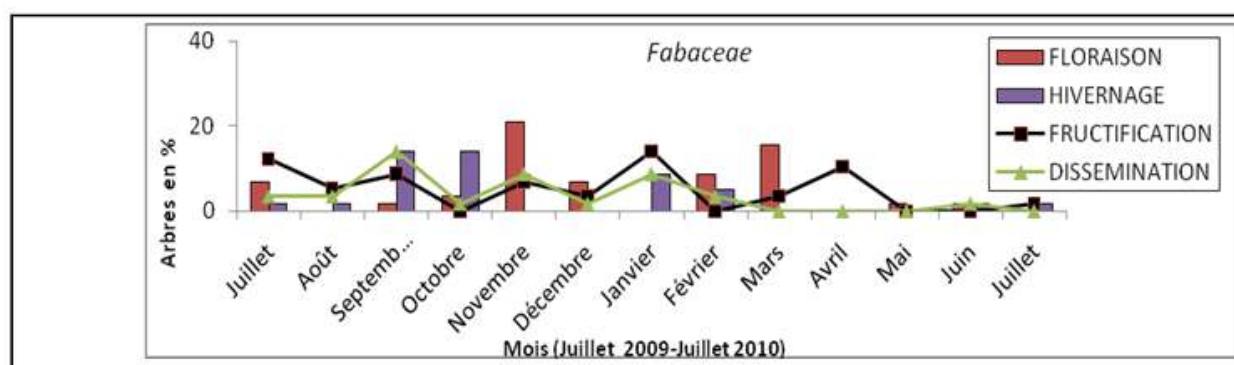
Pour les Fabaceae quant à eux, on observe une forte dispersion des événements phénologiques sur les mois de l'année (Figure 3B), mais aussi une grande variabilité interspécifique et intraspécifique. Le grand nombre d'espèces et donc, le plus grand nombre d'arbres observés peuvent être évoqués pour expliquer ce fait. Le développement des fruits s'étend de septembre à janvier, les fruits mûrs apparaissent en janvier et avril, en pleine saison des pluies avec un pic en janvier. La dissémination correspond avec les périodes où les températures sont élevées étant donné que la plupart de ces arbres produisent des gousses.

Les espèces de la famille des Myristicaceae déclenchent la floraison progressivement à partir du mois de septembre avec un maximum observé en janvier (Figure 3C). Au début des observations, plus de 50% d'arbres de cette famille étaient encore en fructification; celle-ci s'est arrêtée en août. La dissémination avait donc déjà commencé avant le début des observations en juillet 2009 et, elle ne s'est arrêtée qu'à la fin de la saison sèche. Il a été observé des variabilités inter et intraspécifiques chez les Myristicaceae. La figure (3D) fait état de la phénologie chez les Rubiaceae. On observe un début de floraison correspondant à la saison sèche (entre mai et octobre); avec un maximum observé en février pendant la petite saison sèche. La fructification s'en suit en mars alors que la dissémination intervient en juillet en pleine saison sèche. Comme les trois familles présentées précédemment, des disparités ont été notées dans l'apparition des événements phénologiques. Il a été observé par exemple que chez *Corinanthé paniculata*, dont on note une forte production de fleurs, les fruits qui arrivent à maturité sont toujours vides dedans. Un essai de germination des filaments trouvés à l'intérieur des fruits n'a produit aucun résultat.

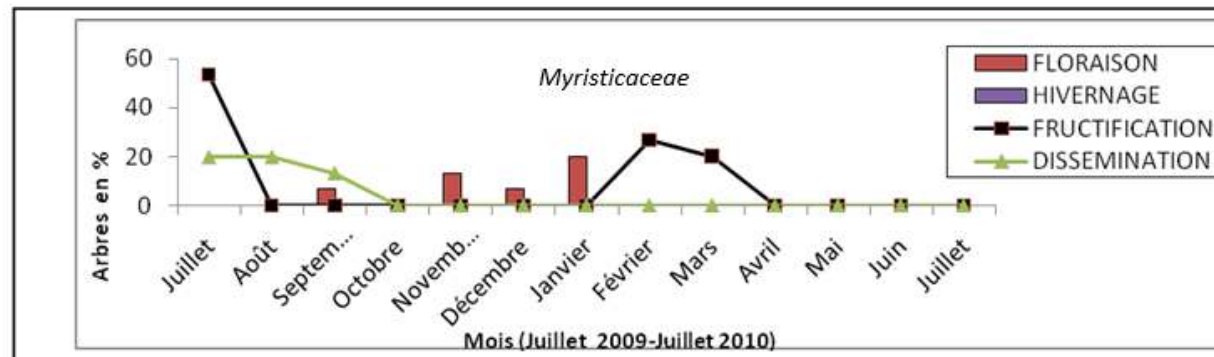
A



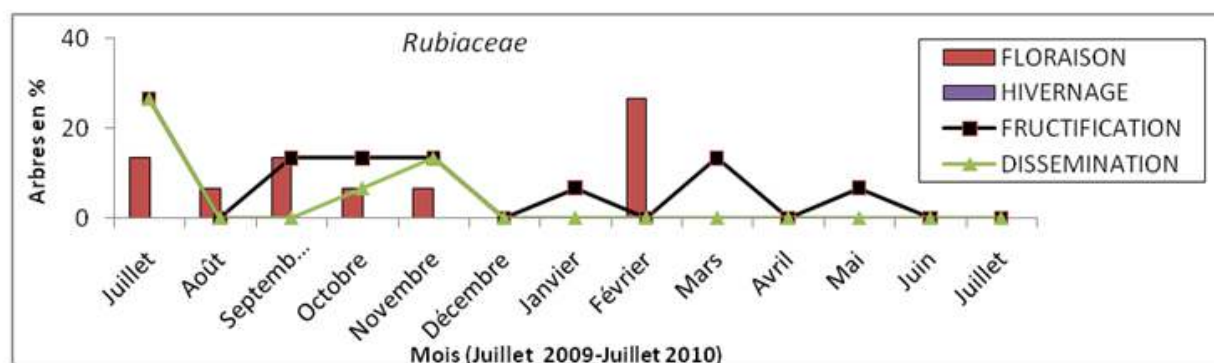
B



C



D



4 DISCUSSION

Son entreprise reste cependant justifiée, dans l'objectif de fournir des informations actualisées sur les activités et les programmes en cours à l'échelle de la Réserve, et de stimuler les discussions et les études complémentaires de suivi de la dynamique des peuplements de la Réserve, et d'autres écosystèmes du Pays. Les principaux résultats de cette étude font état d'une synchronisation entre les stades phénologiques et les variations des conditions climatiques. Des résultats similaires ont été obtenus sur des savanes au Niger et en République Centre Africaine [22], [23].

Il a été observé de fortes disparités dans l'apparition des divers stades phénologiques entre les familles et à l'intérieur des familles; mais aussi entre les espèces et à l'intérieur des espèces. Cette variabilité est fonction de l'aptitude propre à chaque espèce dans la conquête du milieu [24], [25]. Les références [5] et [1] quant à elles expliquent cette variabilité par la diversité des conditions écologiques dans la Réserve, ou par la variabilité génétique de l'espèce. En effet, les différents arbres observés étaient répartis différemment dans la Réserve.

La distribution des arbres en classes de diamètre a été inégale parce que d'une part, la surface réduite pour l'étude ne permet pas de trouver toutes les classes de diamètre, et d'autre part, du fait que certaines espèces n'atteignent jamais un grand diamètre [22]. Par ailleurs, de fortes proportions (plus de 30%) d'individus n'ont manifesté aucun événement durant toute la période d'observation. Ce phénomène peut trouver une explication dans la principale limite de cette étude, qui résulte du fait qu'elle ne présente des résultats que pour une année d'observations, alors que les observations phénologiques se font sur de longues périodes [23], [4], [8], [5].

5 CONCLUSION

Les résultats obtenus laissent voir que pour les communautés végétales de la Réserve, les différents stades phénologiques sont corrélés avec les paramètres climatiques et varient entre les espèces et à l'intérieur des espèces. Les facteurs propres à chaque individu induisent des variations dans l'expression des événements phénologiques. C'est ce qui explique que les individus de même famille n'atteignent pas simultanément un stade phénologique donné. Ainsi la diversité d'âges d'arbres inventoriés par famille reflétée par leur différence de DHP est une donnée qui rassure sur la variabilité intra et interspécifique au sein d'une famille. Le développement des fruits se fait au début de la saison des pluies. La dissémination de certaines familles telles les Fabaceae, bien que des différences existent, nécessite de fortes chaleurs. La période de défoliation correspond avec les périodes de températures élevées en réponse des espèces aux conditions difficiles, notamment le stress hydrique qui s'en suit.

Bien que conduite comme étude pionnière sur le plan de la phénologie dans Réserve dans la Réserve de Biosphère de Luki, la présente étude est riche d'enseignement et requiert que des études analogues sur des durées plus longues soient entreprises afin de mieux maîtriser la dynamique du massif ligneux qui le peuple.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée grâce au financement du Projet d'Appui à la formation en Gestion des Ressources Naturelles dans le Bassin du Congo (FOGRN-BC). Nous tenons aussi à remercier le botaniste de la station de l'INERA LUKI pour sa collaboration et précieuse contribution à l'identification des espèces des familles étudiées dans cet article. Les gestionnaires de la Réserve de biosphère de Luki, et le responsable du Laboratoire du Musée royal de Tervuren nous ont offert un cadre pour le séjour à Luki lors de la collecte des données, nous leur témoignons notre gratitude.

REFERENCES

- [1] Couralet C. 2010. Community dynamics, phenology and growth of tropical trees in the rain forest Reserve of Luki, Democratic Republic of Congo. PhD thesis. Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University, Belgium. 173p.
- [2] Beaubien E. et Freenland H. 2000. Spring phenology trends in Alberta, Canada: Links to ocean temperature. *International Journal of Biometeorology* 44: 53-59.
- [3] Chuine I., Yiou P., Viovy N., Seguin B., Daux V. et Ladurie E. 2004. Grape ripening as an indicator of past climate. *Nature* 432: 289-290.
- [4] Borchert R., Robertson, M. and Williams G. 2005. Phenology of temperate trees in tropical climates. *International Journal of Biometeorology* 50: 57-65.

- [5] Differt J., 2001. Phénologie des espèces arborées, Synthèse bibliographique. Analyse des données du Réseau National de suivi à long terme des Ecosystèmes Forestiers (RENECOFOR), 224 p.
- [6] Beauregard R. 2009. L'enjeu des changements climatiques en relation avec la forêt et l'utilisation des produits du bois. Communication présentée lors de la Conférence sur le Changement Climatique à la Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Kinshasa.
- [7] Kadiata B.D. 2007. Cours de Reboisement, Faculté des Sciences Agronomiques, UNIKIN.
- [8] Cumming S., Burton P., et Smith T. 1996. Phenology mediated effect of climatic change on some simulated British Columbia forest. *Climatic Change* 34: 213- 222.
- [9] Ludëke M., Ramge P. et Kohlmaier G. 1996. The use of Satellite NDVI data for the validation of global vegetation phenology models. Application to the Frankfurt biosphere model. *EcologyModelling* 91: 255-270.
- [10] Nelson N. et Running S. 1996. Global dynamics vegetation modelling coupling biogeochemistry and biogeography models, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 451-465.
- [11] White M., Thornton P. et Running S. 1997. A continental phenology model for monitoring vegetation responses to interannual climatic variability. *Global Biochemistry Cycles* 11: 217-234.
- [12] Lubini C. 1997. Catalogue de la flore de la réserve de biosphère de Luki. DECNT, 52p.
- [13] ROBYNS W. 1958. Flore du Congo Belge et du Ruanda-Urundi. Spermatophytes ; Tableau analytique des familles, Bruxelles, 67 p.
- [14] Lebrun J. et Gilbert, G. 1954. Une classification écologique des forêts du Congo-Belge. INEAC, Séries Scientifiques (63), Bruxelles.
- [15] White M. 1979. The Guineo-Congolian Region and his relationship to other phytochoria. *Bull. Jard. Bot. Belg.* 49: 11-15.
- [16] Kangweja F. 2009. Analyse de la diversité des ligneux arborescents des principaux types forestiers du Nord-est de la Réserve de Biosphère de Luki (Bas-Congo, RDC), Mémoire de DEA inédit, Université de Kisangani; 168p.
- [17] Lungili K. 2001. Etude sur la filière bois-énergie à partir de la Réserve de biosphère de Luki, Mémoire inédit, ERAIFT ; 110p.
- [18] Pauwels L. 1993. Nzayilu N'ti-Guide des arbres et arbustes de la région de Kinshasa –Brazzaville. Edition Jard. Bot. Nat. Belg., Meise. 486 p.
- [19] Poorter L., Bongers F., Kouamé F. et Hawthorne W. 2004. Biodiversity of West African Forests. An ecological Atlas of Woody Plant Species. CAB International, Cambridge, Wageningen University, 521 p.
- [20] Belesi, H. 2009. Cours de Dendrologie, Faculté des Sciences Agronomiques, UNIKIN.
- [21] Durrieu de Madron L. et Daumerie A. 2004. Diamètre de fructification de quelques essences en forêt naturelle centrafricaine. *Bois et Forêts des Tropiques* 281, 87-95.
- [22] Mahamane, A., Mahamane, S., et Lejoly, J. 2007. Phénologie de quelques espèces ligneuses du parc national du «W»(Niger). *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 18(4), 354-358.
- [23] Yalibanda Y. 1999. Phénologie en forêt dense de Ngotto (RCA) : Bilan de trois années d'observation, Séminaire FORAFRI de Libreville-Session 2 : Connaissance de l'écosystème, 24p.
- [24] Senghieri J. et Simier M. 2002. Variations in phenology of a residual invasive shrub species in sahelian savannas South-west Niger. *J Trop. Ecol.* 18:897-912.
- [25] Fournier J. 2001. Phénologie, croissance et production végétale dans quelques savanes d'Afrique de l'ouest, variation selon un gradient climatique. Paris : ORSTOM.

ETUDE PRELIMINAIRE SUR LA FLORE DE LA RESERVE FORESTIERE DE L'INERA KİYAKA (PROVINCE DE KWILU)

A. Michel Lumengo, K. Honoré Belesj, A. Constantin Lubini, and T. Eustache Kidikwadi

Laboratoire de Systémique, Biodiversité, Conservation de la Nature et Savoirs Endogènes (LSBCSE), Département des Sciences de l'Environnement, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, B.P. 190 Kinshasa X, RD Congo

Copyright © 2018 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 flora of the INERA Kiyaka Forest Reserve (National Institute of Agricultural Research and Studies of Kiyaka), covering 1,160 ha, located 75 km southeast of Kikwit town, was studied with the aim of analyzing the composition, to determine the richness, the floristic diversity and to study the ecological and phytogeographical spectra of inventoried taxa. To do this, 52 plots of 1,250 m² each. Thus, 6.5 ha have been delimited to make floristic inventories and to collect botanical samples.

The results obtained reveal, at the present stage, the existence of 182 infrageneric vascular units, including 178 *Magnoliophyta* with a high level of *Magnoliopsida*, ie 90% and 10% of *Liliopsida*. This flora is dominated by *Rubiaceae*, *Olacaceae*, *Euphorbiaceae*, *Fabaceae*, *Dichapetalaceae*, *Marantaceae*, *Malvaceae* / *Sterculioideae*, *Moraceae*, *Icacinaeae*, *Apocynaceae*, *Ochnaceae*, *Annonaceae*, *Clusiaceae*, *Connaraceae* and *Sapotaceae*, while the ecological and phytogeographic spectra of this species are analyzed. florulum shows a clear prevalence of phanerophyte species from the sarcochores, mesophylls and guinea-Congolese.

The impact of the very obvious anthropogenic activities in this forest reserve, evidenced by the existence of the fallow lands caused and dominated by *Chromolaena odorata* induce a grassy physiognomy in extension.

KEYWORDS: study, flora, forest reserve, INERA Kiyaka, Kikwit.

RESUME: La flore de la Réserve forestière de l'INERA Kiyaka (Institut National d'Etudes et Recherches Agronomiques de Kiyaka), couvrant 1.160 ha, située à 75 km au sud-est de la ville de Kikwit a été étudiée dans le but d'analyser la composition, déterminer la richesse, la diversité floristique et étudier les spectres écologiques et phytogéographiques des taxons inventoriés. Pour ce faire, 52 placettes de 1.250 m² chacune soit 6,5 ha ont été délimitées pour faire des inventaires floristiques et récolter des échantillons botaniques.

Les résultats obtenus révèlent au stade actuel, l'existence de 182 unités infragénériques vasculaires dont 178 *Magnoliophyta* avec un taux élevé de *Magnoliopsida* soit 90% et 10% de *Liliopsida*. Cette flore est dominée par des *Rubiaceae*, *Olacaceae*, *Euphorbiaceae*, *Fabaceae*, *Dichapetalaceae*, *Marantaceae*, *Malvaceae* / *Sterculioideae*, *Moraceae*, *Icacinaeae*, *Apocynaceae*, *Ochnaceae*, *Annonaceae*, *Clusiaceae*, *Connaraceae* et *Sapotaceae*, tandis que l'analyse des spectres écologiques et phytogéographiques de cette florule met en évidence une nette prévalence d'espèces phanérophytes, sarcochores, mésophylles et guinéo-congolaises.

L'impact des activités anthropiques très manifestes dans cette Réserve forestière, attesté par l'existence des jachères occasionnées et dominées par *Chromolaena odorata* induisent une physionomie herbeuse en extension.

MOTS-CLEFS: étude, flore, réserve forestière, INERA Kiyaka, Kikwit.

1 INTRODUCTION

Créée à l'époque coloniale vers les années 1948, la Station de l'INERA Kiyaka couvre une superficie de 3.250 hectares mais la Réserve forestière occupe à elle seule 1.160,10 hectares. Elle s'étend entre 5°16' latitude sud et 18°57' longitude est et atteint 735 m d'altitude et une dénivellation de 109 m entre le plateau et la vallée.

Il est vrai que dans les différentes régions congolaises, nombreuses études floristiques ont été réalisées par des chercheurs mais la flore de la « Réserve » forestière de l'INERA Kiyaka demeure très peu connue. Pour pallier à des lacunes, nous avons mené cette étude de la flore de cette aire protégée.

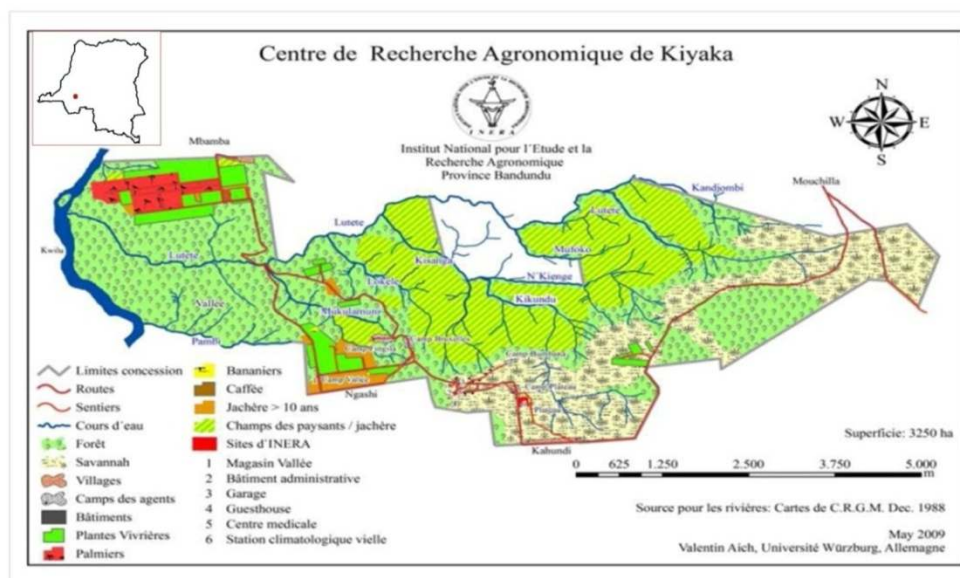
Notons que la conservation durable des ressources biologiques implique la disponibilité d'informations utiles, susceptibles à asseoir un aménagement des habitats naturels dans lesquels vivent la flore et la faune. Cette note préliminaire porte sur l'étude floristique de cette réserve forestière en périphérie de la ville de Kikwit d'où partent les exploitants de ressources naturelles biologiques.

Des travaux sur la flore forestière de la région de Kikwit, notamment des rares sites relativement assez bien conservés qui méritent le statut d'aire protégée sont à encourager pour autant qu'ils permettent d'éventuels inventaires et de suivis périodiques indispensables à une gestion basée sur des données fiables. Ainsi se justifie cette note que fournissent les données de base pour l'étude de la flore de la région.

2 MILIEU D'ETUDE

La Réserve forestière de l'INERA Kiyaka est située dans les territoires de Gungu et Bulungu, province du Kwilu, au sud-est de la ville de Kikwit dont elle est séparée de 70 km environs et 600 km de Kinshasa. Les deux territoires administratifs sont dans le climat tropical humide de type AW3 de la classification de Köppen c'est-à-dire 3 mois de saison sèche et 9 mois de saison de pluie. La température moyenne annuelle est de 24°C (Bultot cité par Masens[1], 1997 et la moyenne annuelle des précipitations est de 1500 mm de pluies.

Le régime de pluies présente deux périodes de pointes pouvant permettre deux récoltes par an pour les cultures annuelles. Ce sont principalement les périodes de novembre- décembre et de mars – avril. Théoriquement la saison sèche commence en mi- mai jusqu'en mi- août tandis que la saison pluvieuse va de mi- août à mi- mai, intercalée par une petite saison sèche qui va de janvier à février, avec un minimum des précipitations.



Carte 1 : Centre de Recherche Agronomique de Kiyaka

Les sols de l'INERA Kiyaka sont des types « oxisols » formés à partir des roches du cénozoïque. Ils sont sablo-argileux dans les vallées et sablonneux sur les plateaux (Lubini[2], 2001) et son pH varie entre 4,5 et 5 (Kukupula cité par Magilu[3], 2007).

Du point de vue géologique, les formations géologiques du Kwango appartiennent aux deux grands systèmes, Karoo dans les vallées et cénozoïque sur les plateaux. Le système du Karoo, représenté par la série du Kwango, est constitué de grès argileux tendres rouge brique (Devred et Hardy [4], 1957).

La géomorphologie de cette Station est dominée par des plateaux et les vallées profondes. Les plateaux atteignent parfois 735 m d'altitude et de la vallée profonde de la rivière Kwilu (Nicolai [5], 1963).

Concernant l'hydrographie, la Station de l'INERA Kiyaka appartient au bassin hydrographique du Kwilu, affluent de la rivière Kasai elle-même, affluent du fleuve Congo. On note également quelques cours d'eau (Vivy, Kanon, Lutete, Kakengi, Pambi et Kahusu).

La Station de l'INERA Kiyaka est habitée d'environ 738 habitants d'ethnies différents : Bunda, Pende, Mbala et Yansi. Elle est entourée par les villages Ngashi(857 habitants), Katembo(1150 habitants) et Mbamba(532 habitants). Ces populations pratiquent l'agriculture itinérante sur brûlis, la chasse et la cueillette.

A l'heure actuelle, la réserve connaît beaucoup de problèmes pour concilier la conservation de sa réserve forestière et son exploitation rationnelle. Cela est visible par la pratique de l'agriculture (cultures vivrières : manioc, maïs et arachide) qui s'effectue toutes les deux saisons de l'année. Le manioc constitue l'aliment de base des populations. Ces cultures sont souvent pratiquées en association et les productions sont vendues à Kikwit, pour financer les études des enfants.

Les populations utilisent la réserve forestière pour beaucoup de besoins notamment alimentaires, médicaux, agricoles et quelque fois l'exploitation forestière des arbres tombés à terre. Les principaux produits forestiers ligneux et non ligneux exploités dans la réserve sont : les feuilles *Megaphrynium macrostachyum*, *Gnetum africanum*, les écorces de *Scorodophloeus zenkeri*, les racines de *Afrostryax lepidophyllus*, *Anonidium mannii* et *Canarium schweinfurthii*, *Staudtia kamerunensis*, *Prioria balsamifera*, *Milicia excelsa* et *Chrysophyllum lacourtianum*. La réserve abrite également des chenilles et divers champignons comestibles. La chasse et le piégeage incontrôlés sont observés dans la forêt et la formation herbacée. L'usage des raticides (à base des plantes toxiques et d'autres produits comme le DDT) constituent un danger permanent pour les *Thryomys swinderianus* et les autres rongeurs des formations herbeuses. Alors qu'en forêt les braconniers sont entraînés de menacer les quelques autres petits mammifères.

Pour les feux de brousse dans les formations herbeuses, l'étude réalisée en Guinée par Poilecot et Loua [6] 2009, révèle que dans la plupart des cas en Afrique subsaharienne, les feux de brousse sont le plus souvent d'origine anthropique (volontaire ou accidentelle) et dus aux éleveurs (pour provoquer une repousse d'herbes), agriculteurs (feux culturels non contrôlés qui débordent dans les formations herbeuses adjacentes), braconniers, collecteurs de miel, villageois (faciliter les déplacements dans les savanes, éliminer les parasites, maintenir la production de pailles destinées aux toitures des maisons, favoriser la floraison des arbres fruitiers, pratiquer des feux rituels). Les incendies et leur régularité sont davantage caractéristiques d'une volonté humaine. Dans notre zone d'étude, les formations herbeuses sur le plateau sont fréquemment brûlées par les populations pendant la saison sèche, pour l'installation des agrosystèmes et de la chasse. Ces feux embrasent également les îlots et galeries forestières.

3 MATERIEL ET METHODES

3.1 MATÉRIEL

Des récoltes d'échantillons botaniques dans la réserve forestière de Kiyaka ont été réalisées en vue de procéder aux identifications scientifiques et constituer un herbier de référence. Pour la récolte des échantillons, nous avons utilisé le sécateur, le GPS, les presses en bois et les papiers d'emballages constitués des vieux journaux. Ce matériel est gardé au Laboratoire de Systémique, Biodiversité, Conservation de la Nature et Savoirs Endogènes du Département des Sciences de l'Environnement, Faculté des Sciences à l'Université de Kinshasa.

3.2 MÉTHODES DE L'ÉTUDE DE LA FLORE

3.2.1 RÉCOLTE DES ÉCHANTILLONS BOTANQUES ET IDENTIFICATIONS

3.2.1.1 LOCALISATION ET DÉLIMITATION DU TERRAIN D'ÉTUDE

Les récoltes botaniques ont eu lieu dans le dispositif expérimental de 6,5 hectares comprenant 52 placettes de 50 m x 25 m. Ces placettes sont réparties en cinq blocs différents. Ce site est localisé dans la vallée située entre la route « de la vallée »

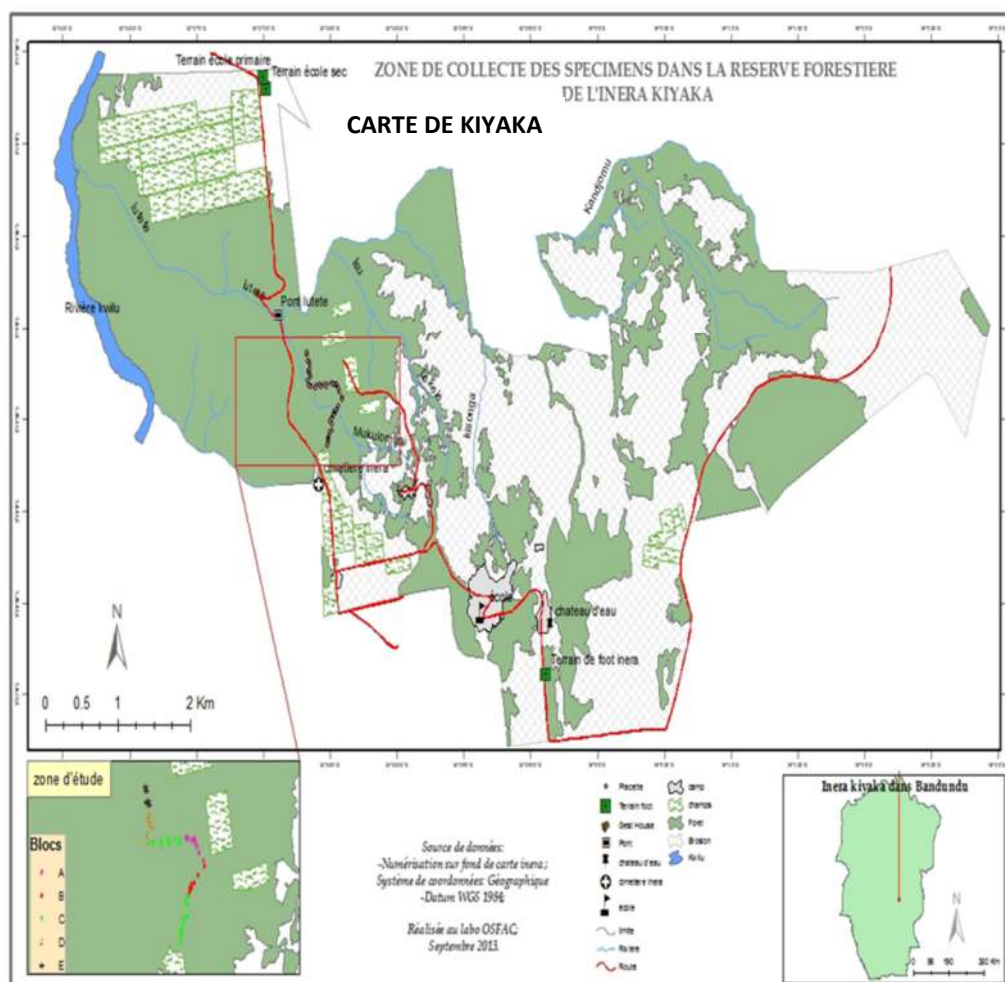
qui mène vers le village Mbamba et la rive droite de la rivière Lutete juste au niveau du pont de la même rivière en passant par le camp Vingila.

C'est à l'aide de GPS (marque etrex LEGEND HCx) que les coordonnées géographiques ont été prélevées afin de localiser le site d'étude sur la carte¹.

3.2.1.2 TRANSECTS ET RÉCOLTES SYSTÉMATIQUES

La récolte systématique de toutes les espèces s'est effectuée le long des transects suffisamment longs traversant plusieurs sites écologiques (topographiques) : pentes, bas et sommet des collines, vallées et au bord des rivières. Les placettes dans lesquelles étaient récoltés les spécimens botaniques sont disposées de gauche à droite des transects. Ainsi, le transect des blocs B (11.250 m²) et C (26.250 m²) est entrecoupé par la rivière Vivy. Celui des blocs D (11.250 m²) et E (6.250 m²) est traversé par la route du camp Vingila puis aboutit juste à la rive droite de la rivière Lutete. Par contre, le bloc A (10.000 m²) est presque au milieu de quatre autres blocs.

Le matériel d'étude a été récolté dans cinq blocs composés de cinquante-deux (52) placettes de 50 m x 25 m dont la longueur totale de transect vaut 2,600 km. C'est dans l'habitat naturel, à l'occurrence l'habitat forestier que les taxons ont été récoltés. Ces récoltes botaniques sont effectuées en grande partie sur le substrat de terre ferme et d'autres, en faible quantité sur le sol hydromorphe.



Carte 1. Carte de l'INERA Kiyaka (Localisation de la zone d'étude)

3.2.1.3 IDENTIFICATION DES ÉCHANTILLONS BOTANIQUES

Le matériel biologique identifié constitue un herbier de référence. Cette identification des espèces a été faite à l'aide de la flore du Congo belge et Rwanda – Urundi (Hauman [7], 1948 et 1958) ; et les Flores d'Afrique Centrale (Zaïre, Rwanda et Burundi) et Flore du Cameroun Léonard [8] 1948 et 1995, Troupin [9] 1951 et 1952; Pauwels [10] 1993 ; Tardieu-Blot [11] 1964. Pour les identifier et les nommer, nous nous sommes appuyés sur les noms vernaculaires. Les espèces critiques ont été identifiées par comparaison à l'herbarium de l'INERA/ Université de Kinshasa à la Faculté des Sciences. Cependant, des listes de cette flore forestière de Kiyaka ont été élaborées (annexe).

4 RESULTATS

4.1 RICHESSE ET COMPOSITION FLORISTIQUE DE LA RÉSERVE FORESTIÈRE DE KIYAKA

L'analyse de l'ensemble de la florule actuelle de la réserve forestière de Kiyaka révèle que sur 0,065 km², 182 unités infragénériques réparties dans 123 genres regroupés dans 56 familles. Elles se répartissent à 178 *Magnoliophyta*, parmi lesquelles 159 *Magnoliopsida* (*Dicots*) et 19 *Liliopsida* (*Monocots*). Trois espèces appartiennent à l'embranchement de *Pteridophyta* dont une espèce pour *Lycopodiopsida* et 2 espèces sont des *Filicopsida* ; et une seule espèce (1%) de l'embranchement de *Pinophyta* de la classe de *Gnetopsida*.

Parmi les 56 familles, 15 sont les plus caractéristiques notamment *Rubiaceae*, *Olacaceae*, *Euphorbiaceae*, *Fabaceae* (*Caesalpinioideae* et *Faboideae*), *Dichapetalaceae*, *Marantaceae*, *Malvaceae*/*Sterculioideae*, *Moraceae*, *Icacinaceae*, *Apocynaceae*, *Ochnoaceae*, *Annonaceae*, *Clusiaceae*, *Ebenaceae*, *Connaraceae* et *Sapotaceae*, et comptent 121 espèces soit 66 % de l'ensemble floral. La présence des *Fabaceae*, des *Rubiaceae* et des *Euphorbiaceae* dans cette florule explique également leur appartenance aux cinq familles caractéristiques de la RDC. La présence élevée des *Olacaceae* et des *Fabaceae*/*Caesalpinioideae* témoigne également l'ancienneté de cette forêt de Kiyaka. Ainsi, 52 familles sont du groupe systématique *Magnoliophyta* et renferme plus des genres et espèces respectivement 97% et 98%. Les *Pteridophyta* ont 2 familles et 1 famille pour les *Pinophyta*.

Les grandes unités systématiques supérieures de la forêt de Kiyaka sont reprises dans la figure 1.

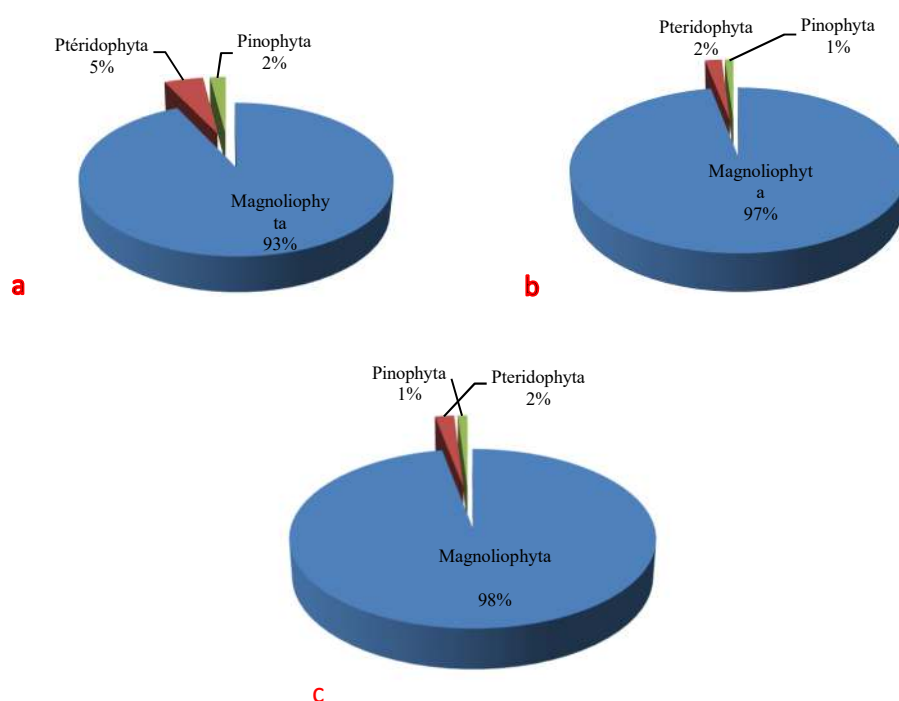


Fig. 1. Flore forestière de Kiyaka (a : proportion des familles ; b : proportion de genres ; c : proportion d'espèces)

Parmi les grands groupes systématiques, celui de *Magnoliophyta* compte plus des familles (93%), des genres (97%) ainsi que d'espèces (98%). Les deux autres groupes sont faiblement représentés.

4.2 ANALYSE DES SPECTRES ÉCOLOGIQUES DE LA FLORE

White [12] (1986), Boudet [13] (1991), [2] et Belesi [14] (2009) classifient les caractéristiques autoécologiques des espèces forestières et de formations herbeuses.

4.2.1 TYPES BIOLOGIQUES

Les détails de types biologiques sont présentés dans la figure 2. En coordonnées le modèle est représenté par une branche indiquant le nombre important des phanérophytes soit 89 %. Le reste de catégories sont faibles.

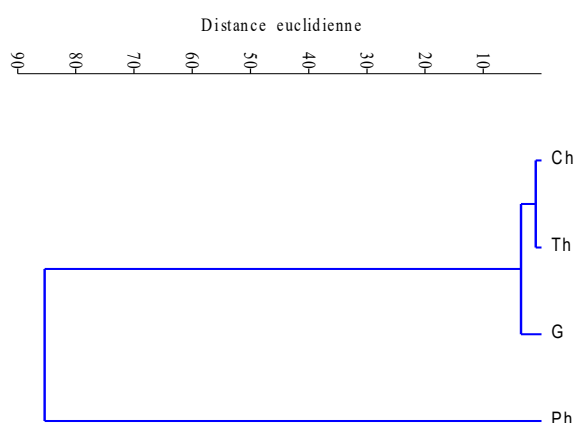


Fig. 2. Proportion de types biologiques

Légende : les chiffres de 0-100 indiquent l'échelle de valeur

4.2.2 TYPES DE DIASPORES ET MODES DE DISSÉMINATION

La figure 3 donne les différents types de diaspores d'espèces de notre florule ainsi que leurs proportions centésimales. De notre analyse, il convient de retenir que les sarcochores et les ballochores sont les mieux représentées avec des valeurs respectives 79 % et 13 %.

Le premier groupe étant des diaspores charnues, sont souvent rencontrées chez les espèces du sous- bois et chez quelques espèces d'étages supérieures. Elles constituent la caractéristique de la flore forestière, et les diaspores pulvérulentes (ballochores) caractérisent la flore sèche et les forêts ombrophiles semi-sempervirentes du climat subéquatorial. Ce dernier type de forêt est également rencontré dans notre dition et renferme 13% des diaspores ballochores.

Les espèces ptérochores (3 %) et les espèces sclérochores (4%) produites par les plantes herbacées sont moins représentées. Par contre, les barochores et pogonochores sont très peu fréquentes avec respectivement 1 % et 1 %.

Au regard des types des diaspores en notre possession, il est visible que le mode de dissémination le plus prédominant confirment des espèces zoochores, qui sont naturellement supposées être disséminées par les animaux. Le modèle de graphique indique la prédominance des sarcochores soit 79%. Aucune relation qui existe entre les catégories de types de diaspores, avec $r = -0,74154$; $p \text{ value} = 0,034111$.

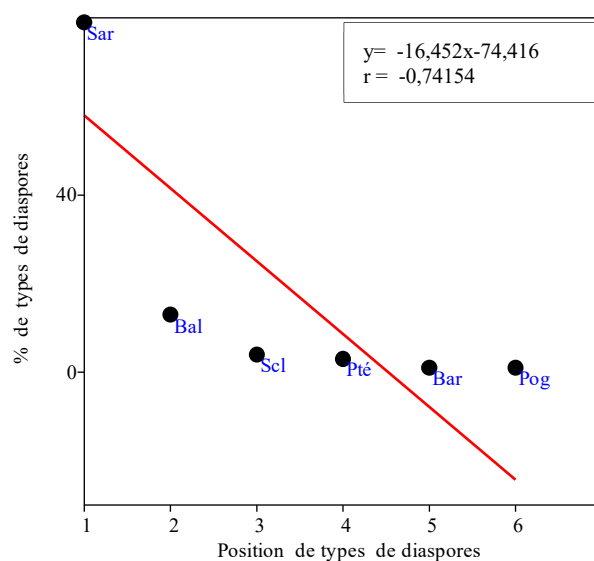


Fig. 3. Position de types de diaspores de la flore forestière de Kiyaka

4.2.3 TYPES DE GRANDEURS FOLIAIRES

Les types foliaires les plus significatifs ont été notés pour chaque espèce de notre échantillon. Rappelons que notre milieu d'étude est localisé dans une zone où le climat est contrasté par deux saisons (sèche et pluvieuse).

Les espèces mésophylles, microphylles et macrophylles constituent la majorité de la florule. Leur classement centésimal respectif est de l'ordre de 77 %, 12 % et 7 %. La microphyllie est plus manifeste chez les espèces arbres des *Fabaceae/Caesalpinioideae* souvent suite à la faible teneur de l'humidité de l'air. Et les taxons mégaphylles se retrouvent parmi les *Marantaceae* surtout le genre *Megaphrynium*.

Les types des dimensions foliaires de ces espèces de la florule de Kiyaka sont présentés dans la figure 4.

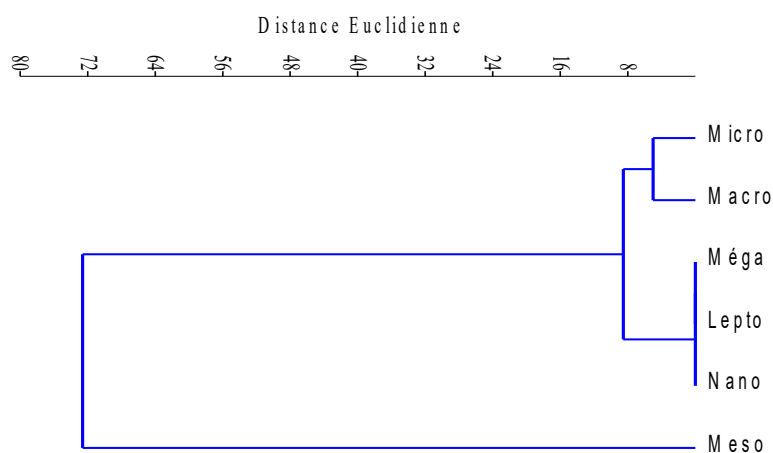


Fig. 4.

Les espèces qui composent cette catégorie(des mésophylles, des microphylles et des macrophylles) sont principalement des familles des *Rubiaceae*, *Olacaceae*, *Icacinaceae*, *Dichapetalaceae*, *Moraceae*, *Malvaceae*, *Marantaceae*, *Euphorbiaceae*, *Apocynaceae*, *Fabaceae/Caesalpinioideae* et *Faboideae*, *Annonaceae*, *Sapotaceae*, *Ochnaceae*, *Bursenaceae*, *Thomandersiaceae*, *Araceae*, *Lamiaceae*, *Zingiberaceae*.

Les espèces mésophylles sont majoritaires avec 77% suivies des microphylles soit 12% et les macrophylles sont présentées à 7%.

Ainsi, les espèces Leptophylles, Mégaphylles et Nanophylles sont faiblement représentées dont 1% pour chaque catégorie.

4.3 ANALYSE DU SPECTRE PHYTOGÉOGRAPHIQUE DES ESPÈCES DE LA FLORE FORESTIÈRE DE KIYAKA

Robyns[15] (1948) et [14] situent notre dition dans le secteur phytogéographique du Kasai. Le dernier auteur, regroupe des éléments phytogéographiques en trois catégories supérieures qui nous ont permis de dégager les groupes que compose la forêt de Kiyaka.

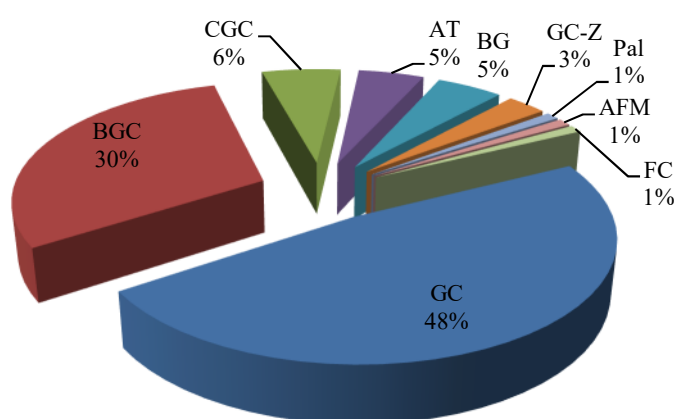


Fig. 5. Types phytogéographiques de la flore forestière de Kiyaka

L'analyse phytogéographique de la réserve forestière de Kiyaka montre que les espèces guinéo-congolaises sont majoritaires avec prédominance des espèces bas-guinéo-congolaises, correspondant à la flore hygrophile d'Afrique Equatoriale atlantique et du bassin congolais.

5 DISCUSSION

Les résultats de notre étude ne seront d'aucune façon similaires et identiques à ceux d'ailleurs parce que les aires explorées ne sont pas les mêmes et n'ont pas les mêmes dimensions.

L'Afrique a une grande diversité floristique dans les peuplements individuels de la forêt ombrophile guinéo- congolaise. C'est ainsi qu'on a compté jusqu'à 200 espèces de plantes vasculaires par relevé de 0,06 hectare soit 600 m² [12]. La référence [2] (1990) indique que la flore forestière de la réserve de Luki est riche et diversifiée. Sa diversité spécifique est de 1050 espèces sur une superficie de 32,71 km². Cette richesse et diversité sont les résultats des faits paléogéographiques et paléoclimatologiques. Les références [1] et [14] (2016) ont identifié respectivement 1004 espèces sur une aire de 199 km² à Kikwit, 1617 espèces sur une superficie de 10.000 km² dans le Parc National de la Salonga (PNS) (Bas – Kasai). Ce qui signifie clairement que la richesse floristique est fonction de la superficie explorée pour confirmer ainsi la loi de Thienneman cité par [14].

Le tableau 2 donne la richesse floristique de notre dition comparée avec celles des références [2] (1990 et 2001), [1] et [14].

Vol. 23 No. 4, Jul. 2018

482

Cette étude préliminaire porte sur la connaissance de la flore de la réserve forestière de l'INERA Kiyaka. Notre analyse a porté sur les aspects floristiques et des caractéristiques autécologiques des espèces (types biologiques, types des diaspores, des grandeurs foliaires, phytogéographiques) et activités humaines. La flore forestière de l'INERA Kiyaka présente au stade actuel une richesse et une diversité spécifique et générique (soit 182 espèces appartenant 123 genres). Elle est prédominée par quelques familles *Magnoliophytia*, les phanérophytes (mésophanérophytes et des microphanérophytes), des sarcochores dont le mode de dissémination est du type zoochore, espèces présumées disséminées par les consommateurs. En ce qui concerne les grandeurs foliaires, notre dition renferme plus d'espèces mésophylles. Les autres sont faiblement représentées, avec une absence totale des espèces aphylls. Pour ce qui est de l'aspect phytogéographique, la flore révèle une prédominance des espèces guinéo-congolaises particulièrement les éléments congolais. En d'autre terme, les espèces régionales dominent notre dition dans l'ensemble floral. Concernant les activités anthropiques, la réserve est sous la menace des agriculteurs itinérants qui favorisent l'occupation spatiale de *Chromolaena odorata* envahissant le milieu forestier et la récolte des produits forestiers non ligneux qui est plus fréquente.

REMERCIEMENTS

Nous remercions à travers cette étude préliminaire de nos recherches, les gestionnaires de l'Institut National d'Etudes et Recherches Agronomiques (INERA) Kiyaka qui nous ont autorisés de réaliser ladite étude. Nos remerciements aux Professeurs Belesi Honoré et Lubini Constantin pour leur encadrement qui a permis que cette étude soit réalisée. Nous remercions également Père Paulus Kadibanga et monsieur Mark Van den Bosch pour leurs conseils, encouragement et soutiens qui ont matérialisé cette étude.

REFERENCES

- [1] Masens B., 1997, Etude phytosociologique de la région de Kikwit (Bandundu, RDC). Th. Doct., ULB, Inédit. 398 p.
- [2] Lubini A., 1990 et 2001, La flore de la réserve forestière de Luki (Bas-Zaïre), comptes rendus de la XII^e réunion plénière de l'aetfat, Mitt.Inst. Allg. Bot.Hamburg Band, s.135-154 ; et Analyse phytogéographique de la flore forestière du secteur Kasai au Congo Kinshasa. In comptes rendus de la XVI^{ème} réunion plénière de l'AETFAT vol.72 n°2.Bull.Jard. Bot. Nat.Belg. Bruxelles.
- [3] Magilu 2007, Etude ethnobotanique chez les populations Pende de la périphérie de la réserve forestière de l'INERA Kiyaka(Kikwit), Mémoire de DEA, UNIKIN, 149 + annexe.
- [4] Devred & Hardy R., 1957, Bulletin d'information de l'INEAC, Résultats et commentaire agronomique d'une mission pédo-botanique au Kwango, p.1392, Vol .VI
- [5] Nicolai H. 1963, Le Kwilu, Etude géographique d'une région congolaise, éd.
- [6] Poilecot & Loua, 2009, Les feux dans les savanes des Monts Nimba, Guinée.
- [7] Hauman L., 1948 et 1958, *Moraceae*. La flore du Congo belge et du Rwanda- Burundi. Spermatophytes, p.69, Vol.I, INEAC Bruxelles ; et *Dichapetalaceae* : La flore du Congo belge et du Rwanda- Urundi. Spermatophytes, Vol. VII, p.338, Bruxelles.
- [8] Léonard J., 1948 et 1995, *Olacaceae*. La flore du Congo belge et du Rwanda-Burundi. Spermatophytes, Vol.I, INEAC Bruxelles ; et *Euphorbiaceae* (2^{ème} partie) : La flore de l'Afrique Centrale (Zaïre-Rwanda-Burundi), Spermatophytes, p.4, Jard. Bot. Nat. Belg., 1995.
- [9] Troupin, 1951, *Menispermaceae* et *Annonaceae*. La flore du Congo belge et Rwanda-Burundi. Spermatophytes.Vol. II, p.253 et 260, INEAC, Bruxelles.
- [10] Pauwels L., 1993, Nzayilu N'ti. Guide des arbres et arbustes de la région de Kinshasa-Brazzaville, Meise, Jard. Bot. Nat.-Belg. 495 P.
- [11] Tardieu- Blot, 1964, *Aspleniaceae* et *Aspidiaceae*.La flore du Cameroun. Ptéridophytes. Vol.3, p.190-271, Paris.
- [12] White F., 1986, La végétation de l'Afrique. Mémoire accompagnant la carte de la végétation de l'Afrique, Ed. UNESCO, Paris.
- [13] Boudet, 1991, Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères, Collection manuels et précis d'élevage 4, Jouve, 18, rue Saint- Denis, 75001 Paris n°14100.
- [14] Belesi K., 2009 et 2016, Etude floristique, phytogéographique et phytosociologique de la végétation du Parc National de la Salonga (Bas-Kasai – RDC) (Synthèse). In International journal of Innovation and Applied Studies. ISSN 2028 - 9324. Vol. 14 N° 3 Feb. 2016. Pp. 709-720.
- [15] Etude floristique, phytogéographique et phytosociologique de la végétation du Bas-Kasaï en RDC, Thèse de doctorat, UNIKIN, 328p.

ANNEXES

Tableau 2 : FLORE FORESTIERE DE KIYAKA

Familles	Espèces	Caractéristiques autécologiques			
		DG	TB	TD	TF
Anacardiaceae	<i>Pseudospondias microcarpa</i> Engl.	BG	MsPh	Sar	Méso
Annonaceae	<i>Anonidium mannii</i> (Oliv.) Engl. & Diels	BGC	MgPh	Sar	Méso
	<i>Cleistopholis glauca</i> Pierre ex Engl. & Diels	BGC	McPh	Sar	Méso
	<i>Xylopia rubescens</i> Oliv.	BGC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Isolona congolana</i> (De Wild. & Th.Dur.) Engl. & Diels	AT	MgPh	Sar	Méso
Apocynaceae	<i>Alafia multiflora</i> Stapf	GC	Lph	Pog	Méso
	<i>Landolphia forestiana</i> (Pierre ex Jumelle) Pichon	GC	Lph	Sar	Méso
	<i>Landolphia owariensis</i> P.Beauv.	GC	Lph	Sar	Méso
	<i>Landolphia congolensis</i> (Stapf) Pinchon	GC	Lph	Sar	Méso
	<i>Tabernaemontana crassa</i> Benth	GC	MsPh	Sar	Macro
	<i>Rauvolfia mannii</i> Stapf (syn. <i>R.obscura</i> K.Schum)	GC	Nph	Sar	Méso
	<i>Saba florida</i> (Benth) Bullock	AT	Lph	Sar	Méso
Araceae	<i>Culcasia scandens</i> P. Beauv.	AT	Phgr	Sar	Méso
	<i>Culcasia yangambiensis</i> Louis & Mull.	BGC	Lph	Sar	Méso
	<i>Culcasia lancifolia</i> N.e.BR. (syn. <i>C.insularis</i> N.e.BR)	BGC	Phgr	Sar	Méso
Arecaceae	<i>Eremospatha haullevilleana</i> De Wild.	BGC	Lph	Sar	Méso
Asparagaceae	<i>Dracaena mannii</i> var. <i>nitens</i>	FC	NPh	Scl	Micro
	<i>Dracaena capitulifera</i> De Wild. & Th.Dur	GCZ	Nph	Sar	Méso
Burseraceae	<i>Canarium schweinfurthii</i> Engl.	GC	MgPh	Sar	Méga
	<i>Dacryodes edulis</i> (G. Don) H.J. Lam	GC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Dacryodes yangambiensis</i> Louis ex Troupin	BGC	MgPh	Sar	Méso
Clusiaceae	<i>Garcinia epunctata</i> Stapf	GC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Garcinia punctata</i> Oliv.	BGC	MsPh	Sar	Micro
	<i>Garcinia smeathmannii</i> (Planch. Trien.) Oliv.	AT	MgPh	Sar	Méso
	<i>Mammea africana</i> Sabine	GC	MsPh	Sar	Méso
Combretaceae	<i>Combretum hispidum</i> Louis	BG	Lph	Pté	Méso
	<i>Combretum racemosum</i> P.Beauv.	GC	Lph	Pté	Micro
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i> L.	Pal	Chr	Scl	Micro
	<i>Palisota hirsuta</i> (Thunb.) K.Schum	GC	Chr	Sar	Méso
	<i>Palisota schweinfurthii</i> C.B. CL.	GC	Chd	Sar	Macro
Connaraceae	<i>Agelaea pentagyna</i> (Lam) Baill.	BGC	Lph	Sar	Méso
	<i>Connarus congolanus</i> Schellenb.	GC	Lph	Sar	Méso
	<i>Manotes pruinosa</i> Gilg.	GC	Lph	Sar	Méso
	<i>Rourea obliquifoliolata</i> (Baker) Jong kind	BGC	Phgr	Sar	Micro
Costaceae	<i>Costus afer</i> Ker. Gawl.	BGC	Grh	Sar	Macro
Dichapetalaceae	<i>Dichapetalum Bangui</i> (F. Didr.) Engl.	CGC	Lph	Sar	Méso
	<i>Dichapetalum brazzae</i> Pellegr.	BG	Lph	Sar	Méso
	<i>Dichapetalum chlotii</i> Pellegr.	BG	Lph	Sar	Méso
	<i>Dichapetalum lujae</i> De Wild. et Th.Dur.	GCZ	Lph	Sar	Micro
	<i>Dichapetalum pallidum</i> (Oliv.) Engl.	GC	Lph	Sar	Méso
	<i>Dichapetalum schweinfurthii</i> Engl.	GCZ	Lph	Sar	Méso
	<i>Dichapetalum sp</i>	BGC	Lph	Sar	Méso
	<i>Dichapetalum monbuttense</i> Engl.	GC	Lph	Sar	Méso
Dilleniaceae	<i>Tetracera alnifolia</i> De Wild	GC	Phgr	Sar	Méso
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea minutiflora</i> Engl.	GC	Gt	Pté	Méso
Ebenaceae	<i>Diospyros conocarpa</i> Gürke & k.Schum	BG	MsPh	Sar	Macro
	<i>Diospyros hoyleana</i> F.White	BG	McPh	Sar	Méso
	<i>Diospyros ituriensis</i> (Gürk) Letouzey & F.White	BGC	MsPh	Sar	Méso
Euphorbiaceae	<i>Alchornea floribunda</i> Müll.Arg.	GC	MsPh	Bal	Méso
	<i>Bridelia atroviridis</i> Müll.Arg.	BGC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Chaetocarpus africanus</i> Pax	BGC	Msph	Bal	Méso
	<i>Dichostemma glaucescens</i> Pierre	BGC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Maesobotrya bertramiana</i> Bütth.	BGC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Maesobotrya flobunda</i> J. Léonard var. <i>hirtella</i> P. & K.H	BGC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Plagiostyles Africana</i> (Mull. Arg.) Prain.	BGC	Msph	Sar	Méso

	<i>Ricinodendron heudelotii</i> (Baill.) Pax subsp.africanum (Müll.Arg.) J.Léonard	GC	MgPh	Sar	Méso
	<i>Tetrorchidium didymostemum</i> (Baill.) Pax & Hoffman	GC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Sapium ellipticum</i> (Hochst. Ex Krauss) Pax	AT	MsPh	Bal	Micro
Fabaceae / Caesalpinioideae	<i>Berlinia grandiflora</i> var. <i>grandiflora</i> (Vahl) Hutch. & Dalz	GC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Brachystegia laurentii</i> (De Wild.) J. Louis	CGC	MgPh	Bal	Micro
	<i>Dialum excelsum</i> Louis ex Steyaert	GC	MsPh	Sar	Micro
	<i>Dialum tessmannii</i> Harms	GC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Dialum pachyphyllum</i> Harms	BGC	MgPh	Sar	Micro
	<i>Dialium pentandrum</i> Louis ex Steyaert	GC	MsPh	Sar	Micro
	<i>Guibourtia demusei</i> (Harms) J. Léonard	CGC	MgPh	Sar	Méso
	<i>Prioria balsamifera</i> (Harms) Breteler	BGC	MgPh	Bal	Méso
	<i>Scorodophloeus zenkeri</i> Harms	BGC	MgPh	Bar	Lepto
Fabaceae / Faboideae	<i>Dalhousiea Africana</i> S. Moore	BGC	Lph	Bal	Méso
	<i>Leptoderris congolensis</i> (De Wild.) Dunn.	BGC	Lph	Pté	Micro
	<i>Milletia comosa</i> (micheli) Hauman	GC	Lph	Bal	Méso
	<i>Milletia macroura</i> Harms	GC	Phgr	Bal	Méso
Fabaceae / Mimosoideae	<i>Albizia ferruginea</i> (Guill. & Perr.) Benth.	GC	MsPh	Bal	Nano
	<i>Pentaclethra macrophylla</i> Benth	GC	MsPh	Bal	Micro
	<i>Piptadeniastrum africanum</i> (Hook.) Brenan	GC	MgPh	Bal	Lepto
Gnetaceae	<i>Gnetum africanum</i> Welw.	CGC	Lph	sar	Micro
Huaceae	<i>Afrostryax lepidophyllus</i> Milbr.	CGC	MgPh	Sar	Méso
Icacinaeae	<i>Alsodeiopsis poggei</i> Engl.	CGC	Nph	Bal	Méso
	<i>Lasianthera Africana</i> (K.Schum) Bull	GC	Lph	Sar	Méso
	<i>Icacina guessfeldtii</i> Engl.	GC	Lph	Sar	Méso
	<i>Icacina manii</i> Oliv.	GC	Lph	Sar	Méso
	<i>Iodes Africana</i> Welw.ex Oliv.	GC	Phgr	Sar	Méso
	<i>Iodes klaineana</i> Pierre	GC	Lph	Sar	Méso
	<i>Polycephalum lobatum</i> (Pierre) Pierre ex Engl.	GC	Lph	Sar	Méso
Lamiaceae	<i>Vitex welwitschii</i> Gürke	GCZ	MsPh	Sar	Méso
Loganiaceae	<i>Strychnos variabilis</i> De Wild.	GC	Lph	Sar	Méso
Lomariopsidaceae	<i>Bolbitis gemmifera</i> (Hiern) C.Christ.	BGC	Grh	Scl	Micro
Malvaceae / Sterculioideae	<i>Cola bruneelii</i> De Wild.	CGC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Cola chlamydantha</i> / <i>Chlamydantha cola</i> (K.Schum) Bodard	GC	MsPh	Bal	Macro
	<i>Cola griseiflora</i> De Wild	BGC	McPh	Sar	Méso
	<i>Cola lateritia</i> K.Schum.	GC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Pterygota bequaertii</i> De Wild.	GC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Triplochiton scleroxylon</i> K.Schum	GC	MgPh	Pté	Macro
Malvaceae / Tilioideae	<i>Glyphae brevis</i> (Spreng.) Monachino	AT	MsPh	Scl	Méso
Marantaceae	<i>Halopegia azurea</i> K.Schum.	GC	Thd	Sar	Méso
	<i>Hypselodelphys poggeana</i> K. Schum	GC	mGrh	Sar	Méso
	<i>Hypselodelphys scandens</i> Louis & Mullenders	GC	mGrh	Sar	Méso
	<i>Haumania liebrechtsiana</i> (De Wild. & Th.Dur.) J.Léonard	GCZ	Thd	Sar	Macro
	<i>Marantochloa congonsis</i> var. <i>pubescens</i> J. Léon & Mull.	BGC	mGrh	Sar	Méso
	<i>Megaphrynium macrostachyum</i> (Benth.) K. Schum.	GC	mGrh	Sar	Méga
	<i>Thalia welwitschii</i> Redl.	GC	Grh	Sar	Méso
	<i>Trachypyrnium braunianum</i> (K.Schum) Bak.	GC	mGrh	Sar	Méso
Marattiaceae	<i>Marattia fraxinea</i> J.Smith	AM	Thd	Scl	Méso
Melastomataceae	<i>Memecylon calophyllum</i> Gilg.	BGC	McPh	Sar	Méso
Meliaceae	<i>Carapa procera</i> DC. Var. <i>procera</i>	GC	MgPh	Bal	Macro
	<i>Trichilia prieuriana</i> Juss.	GC	MsPh	Bal	Méso
	<i>Trichilia gillettii</i> De Wild	GC	MsPh	Bal	Méso
Menispermaceae	<i>Albertisa villosa</i> (Exell.) Form.	GC	Lph	Sar	Méso
	<i>Tiliacora louisii</i> Troupin	GC	Lph	Sar	Méso
	<i>Penianthus longifolius</i> Miers	GC	Nph	Sar	Méso
Moraceae	<i>Milicia excelsa</i> (Welw.) J.C.C.Berg.	GC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Dorstenia bequaertii</i> De Wild.	GC	Chd	Bal	Méso
	<i>Dorstenia mongandjensis</i> De Wild.	BGC	Chd	Bal	Méso
	<i>Ficus asperifolia</i> Miq.	AT	Phgr	Sar	Méso
	<i>Ficus ardisioides</i> Warb.	GC	Phépi	Sar	Méso
	<i>Ficus mucoso</i> Welw.ex Ficalho	AT	MsPh	Sar	Méso

	<i>Ficus vallis-choudae</i> Del.	AT	MsPh	Sar	Méso
	<i>Treculia Africana</i> Decne var. <i>africana</i>	GC	MsPh	Bar	Méso
Myristicaceae	<i>Pychnanthus angolensis</i> (Welw.) Exell.	GC	MgPh	Bal	Méso
	<i>Staudtia kamerounensis</i> Warb. var. <i>gabonensis</i> Gilb. & Troupin	GC	MgPh	Bal	Méso
Myrtaceae	<i>Syzygium guineense</i> var. <i>macrocarpum</i> F. White	AT	MsPh	Sar	Micro
Ochnaceae	<i>Campylopermum claessensii</i> (De Wild.) Farron	BGC	McPh	Sar	Méso
	<i>Campylopermum dybovskii</i> Van Tiegh	BGC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Campylopermum elongatum</i> (Oliv.) Van Tiegh	BGC	MsPh	Sar	Macro
	<i>Campylopermum leave</i> (De Wild. & Th. Dur.) Farron	BGC	McPh	Sar	Méso
	<i>Rhabdophyllum arnoldianum</i> Van Tiegh	BG	McPh	Sar	Méso
	<i>Rhabdophyllum welwistchii</i> Van Tiegh	BGC	MsPh	Sar	Méso
Olacaceae	<i>Heisteria parvifolia</i> Smith.	GC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Heisteria zimereri</i> Engl.	BG	MsPh	Sar	Méso
	<i>Olax gambecola</i> Baill.	GC	Nph	Sar	Méso
	<i>Olax latifolia</i> Engl.	BGC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Olax subscorpioides</i> Oliv.	BGC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Olax aschersoniana</i> Büttn	BG	MsPh	sar	Méso
	<i>Olax sp</i>	GC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Olax wildemanii</i> Engl.	BGC	McPh	Sar	Méso
	<i>Strombosia pustulata</i> Oliv. var. <i>pustulata</i>	GC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Strombosia grandifolia</i> Hook. f. & ex Benth	BGC	MsPh	Sar	Méso
Passifloraceae	<i>Barteria nigritana</i> var. <i>fistulosa</i>	GC	MsPh	Sar	Méso
Pentadiplandraceae	<i>Pentadiplandra brazzeana</i> Baill.	GC	Phgr	Sar	Méso
Piperaceae	<i>Piper guineense</i> Schum & Thom.	CGC	Phgr	Sar	Méso
Poaceae	<i>Leptaspis zeylanica</i> Nees ex Steud. (syn. <i>L. conhleata</i> Thw)	Pal	Chpr	Scl	Micro
Polygalaceae	<i>Carpolobia glabrescens</i> Hutch & Dalz (syn : <i>Carpolobia alba</i> G. Don)	CGC	MsPh	Sar	Méso
Rubiaceae	<i>Bartiera breviflora</i> Hiern	GC	Lph	Sar	Méso
	<i>Bertiera aethiopica</i> Hiern	GC	Msph	Sar	Méso
	<i>Bartiera racemosa</i> N. Hallé	GC	MsPh	Sar	Micro
	<i>Colletocema dewevrei</i> (De Wild.) Petit	BGC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Craterispermum cerinanthum</i> Hiern	GC	Msph	Sar	Méso
	<i>Craterispermum dewevrei</i> De Wild. & Th. Dur.	GC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Gaertnera leucothyrsa</i> (K. Krause) Petit	GC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Nauclea diderrichii</i> (De Wild.) Merrill.	GC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Oxyanthus formosus</i>	GC	MsPh	Sar	Macro
	<i>Pauridiantha dewevrei</i> (De Wild. & Th. Dur.) Bremek	BGC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Pauridiantha callicarpoides</i> (Hiern) Bremek	BGC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Pavetta kasaica</i> Bremek	BGC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Pavetta laurentii</i> De Wild.	CGC	McPh	Sar	Méso
	<i>Psychotria sp</i> De Wild.	BGC	NPh	Sar	Méso
	<i>Rothmannia hispida</i> (K. Schum) Fagerl	GC	NPh	Sar	Méso
	<i>Rothmannia libisa</i> N. Hallé	BGC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Rothmannia longiflora</i> salisb.	GC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Rothmannia macrocarpa</i> (Hiern) Keay	GC	MsPh	Sar	Micro
	<i>Rothmannia octomera</i> (Hook.) Fagerl	BGC	Mcph	Sar	Méso
	<i>Rothmannia whitfieldii</i> (Lindl.) Dandy <i>Stipularia Africana</i>	GCZ	MsPh	Sar	Méso
	<i>P. Beauv. var. africana</i>	GC	McPh	Sar	Méso
	<i>Tarrenna laurentii</i> (De Wild.) Garcia	GC	McPh	Sar	Méso
Salinaceae	<i>Homalium africanum</i> (Hook. f.) Benth	GC	MsPh	Sar	Méso
Sapindaceae	<i>Eriocoelum microspermum</i> Gilg. ex Radlk	BGC	MsPh	Bal	Méso
Sapotaceae	<i>Autranella congolensis</i> (De Wild.) A. Chev.	BGC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Chrysophyllum lacourtianum</i> De Wild.	BGC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Omphalocarpum mortehanii</i> De Wild	GC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Zeyherella longipedicellata</i> (De Wild.) Aubr. & Pellegr.	BGC	MsPh	Sar	Méso
Simaroubaceae	<i>Quassia africana</i> Baill.	BGC	MsPh	Sar	Méso
	<i>Quassia undulata</i> (Guill. & Perr.) D. Dietr.	GC	MgPh	Sar	Méso
Solanaceae	<i>Solanum hispidum</i> Pers.	GC	NPh	Sar	Micro
Thelypteridaceae	<i>Cyclosurus striatus</i> (Schum) Ching	GC	Grh	Scl	Nano
Thomandersiaceae	<i>Thomandersia butayi</i> De Wild.	BGC	Nph	Bal	Méso

	<i>Thomandersia congolana</i> De Wild. & Th.Dur.	BGC	Nph	Bal	Méso
	<i>Thomandersia hensii</i> De Wild.	BGC	Nph	Bal	Méso
<i>Thymeleaceae</i>	<i>Dicranolepis disticha</i>	CGC	NPh	Sar	Micro
<i>Ulmaceae</i>	<i>Celtis gomphophylla</i> Bak.	GC	MgPh	Sar	Micro
<i>Urticaceae</i>	<i>Musanga cecropioides</i> R.BR	GC	MsPh	Sar	Macro
	<i>Myrianthus arboreus</i> P.Beauv.	GC	MsPh	Sar	Macro
<i>Vitaceae</i>	<i>Cissus dinklagei</i> Gilg. & Brandt	BGC	Phgr	Sar	Méso
<i>Zingiberaceae</i>	<i>Aframomum giganteum</i> (Oliv.&Hamb) K.Schum	BGC	mGrh	Sar	Macro

Légende : DG= distribution géographique ; TB= type biologique ; TD= type de diaspores ; TF= type de grandeurs foliaires

Liposarcome myxoïde du sein et grossesse: à propos d'un cas

[Myxoid breast liposarcoma and pregnancy: about a case]

Chimae EDDAOUDI, Zakia TAZI, Abdelhay FILALI, Mohammed Hassan ALAMI, and Rachid BEZAD

Maternité Universitaire des Orangers,
CHU Ibn Sina, Université Mohammed V, Rabat, Maroc

Copyright © 2018 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: Liposarcomas of the breast are malignant tumours representing less than 0.3% of breast cancers, which can affect women aged 45 to 55 years on average, their clinical and radiological characteristics are not specific and could suggest a benign lesion. They develop from interlobular stromal tissue and there is no known risk factor of this type of cancer. The treatment of these liposarcomas remains nonconsensual, although surgery is considered the basis of treatment. We report a case of a breast myxoid liposarcoma discovered during pregnancy.

KEYWORDS: breast, pregnancy, myxoid liposarcoma, mastectomy, radiotherapy.

RÉSUMÉ: Les liposarcomes du sein sont des tumeurs malignes rares, représentant moins de 0,3 % des cancers mammaires, pouvant toucher la femme de 45 à 55 ans en moyenne, leurs caractéristiques cliniques et radiologiques sont non spécifiques, évoquant à tort une lésion bénigne. Ils se développent à partir du tissu stromal interlobulaire et il ne semble exister aucun facteur de risque prédisposant à ce type de cancer. La prise en charge de ces liposarcomes demeure non consensuelle, bien que la chirurgie soit considérée comme la base du traitement. Nous rapportons le cas d'un liposarcome myxoïde du sein découvert au cours de la grossesse.

MOTS-CLEFS: sein, grossesse, liposarcome myxoïde, mastectomie, radiothérapie.

1 INTRODUCTION

Les sarcomes du sein sont des tumeurs malignes, très rares mais agressives représentant moins de 1 % des tumeurs malignes du sein [1, 2]. Ils s'intègrent dans le cadre nosologique des tumeurs non épithéliales du sein.

Les liposarcomes du sein sont des tumeurs malignes extrêmement rares. Leur fréquence est estimée à moins de 0,3 % des cancers mammaires [3,4]. Ils se développent aux dépens du tissu stromal interlobulaire de l'organe [3]. Ces tumeurs sont caractérisées par une symptomatologie fruste et trompeuse évoquant plutôt une lésion bénigne. Leurs traductions morphologiques sont non spécifiques, voire rassurantes. La certitude du diagnostic impose une confirmation histologique.

En l'absence d'études puissantes, aucun protocole thérapeutique n'est actuellement valide. La prise en charge de ces liposarcomes demeure non consensuelle, bien que la chirurgie soit considérée comme la base du traitement. Le type de chirurgie à adopter (radicale ou conservatrice) prête à discussion.

2 OBSERVATION

Patiente âgée de 36 ans, sans antécédents pathologiques notables, pas d'antécédents de pathologie du sein dans la famille, G4P2, 2 enfants vivants accouchés par voie basse, patiente consulte dans notre formation au terme de 34 SA (G4) pour prise en charge de tuméfaction au niveau de son sein droit. L'histoire de sa maladie remonte au 5^{ème} mois de sa grossesse, où la patiente a découvert à l'autopalpation la présence d'un nodule de 2 cm, qui augmente rapidement de volume, devant ce tableau la patiente a consulté et a bénéficié d'une échographie qui a objectivé une formation hypoéchogène ovale, polylobée, de 12 / 10 cm, évoquant un fibroadénome géant ou une tumeur phyllode, sans adénopathies, patiente a bénéficié d'une tumorectomie, l'examen anatomopathologique a objectivé un liposarcome myxoïde de 165*160*118 mm avec berges d'exérèse passant en zones tumorales, le traitement chirurgical a été complété par une mastectomie droite à 36 SA de grossesse, avec à l'examen anatomopathologique : aspect histologique d'un liposarcome myxoïde dans sa variété à cellules rondes de haut grade, limites de résection chirurgicales saines avec à la limite profonde un liseré de sécurité de 1 mm, un complément d'étude immuno-histochimique a été réalisé, confirmant le diagnostic histologique de liposarcome mammaire de type myxoïde dans sa variété à cellules rondes. La patiente a accouché par voie basse à 38 SA, sans anomalies, le bilan d'extension complété après l'accouchement n'a révélé aucune métastase, deux mois après la mastectomie la patiente a présenté une récurrence locale au niveau de la cicatrice, à l'échographie mammaire : formation polylobée, hypoéchogène, non atténuante, sans prise de doppler, de 20*14 mm, la patiente a bénéficié d'une tumorectomie avec exérèse large étendue au muscle grand pectoral, le résultat anatomopathologique était en faveur d'un liposarcome myxoïde avec limites non tumorales, la décision de la RCP était de compléter le traitement par radiothérapie, la patiente a bénéficié de 15 séances de radiothérapie, avec un total de 30 Gy reçus. Le suivi de la patiente pendant 3 ans n'a révélé aucune autre récurrence locale ni de métastases à distance, ni d'altération de l'état général, au cours de ce suivi la patiente a eu sa 5^{ème} grossesse qui a abouti à terme, avec accouchement par voie basse, qui s'est déroulé sans anomalies.

3 DISCUSSION

Les sarcomes mammaires sont des tumeurs malignes rares. Ils représentent moins de 1 % des cancers du sein [4-5]. Ces tumeurs se développent à partir du tissu conjonctif, tout en épargnant la composante épithéliale, ce qui les différencie des sarcomes phyllodes. Ces sarcomes forment un groupe hétérogène, incluant, entre autres, les liposarcomes. Ces liposarcomes mammaires touchent les femmes adultes. L'âge moyen de survenue est de 48 ans. Les cas décrits chez la femme jeune sont très rares, le cas de notre patiente en fait partie, elle est âgée de 36 ans.

Par ailleurs, quelques cas ont été décrits chez l'homme [6]. Contrairement aux adénocarcinomes mammaires, il ne semble pas exister de facteur prédisposant aux liposarcomes sur le plan hormonal ou sur le plan d'une mastopathie pré-existante [4,5]. D'après Rasmussen et al, il pourrait avoir une relation entre l'adénofibrome, le lipome et le liposarcome du sein, toutefois la majorité des auteurs n'ont mis en évidence aucun terrain prédisposant tant sur le plan des lésions mammaires préexistantes, que sur le plan de facteurs hormonaux dans la genèse des liposarcomes du sein.

Cliniquement, les liposarcomes se manifestent fréquemment par un nodule unique ou multiple, bien limité, mobile par rapport aux deux plans, de consistance ferme et indolore. Il peut intéresser les différents quadrants du sein, avec une prédominance au niveau du quadrant supérieur externe. La bilatéralité, bien que possible, reste rare (4 % des cas) [4]. La taille tumorale varie de 2 à 30 cm, avec une moyenne de 6 à 8 cm. Une rapidité évolutive ou la croissance inopinée d'un nodule jusqu'à la quiescence, ainsi que les tumeurs d'apparition récente augmentant rapidement de volume devront faire évoquer le diagnostic [4,5,6]. Les signes cutanés en regard sont rares [4,5,7]. Les écoulements mamelonnaires sont exceptionnels. Les aires ganglionnaires axillaires sont souvent libres [1,7]. Le délai entre la première manifestation clinique et le diagnostic histologique est habituellement long : 4 ans en moyenne [4]. Ce retard de diagnostic explique en partie la taille souvent importante au moment du diagnostic.

Sur le plan radiologique, la mammographie reste l'examen fondamental dans la pathologie mammaire, elle doit constituer le premier examen à pratiquer pour un dépistage. Les aspects mammographiques des liposarcomes ne sont pas pathognomoniques, cependant certains éléments peuvent aider au diagnostic [8]. Le liposarcome se caractérise par une opacité arrondie, ovale ou polycyclique, de taille variable. On ne retrouve jamais d'image stellaire, les volumes cliniques et radiologiques sont superposables. Il n'y a pas de corrélation entre l'aspect radiologique et le grade de malignité [9]. Les critères de pronostic sont différents de ceux des tumeurs épithéliales. Alors que la taille tumorale est pour les tumeurs épithéliales un des principaux éléments pronostiques, pour les liposarcomes elle ne devient péjorative qu'au-delà de 15 cm [10]. Les adénopathies axillaires ne modifient pas le pronostic puisqu'il est exceptionnel qu'elles soient envahies. En effet les liposarcomes comme les autres sarcomes ont une dissémination hémotogène, rendant inutile le curage axillaire [9]. En revanche la présence d'une adénopathie axillaire doit faire craindre dans le cadre de tumeurs très évoluées l'envahissement

par contiguïté du creux axillaire [10]. L'aspect échographique des liposarcomes sus sein n'est pas spécifique [11]. Le scanner est très informatif dans le diagnostic pour les liposarcomes intra abdominaux, toutefois, il n'a jamais été décrit dans le liposarcome du sein [12]. Actuellement, l'IRM permet de préciser le caractère unifocal de la lésion, son extension et éventuellement sa richesse en tissu graisseux. Après injection de gadolinium, le rehaussement tumoral est variable en fonction du grade histologique [5]. L'apport diagnostique de l'imagerie est donc très limité, voire trompeur.

Le diagnostic différentiel reste à faire avec de nombreuses pathologies. Une étude histologique est indispensable pour établir le diagnostic. La cytologie n'a de valeur que si elle est positive. Seule l'étude histologique permet de confirmer le diagnostic, de préciser le sous-type et le grade de la tumeur. À la macroscopie, la tumeur est bien limitée, parfois pseudoencapsulée, de couleur jaune ou blanche en fonction de la proportion d'adipocytes. En microscopie, les cellules tumorales sont étoilées et parfois vacuolisées, ne présentant pas l'arrangement en faisceaux des sarcomes phyllodes. Des lipoblastes sont toujours présents, uni ou multivacuolés, à noyaux crantés. Ces tumeurs sont dépourvues de cellules épithéliales. Les liposarcomes sont classés en cinq types :

- la forme bien différenciée, qui comporte des cellules de forme irrégulière, hyperchromatiques, plus grandes que les adipocytes normaux ;
- le type myxoïde, qui, outre les lipoblastes et les capillaires, comporte une matrice myxoïde ;
- le type à cellules rondes, caractérisé par une prolifération monomorphe de cellules rondes ;
- le type pléomorphe, avec une prolifération cellulaire anarchique, un pléomorphisme cellulaire et des cellules géantes ;
- le type indifférencié.

Récemment Guillou a proposé pour les liposarcomes bien différenciés, quatre sous-groupes : adipocytaire, sclérosant, inflammatoire, à cellules fusiformes et dédifférencié [14]. Cette classification ainsi que les critères histologiques permet la réalisation d'un grade histologique et pronostique mis au point pour les sarcomes des tissus mous [18,19]. Ce grade prend en compte trois paramètres : la différenciation cellulaire, la nécrose et le nombre de mitoses. Ce dernier élément est le plus important pour de nombreux auteurs [13, 14,15]. La tumeur a surtout un caractère infiltrant, il n'existe pas de séparation entre le tissu néoplasique et le parenchyme sain, d'où la nécessité d'une exérèse étendue et d'avoir des limites saines. Concernant notre patiente, lors de la première tumorectomie, les limites d'exérèse étaient tumorales. Certains auteurs introduisent cette notion comme un élément histologique supplémentaire du pronostic. À l'instar des autres sarcomes, la dissémination des liposarcomes se fait essentiellement par voie hématogène, avec des métastases viscérales : pulmonaires, hépatiques et osseuses [5]. L'atteinte ganglionnaire axillaire observée au décours des tumeurs très évoluées doit faire craindre l'extension par contiguïté au creux axillaire [7].

Il existe une corrélation entre le taux de survie sans métastases et le grade histologique. Le liposarcome du sein a le même profil évolutif que les autres sarcomes mammaires [9]. Il peut récidiver localement ou à distance, de manière très péjorative avec une dissémination essentiellement hématogène et exceptionnellement lymphatique. Concernant notre patiente on a eu une récurrence locale après mastectomie.

La chirurgie est la base du traitement [3-7]. Elle consiste en une exérèse large et complète, avec des marges in sano [4-6]. Pour certains, la mastectomie est systématique, afin de réduire le risque de récurrence locale. En effet, selon Jones et al., 61 % des patientes ayant eu une récurrence avaient eu une chirurgie carcinologiquement insuffisante [9]. Pour d'autres auteurs, une chirurgie conservatrice est préconisée, notamment pour des tumeurs n'excédant pas 3 à 4 cm. Ce traitement conservateur est d'autant plus défendable qu'il n'y a pas de multifocalité dans les liposarcomes. Ainsi, McGregor et al. n'ont pas trouvé de différence significative en termes de survie sans rechute entre mastectomie et excision large [16]. Ainsi, la mastectomie ne paraît justifiée que pour les tumeurs volumineuses et très évoluées. Le curage axillaire est inutile et abandonné par la plupart des auteurs, sauf s'il y a des ganglions palpables [4,5,7]. Le rôle des thérapeutiques adjuvantes est controversé. L'hormonothérapie n'a aucune place. La radiothérapie est indiquée en cas de traitement conservateur ou en cas de marges tumorales, sans que son efficacité ne soit prouvée dans la prévention et le traitement des récurrences locales [4,6,7]. La chimiothérapie n'a fait aucune preuve de son efficacité [4,5] et seul le protocole incluant l'adriamycine peut améliorer les résultats des situations métastatiques [6,7].

L'évolution des liposarcomes se fait soit vers les récurrences locales et pour les formes de mauvais pronostic vers une diffusion métastatique pulmonaire et osseuse [7]. Les facteurs pronostiques les plus importants sont la taille tumorale, le sous-type histologique, les marges d'exérèse et le grade histologique qui prend en compte trois paramètres : la différenciation cellulaire, la nécrose, le nombre de mitoses vues en microscopie optique dans dix champs au grossissement $\times 400$. Barnes et Pietruszka ont défini les tumeurs de mauvais pronostic comme celles ayant un nombre de mitoses supérieur à huit [17]. Norris et Taylor ont quant à eux estimé que le risque métastatique existe lorsque le chiffre atteint cinq à six mitoses [18].

4 CONCLUSION

Les liposarcomes mammaires sont des tumeurs malignes et rares. Leurs caractéristiques cliniques et radiologiques sont celles des tumeurs bénignes, et seule une croissance tumorale rapide peut évoquer le diagnostic. On ne leur reconnaît aucun facteur de risque. La certitude diagnostique impose une preuve histologique.

La chirurgie est la base du traitement. Une excision large est requise, que ce soit une mastectomie ou une tumorectomie large. Le curage axillaire est inutile et aucune des thérapeutiques adjuvantes n'a prouvé d'efficacité réelle, bien que l'adriamycine semble améliorer les résultats des patientes en situation métastatique.

REFERENCES

- [1] Pollard SG, Marks PV, Temple LN, Thompson HH. Breast sarcoma. A clinicopathological review of 25 cases. *Cancer* 1990 ; 66 : 941-4.
- [2] Terrier P, Terrier LM, Mouriessé H, Friedman S, Spielmann M, Contesso G. Primary breast sarcoma: a review of 33 cases with immunohistochemistry and prognostic factors. *Br Cancer Res Treat* 1989 ; 13 : 39-48.
- [3] Saito T, Ryu M, Fukumura Y, Asahina M, Arakawa A, Nakai K, et al. A case of myxoid liposarcoma of the breast. *Int J Clin Exp Pathol* 2013;6(7):1432—6.
- [4] Spielmann M, Zelek L. Sarcomes mammaires mésenchymateux. In: Espié M, Gorrins A, editors. *Le sein*. Paris: Éditions ESKA;1995. p. 559—67.
- [5] Znati K, Harmouch T, Chbani L, Elfatemi H, Chraïbi M, Belghiti H, et al. Liposarcome différencié du sein (à propos d'un cas). *Rev Maroc Cancer* 2010;3:43—5.
- [6] Tunon de Lara C, Roussillon E, Rivel J, Maugey-Laulom B, Alfonso A, Horovitz J. Liposarcome du sein : à propos d'un cas. *J Gynecol Obstet Biol Reprod* 1998;27:201—4 [GY97059].
- [7] Yokouchi M, Nagano S, Kijima Y, Yoshioka T, Tanimoto A, Natsugoe S, et al. Solitary breast metastasis from myxoid liposarcoma. *BMC Cancer* 2014;14:482.
- [8] El Amrani N, Melhouf M. M, Melhouf M. A, Pujol H, Dubois J B. Les sarcomes primitifs du sein : A propos de 11 cas. *Revue française de gynécologie et d'obstétrique* 1998 ; 93 :340-344.
- [9] Navarrete E, Janser JC, Pusel J, Rodier JF, Rodier D. Les sarcomes du sein. *J Chir* 1988; 125:501-9.
- [10] Barnes L, Pietruszka M. Sarcomas of the breast. A clinicopathologic analysis of 10 cases. *Cancer* 1977;40:15577-85.
- [11] Caruso G, Ienzi R, Piovana G, Ricotta V, Cirino A, Salvaggio G, Lagalla R High-frequency ultrasound in the study of male breast palpable masses. *Radiol Med*. 2004;108(3):185- 93.
- [12] Lahat G, Madewell JE, Anaya DA, Qiao W, Tuvin D, Benjamin RS, Lev DC, Pollock RE Computed tomography scan-driven selection of treatment for retroperitoneal liposarcoma histologic subtypes. *Cancer*. 2009;115(5):1081-1090
- [13] Enzinger FM, Weiss SW. *Soft tissue tumors* C.V Mosby compagny, 1983.
- [14] Guillou L, Coindre JM, Bonichon F, et al. Comparative study of the National Cancer Institute and French Federation of Cancer Centers Sarcoma Group grading systems in a population of 410 adult patients with soft tissue sarcoma. *J Clin Oncol*. 1997;15(1):350-62.
- [15] Trojani M, Contesso G, Coindre JM et al. Soft tissue sarcoma of adults; study of pathological prognostic variables and definition of a histopathological grading system. *Int J Cancer* 1984;33:37-42.
- [16] McGregor GI, Knowling MA, Este FA. Sarcoma and cystosarcoma phyllodes tumors of the breast — a retrospective review of 58 cases. *Am J Surg* 1994;167:477—80.
- [17] Barnes L, Pietruszka M. Sarcomas of the breast: a clinicopathologic analysis of ten cases. *Cancer* 1977;40:15577—85.
- [18] Norris HJ, Taylor HB. Sarcomas and related mesenchymal tumors of the breast. *Cancer* 1968;22:22-8.

A new multi-hybrid power system for grid connected area (Solar-Compressed Air Energy Storage-Grid power)

Mohammad Shajibul-Al-Rajib¹ and Kazi Firoz Ahmed²

¹American International University, Banani, Dhaka-1213, Bangladesh

²Assistant Professor, Department of Electrical and Electronic Engineering,
American International University, Banani, Dhaka-1213, Bangladesh

Copyright © 2018 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: Renewable energy based hybrid energy system have been considered as an efficient mechanism to generate electrical power. The basic idea of hybridizing the energy sources is that the base load is to be supplied by principal energy source and the peak load supplied by other irregular sources. The Bangladesh Government decided to provide electricity throughout the country by 2021. According to government policy the BREB (Bangladesh Rural Electrification Board) is work for ensuring electricity in the rural area of Bangladesh. But in some rural forest area like kaliakair upazilla in gazipur district it is very difficult to provide electrification all the time during the month of April to September because of heavy rainfall and storm. The purpose of this study is to suggest the optimal hybrid energy system for generation of electricity from a combination of energy sources to fulfill the energy demands of the Kaliakair Upazilla in Gazipur District of Bangladesh. The design of hybrid energy system based on PV system, CAES and grid are considered in this study. The study area is the vannara, Kaliakair Upazilla in Gazipur District of Bangladesh.. The study is based on simulation and optimization of renewable energy system using Hybrid Optimization Model for Electric Renewable (HOMER). The hybrid model has been designed to provide optimized system configuration based on hybrid energy component costs, technical specifications and energy demand. The proposed hybrid energy system is environmental friendly which mitigates the CO₂ emission and other greenhouse gas emissions.

KEYWORDS: Solar PV, CAES, Hybrid System, HOMER, AirSim, Diesel Generation.

1 INTRODUCTION

For developing country electricity is most important factor so that the economy and standard of living of a country can increase. It must be generated using the national resource of country. Bangladesh is suffering from energy crisis for long many years. The main source of energy of Bangladesh is natural gas. 81.4% electricity generation is done by this source of energy. The country lags behinds than its expected production capacity. The way the energy consumption is increasing (10% annually), the reserved natural gas of Bangladesh will not last more than 15/ 20 years. [3]Though many power generation units have been added to the national grid to solve the power crisis issue, it is not enough. High demand and increasing need of power have created challenge for the power stations to meet the demand. In our country more than 75% of total population lives in rural area in Bangladesh and many green industry are situated in this rural area. Bangladesh government already take the initiative for connecting all house and industry to the national grid by 2021. But Bangladesh has lack of electric generation to satisfy the demand of 100% electrification and also very difficult to provide electrification in rural areas at the time of rainy season because of heavy rainfall and storm. So, there is no possibility to do 100% commercial electrification in rural area. To solve this energy crisis we can use different form of renewable energy to generate power beside the grid.

In this paper, we consider a project site of REB named Vannara which lies in Kaliakair Upazilla of Gazipur district and located in between 24°00' and 24°15' north latitudes and in between 90°09' and 90°22' east longitudes. It one of the commercial rural grid connected areas of Bangladesh and lots of industry situated here. It is surrounded by forest areas and most of people living

here are dependent upon industrial work and agriculture for their livelihood. Most of the Grid lines are lies in the forest side so that it is difficult for REB to provide electricity at the time of rainy season because of heavy rainfall and stormed. In this paper we tried to develop an optimal system from practical view point. We tried to focuses on contribution of Renewable Energy Technologies (RETs) and Hybrid system using this Renewable Energies in the rural development beside Grid connection.

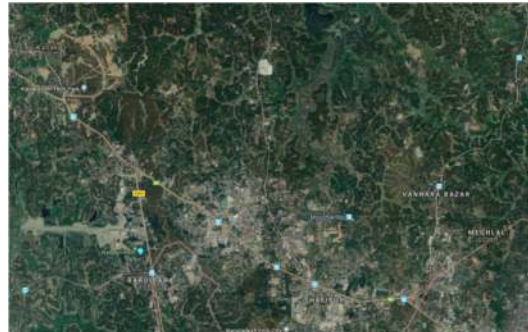


Fig. 1. Vannara, Kaliakair Upazilla, Gazipur -a top view from google earth

In this paper we use simulation software named HOMER (Hybrid Optimization Model for Electric Renewable) and Air Sim for finding out the best possible outcome & combination for the system where cost minimization gets priority. At first we pick our desired resources (Solar cell, CAES, Grid Connection) & complete the combination and load calculation for entire rural area corresponding to summer/rainy season and winter season. Working module and raw data from embedded HOMER database are set in the application and our module is ready for analysis. [7] Here we also compare with diesel generator instead of Grid connection in this proposed hybrid system.

2 LOAD ESTIMATION

Many garments industry, School, colleges, Tourism Industry like resort, picnic spot and many more offices are situated in Vannara, kaliakair upazilla, Gazipur . From BREB (Bangladesh Rural Electrification Board) we find the load information of this area in different time period. In Vannara BREB using two 11kv feeder (Feeder no. :3,5) for providing electrification in this area and feeder no. 3 length is 238.872 kilo meter, feeder no .5 length is 282.253. In different time period the load demand is different. So, The average load table are given below :

Table 1. Average Daily Load (Nov-March)

Name of the S/S & Capacity (MVA)	Day Peak Demand (MW)	Evening Peak Demand
Vannara (20MVA)	5.72	7.39

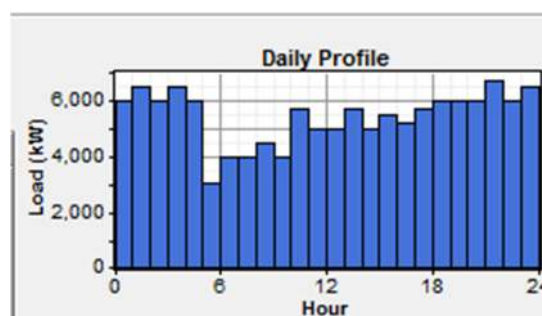
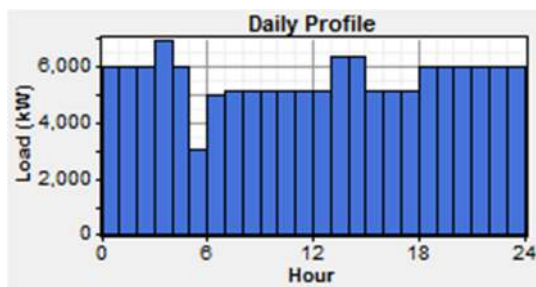
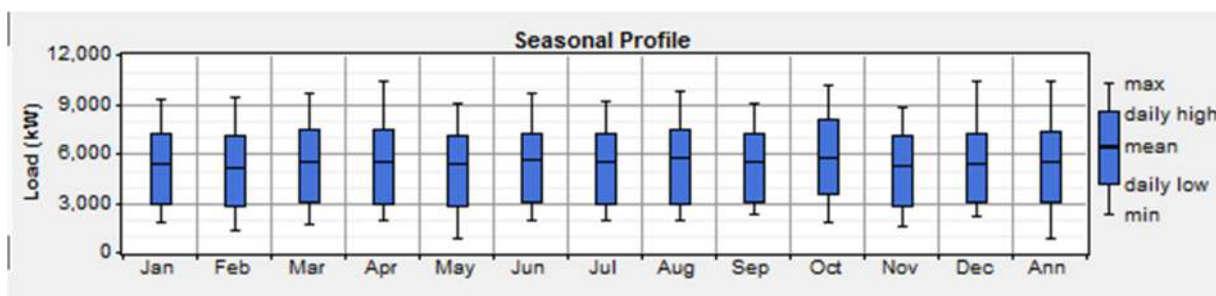


Fig. 2. Daily Load Profile (Nov-March)

Table 2. Average Daily Load (April-October)

Name of the S/S & Capacity (MVA)	Day Peak Demand (MW)	Evening Peak Demand
Vannara (20MVA)	6.32	8.06

**Fig. 3. Daily Load Profile (April-October)****Fig. 4. Monthly Load Profile**

Here Fig. 02 indicates the daily loads from November to March and Fig. 03 indicates the daily load profile from April to October. Fig. 04 contains the monthly load profile of the vannara area of Kaliakair Upazilla. From the monthly load profile we find that the peak load of this area is 10MW and average load is 5.485MW.

3 COMPONENT OF HYBRID SYSTEM

According to our project location we have designed our hybrid system with the combination of PV panels, CAES Generator, batteries, Converter and Grid. Here we also used Diesel Generator instead of Grid for compares the cost. We used here AirSim Simulation system for measuring energy consumption that we used for air compressor in CAES. For the economic analysis we used here number of units, capital cost, replacement and O&M costs and operating hours to be defined in HOMER in order to simulate the system. Hence the components of our system are :

1. PV panels,
2. CAES Generator
3. Batteries
4. Converter
5. Diesel Generator
6. Grid

3.1 SOLAR PHOTOVOLTAIC

In Gazipur, Bangladesh Sun rays are available with prosperity. Bangladesh has good prospects of solar photovoltaic generation. Per day the average isolation in Bangladesh is 4.64kWh/m²/day. In this paper, the monthly average global radiation

data has been taken from NASA (National Aeronautics and Space Administration) to estimate the generation of solar system. By using HOMER software in Fig. 05 Solar data at Vannara, Kaliakair, Gazipur (Latitude: 24.20, Longitude: 90.16) in Bangladesh is presented graphically. To calculate the PV array power HOMER use the solar resources as a input. By putting the longitudinal and latitudinal value in HOMER software the synthesized data is obtained.

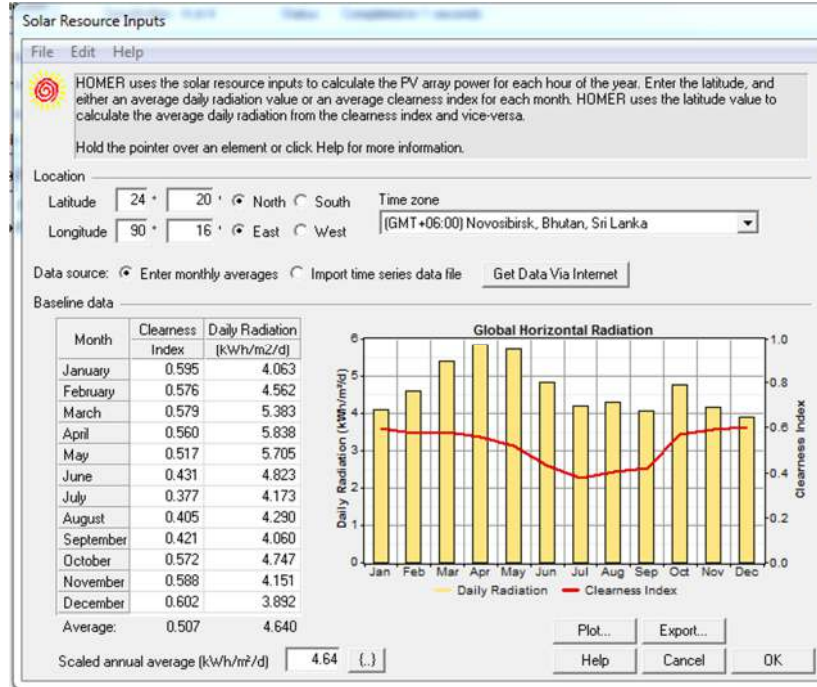


Fig. 5. Solar Resource Inputs at HOMER software

In this research, solar photovoltaic is used with CAES generation and Grid for the establishment of a hybrid system. Solar system cost consists of cost with cables and charge controllers. At present market; for 1 kW generation the cost of PV panel with set up cost is Tk. 96,000. Various costs are represented in Table 3 and cost is considered in BDT. Life time has been taken 20 years and 5000 kW PV modules are considered.

Table 3. PV cost assumption and technical parameters

Parameter	Unit	Value
Cost of Capital	BDT/kW	1,09,200
Cost of Replacement	BDT/kW	1,09,200
Cost of Operating & Maintenance	BDT/W	10,920
Lifetime	Years	20
Derating factor	Percent	80
Slope	Degree	24.33
Tracking System	No Tracking System	0.05

3.2 BATTERY

For storing the solar photovoltaic output Batteries are used. In rural area like our proposed are, where most of the power is used when the electricity are not available on the grid . So, main target of our system is to store energy at day time and discharge the stored energy when there is no electricity specially at evening . So, batteries are used following through charge controller. Also, a dump load is used for the purpose of removing excess charge and preventing system damage. In this system, the Surrrette 4KS25P storage batteries are utilized [7]. The specifications and different costs of batteries are shown in Table 04.

Table 4. Battery cost assumption

Parameter	Unit	Value
Nominal Capacity	Ah(kwh)	1900(7.6)
Nominal Voltage	Volt	4
Round-trip efficiency	Percent	80
Minimum State of Charge	Percent	40
Maximum Charge Current	A	67.5
Capital Cost	BDT/kwh	12000
Replacement Cost	BDT/kwh	8000
Operation & Maintenance Cost	BDT/kwh/yr	50

3.3 CONVERTER

Converter working for converts the dc power to ac power. As, most of the home appliances and industrial equipments are operated in ac, through a controller dc generation from the PV array is converted to ac. For optimum solution in this proposed system, 5000 kW converters are considered. The details of converter cost assumption and different parameters are given in Table 5.

Table 5. Converter cost assumption and technical parameters

Parameter	Unit	Value
Life time	Years	20
Efficiency	Percent	90
Rectifier Capacity	Percent	100
Rectifier Efficiency	Percent	85
Capital Cost	BDT/KW	1600
Replacement Cost	BDT/KW	1600

3.4 CAES GENERATOR

CAES is considered a hybrid generation/storage system because of the use of natural gas as fuel in the process. However, the natural gas input is much lower than with a conventional gas turbine. CAES requires approximately 0.7-0.8 kWh off-peak electricity and 4100-4500 Btu (1.2-1.3 kWh) natural gas to produce one kWh of dispatch able electricity [16,17]. This compares with a heat rate of roughly 11,000 Btu/kWh for conventional natural gas turbines. A generic diagram of how CAES works is shown in figure 06.

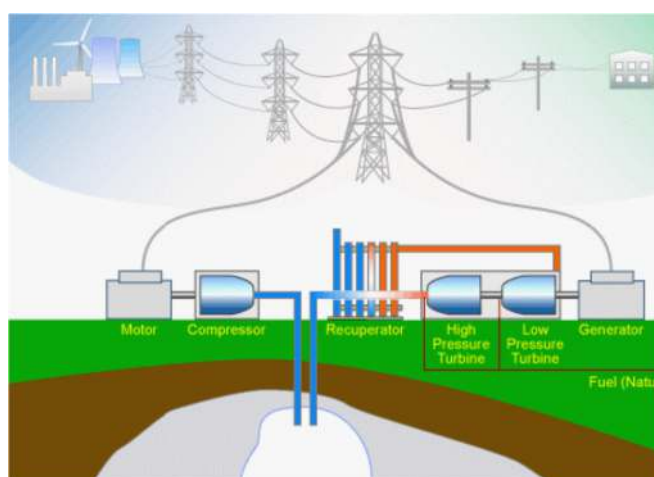


Fig. 6. Generic diagram of CAES operation

In this research, one set of 1000 kW CAES generators are considered to find out the most cost effective system. The main reason using CAES to fulfill the energy demand in peak hour at summer/rainy season and also meet the terms of backup

requirements. As CAES resource is available in prosperity, fuel cost is considered 32.76 BDT/m³. Here we use AirSim software to measure energy consumption for the compressor to compress air as a fuel for CAES. We can use electricity for running the compressor from grid and also from PV system. The main cost is considered for CAES cavern establishment and gas generator. To produce 1KW electricity from CAES,\$666 is required including plant cost and generator cost, i.e. about BDT 56000 is required in this purpose [8].

Table 6. CAES cost assumption and technical parameters

Parameter	Unit	Value
Capital Cost	BDT/KW	56000
Replacement Cost	BDT/KW	56000
Life time	Hours	1500
Natural Gas Cost	BDT/m ³	32.76



Fig. 7. Scheduling of CAES generator at peak hours

We used here 1764-hp rotary-screw single air compressors to provide compressed air for the plant. The activation pressures on the compressor were 110 psig and 100 psig. To estimate the expected savings, we simulate the performance of the compressor and calibrated it to the measured current draw using AirSim. The AirSim input screen is shown in figure 08 [18].

Fig. 8. AirSim input screen

In figure 09 shown the simulated current draw and system air pressure for the baseline condition. The compressor draws about 1500.5 A when loaded, 1000A when unloaded, and runs in auto-shut off mode for a few minutes during the middle of the period. The average simulated power draw of the interval is 1059.3 kW, which is the sme as the average measured current draw. Here we used 2764 gal cavern for compressed air as a fuel for CAES. [19]

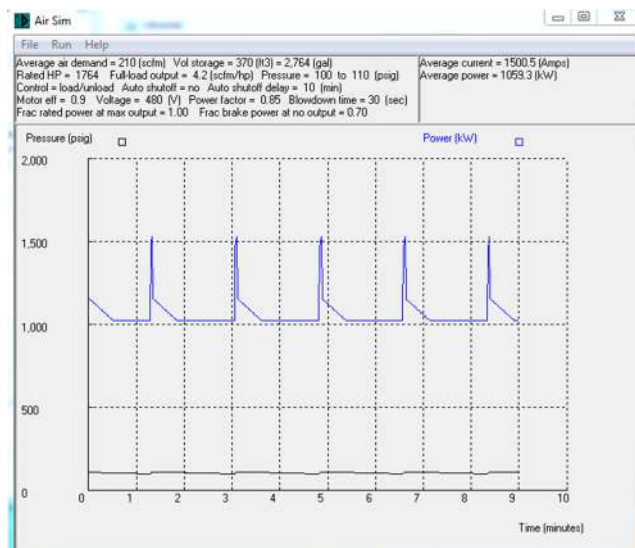


Fig. 9. AirSim output

3.5 DIESEL GENERATOR

In this research, We used here 7000 kW Diesel generator instead of grid for comparing to find out the most cost effective system. The diesel generator will use in peak hours and also meet the terms of backup requirements. Different costs and parameters are given in Table 07.

Table 7. Cost and parameter of Diesel generator

Parameter	Unit	Value
Cost of Capital	BDT/KW	15200
Cost of Replacement	BDT/KW	15200
Cost of Operating & Maintenance	BDT/KW	8.2
Lifetime	Hours	15000
Fuel Cost	BDT/L	64

4 COMPLETE MODEL OF HYBRID SYSTEM

In this paper, we designed the hybrid system consisting of Solar PV, CAES and Grid.. Here, solar photovoltaic panel is used as renewable resource. CAES is considered a hybrid generation/storage system because of the use of natural gas as fuel in the process. However, the natural gas input is much lower than with a conventional gas turbine. The hybrid system consists of electric loads, solar resources, Air resources, CAES resources and components such as PV, generator, Battery, and converter including grid connection. Figure-10 shows the Hybrid energy renewable system with grid-connected industrial area.

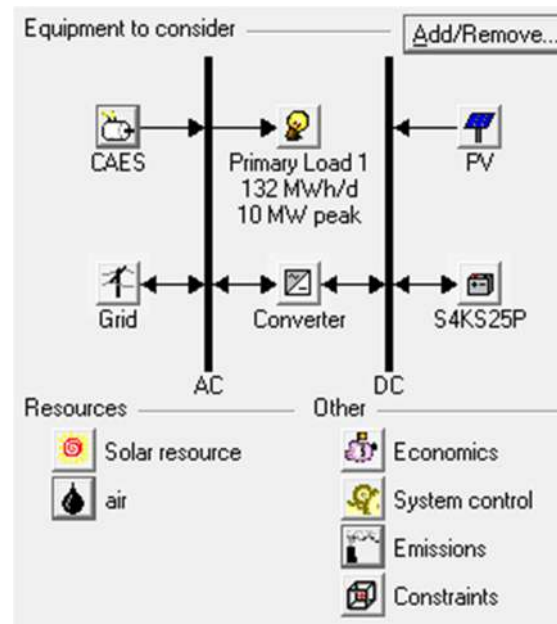


Fig. 10. Hybrid modeling configuration using HOMER

4.1 HYBRID SYSTEM METHODOLOGY

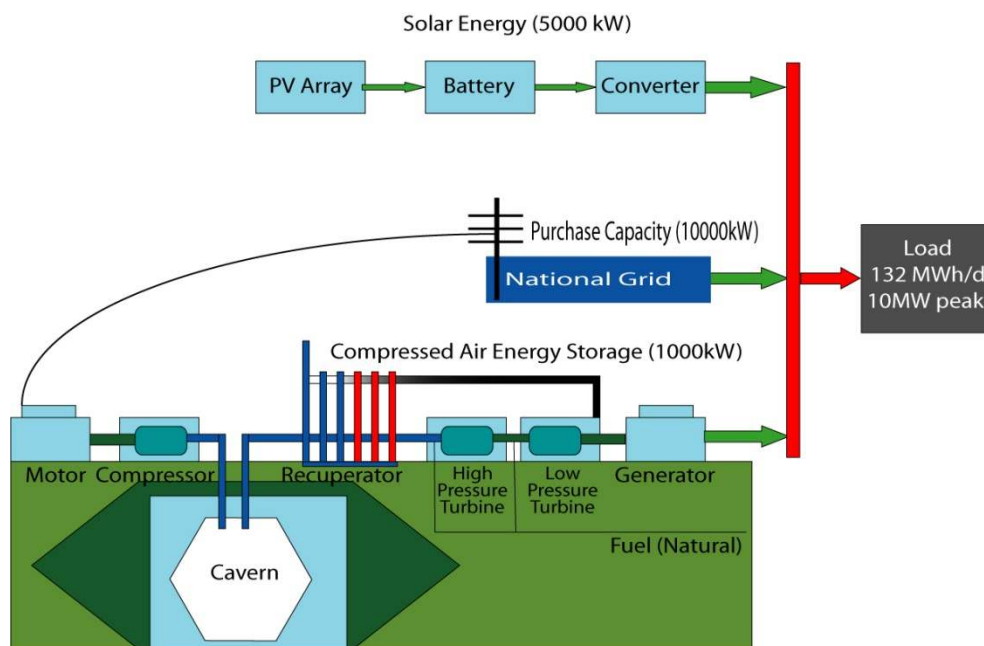


Fig. 11. Hybrid System 3D modeling

- Here we used grid connection which have the purchase capacity 10000kW. In Bangladesh most of the areas are grid connected now a days. But our production capacity cannot full fill the demand in peak time . The another problem is that most of feeder in rural areas are connected with the overhead line to the consumer and the feeder length is too long so that the voltage loss occurred . In Bangladesh most of the overhead line is lies on the forest and river side. So that it is not possible to provide electricity all the time in summer and rainy season because of heavy rain and storm though the power plant produced the electricity. On the other hand when the grid can full fill the demand of our proposed area than the extra production of electricity from PV system and CAES can contribute in national grid for full fill the demand in another area. This is our main aim for proposing this hybrid system.

- In this research, 5000 kW solar photovoltaic is used with CAES generation with grid connection for the establishment of a hybrid system. The sun shines on the solar panel generating DC electricity, with the help of Surrlette 4KS25P storage batteries we store this DC electricity. Converter converts the dc power to ac power. As, most of the home appliances are operated in ac, dc generation from the PV array is converted to ac following through a controller. In this, proposed system, 5000 kW converters are considered for optimum solution.
- CAES stores energy by using off-peak electricity to power a motor, which drives a compressor that compresses air into an underground reservoir. Energy is recaptured by expanding the compressed air through a high pressure air turbine (not a gas turbine), then mixing the exhaust from the high pressure turbine with natural gas, and finally firing the mixture in a low pressure natural gas turbine. Waste heat from the exit of the low pressure turbine is passed through a heat exchanger as the air comes out of the reservoir to preheat the compressed air and improve efficiency. The high pressure air turbine reduces technical risk by dropping the pressure of the air before mixing it with fuel, and without it the pressure in the cavern would have to be reduced to allow the low pressure gas turbine to operate reliably. In this research CAES we used only in peak hour its April to October when the BREB (Bangladesh Rural Electrification Board) cannot full fill the demand in rural area.

In this research, we also used Solar-CAES-diesel generator hybrid system instead of This hybrid system for comparing the results by using Homer.

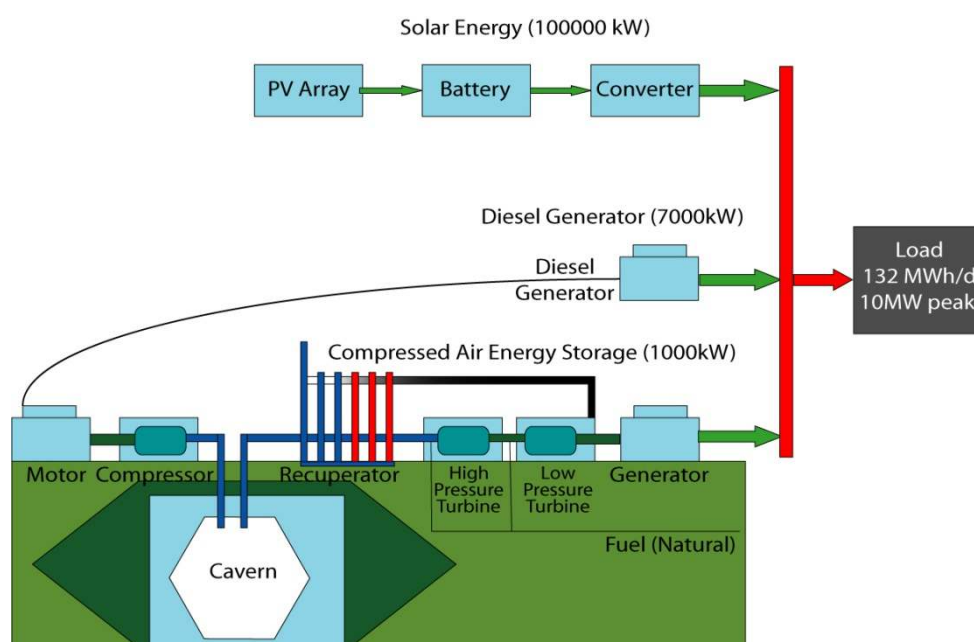


Fig. 12. Hybrid System with Diesel Generator

5 RESULTS & DISCUSSION

Day by day the conventional energy sources is decreasing. To support these conventional sources, renewable energy sources are only way to ensure continuous power supply and a green sustainable world for the people. In this study, an step has been taken to model a renewable energy generation system hybridized beside the power grid connection which will be cost effective and optimized.

It is the main target to get the hybrid energy generation model which costs the least per kWh or costs least NPC. After thousands of simulations, HOMER shows the hybrid configurations with respect to net present cost and cost/kWh.

6.1 ANALYSIS OF THE MODEL WITH CAES, PV & GRID

Using HOMER software the optimal system performance has been analyzed. Here we find the optimized result for specific solar irradiation 4.64 kWh/m²/d. The hybrid system consists of 5000 kW PV array, one 1000 kW CAES generator and 2000 storage batteries with 5000 kW converter is economically more feasible with a total net present cost (NPC) \$ 139,588,112 and minimum cost of energy (COE) of tk 19.068/kW (\$ 0.227). Optimized result is represented in figure 13. (1\$ = BDT 84tk)

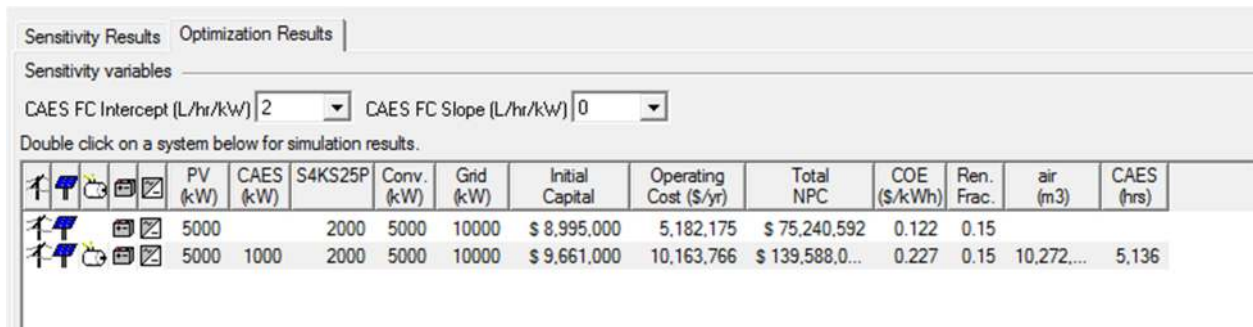


Fig. 13. Optimization result from HOMER

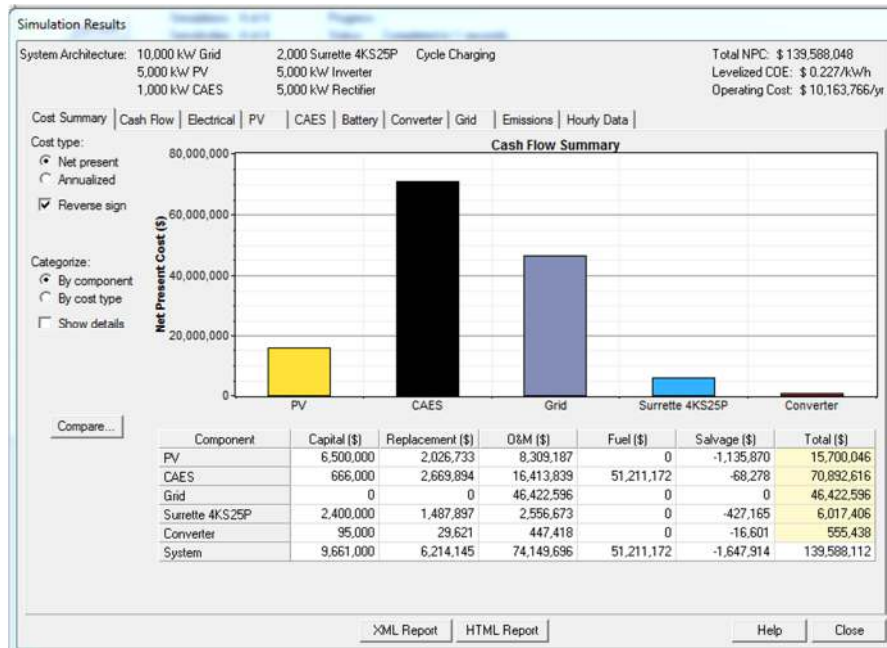


Fig. 14. Cost Summary from HOMER

From the figure 14 we find the cost summary of our proposed hybrid system. Here, we find that the capital cost of this project is \$ 9,661,000, Replacement cost \$ 6,214,154, operation and maintenance cost \$ 74,149,969, fuel cost \$ 51,211,172.



Fig. 15. Cash flow summary of hybrid system at HOMER



Fig. 16. Electrical Summary from HOMER

From the electrical summary we find that 74% electricity of this project is comes from Grid Purchases, 15% from PV array and 11% from CAES. From the summary we can say that this proposed hybrid system can fulfill our demand that the area Vannara, Kaliakair need for commercial uses smoothly without any disturbances throughout the year .

Here, after fulfilling all the demand in this project we have excess electricity which will we used for operating the compressor motor of CAES and we can also use grid power for compressor motor.

From the figure 17 we find the hourly data curves of Electrical load, CAES, PV array and Grid. From April to October the electrical demand is high but main problem is that at that time the BREB cannot provide electricity properly so that the industrial company cannot continue their production, as a result country and also company losing their profit. Because of that we use CAES in the time of April- October in this project for backup the PV array and Grid power.

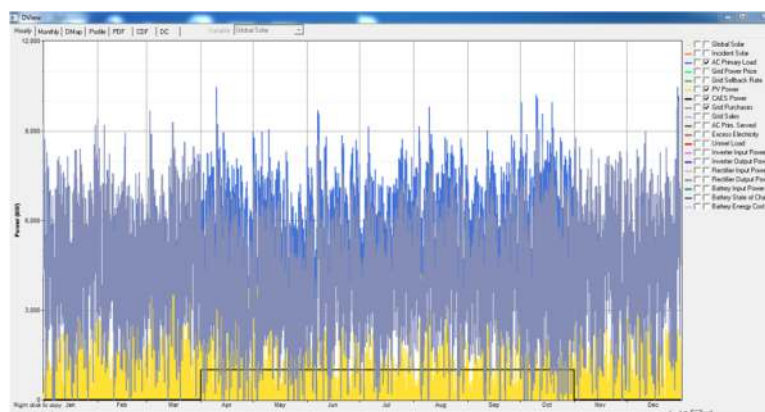


Fig. 17. Hourly Data from HOMER

6.2 ANALYSIS OF THE MODEL WITH DIESEL GENERATOR, PV & CAES

By using HOMER software here we find the optimized result. The optimized result is calculated for specific solar irradiation 4.64 kWh/m²/d. The hybrid system encompass of 100000 kW PV array, one 7000 kW Diesel generator and 2000 storage batteries with 5000 kW Converter and 1000 kW CAES Generator. From the figure 18 we find that net present cost (NPC) \$ 930,393,216 and minimum cost of energy (COE) of tk 127.26/kW (\$ 1.515). Optimized result is represented in figure 18. (1\$ = BDT 84tk)

Sensitivity Results

Optimization Results

Sensitivity variables

CAES FC Intercept (L/hr/kW)

2

CAES FC Slope (L/hr/kW)

0

Double click on a system below for simulation results.

Categorized

					PV (kW)	CAES (kW)	GEN (kW)	S4KS25P	Conv. (kW)	Initial Capital	Operating Cost (\$/yr)	Total NPC	COE (\$/kWh)	Ren. Frac.	Diesel (L)	air (m3)	CAES (hrs)	GEN (hrs)
					100...	1000	7000	25000	50...	\$ 167,950,...	55,790,680	\$ 881,142,1...	1.435	0.87	42,464,...			6,593
					100...	1000	7000	25000	50...	\$ 168,616,...	59,591,300	\$ 930,392,8...	1.515	0.86	40,542,...	10,272,...	5,136	6,324

Fig. 18. Optimization result from HOMER using Diesel generator

6.3 DISCUSSION

Here we designed 2 types of model using hybrid system and we find the optimized result through HOMER software. From figure 13 for using PV array, CAES and grid power we find the net present cost (NPC) \$ 139,588,112 and minimum cost of energy (COE) of tk 19.068/kW (\$ 0.227). From figure 18 for using PV array, CAES and diesel generator we find the net present cost (NPC) \$ 930,393,216 and minimum cost of energy (COE) of tk 127.26/kW (\$ 1.515). Comparing between these two models we find that using power grid is more cost effective then using diesel generator. Already the BREB has power grid line connection in vannara, Kaliakair upazilla, Gazipur area for providing electricity to the house hold and also industry. So it is easy to implement PV array, CAES and power grid hybrid system for BREB (Bangladesh Rural electrification board) to ensure the electricity in all the time for consumer and also national grid can use extra power after using this area by this hybrid system. . If we compare with our present condition of REB then we will be able to find that PV array-CAES- Grid connected hybrid system can keep major contribution in rural commercial electrification. We are doing this project BREB in vannara, kaliakair upazilla of gazipur district. In this rural area REB is not giving required demand for this area . So, we think that PV array-CAES- Grid connected hybrid system will be the most helpful electrical generation system for the rural area in Bangladesh.

7 CONCLUSION

Because of growing population and industrialization Bangladesh is running in the crisis zone of power shortage. We all know for power generation we are mostly dependent on natural gas. But this natural gas is decreasing day by day. With this natural gas we can go hardly 15-20 years. The prime minister the government of republic of Bangladesh Sheikh Hasina declared that all the area will under the electricity by 2021. So to meet this challenges govt. has taken many steps for producing electricity and also import electricity from abroad. But if we implement this type of hybrid system beside grid power then we can full fill our demand and also we can export electricity to the neighboring country. So, solar -CAES hybrid system beside grid connection is essential for rural commercial electrification.

In this paper for commercial electrification of rural area, a village named vannara in a remote district of gazipur is chosen. The potentiality of solar, CAES beside Grid power is analyzed. Then, based on this potential, a feasibility study for a model combination has been conducted. Considering manufacturing cost and efficiency the optimized hybrid system developed. The unit price of electricity of the proposed model is around BDT 19.068/kW (\$ 0.227)with a net present cost is around \$ 139,588,112. Though the proposed system is designed considering a commercial electrification of a rural area named vannara situated in Kaliakair Upazilla in Gazipur District, but the system can be implemented for any community or industry and any place in Bangladesh. Though the net investment is high considering the life time of project but considering its reasonable unit price it hopes that the proposed hybrid model will be commercially viable and it can be a guideline for fulfill the demand of electrification of other rural areas in Bangladesh.

8 FUTURE WORK

We should work on efficiency of compressor, caravan size of CAES and also work on efficiency of PV system .

ACKNOWLEDGEMENT

First of all we express our gratefulness to the Almighty, without His divine blessings, it would not be possible for us to complete this paper successfully. We offer our regards and blessings to all of those who supported us, our family, teachers, friends, relatives in any respect during the completion of the paper.

REFERENCES

- [1] Adnan Jamil, "Biogas and Cattle Organs: An Alternative Significant Source of Energy for Sustainable Development in Rural Bangladesh", Student Thesis, Institutional for livsvetenskaper, 2008.
- [2] Khairul Anam, Husnain-Al-Bustam "Power Crisis & Its Solution through Renewable Energy in Bangladesh", Department of Electrical & Electronic Engineering, Islamic University of Technology.
- [3] Hossain AK, Badr O. Prospects of renewable energy utilization for electricity generation in Bangladesh.
- [4] Wind integrated compressed air energy storage in colorado by Richard David Moutoux, BS university of virginia, 1999, MS university of virginia, 2004.
- [5] Islam MR, Islam MR, Beg MRA. Renewable energy resources and technologies practice in Bangladesh. Renewable & Sustainable Energy Reviews 2008;12: 299-343.
- [6] SSE, "Surface meteorology and Solar Energy, A renewable energy resource web site, sponsored by NASA's Earth Science Enterprise Program. <http://eosweb.larc.nasa.gov/sse>. Cited 29 May 2009.
- [7] Perspective Of Biodiesel & Solar Pv As A Combined Enewable Energy System For Rural Electrification Using Homer By Md. Sharafat Hossain, Ruhan Mahmud Shams, Mst. Rubinaaktar
- [8] Optimization Of Integrated Renewable Energy System – Micro Grid (Ires-Mg) - By Preety Mathema
- [9] R. Ramakumar, "Technical and socio-economic aspects of solar energy and rural development in rural area," Solar Energy, vol. 19, no. 6, pp. 643-647, 1977
- [10] R. Ramakumar, "Renewable energy sources and developing countries," IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, vol.PAS-102, no.2, pp.502-510, Feb. 1983
- [11] R. Ramakumar, "Energizing rural areas of developing countries using IRES," Proceedings of 31st Intersociety Energy Conversion Engineering Conference, vol.3, pp. 1536-1541, Aug. 1996
- [12] "Renewables 2011 global status report," Renewable Energy Policy Network for the 21st Century, Paris, France, 2011
- [13] M. S. Islam and T. Mondal, (2013) "Potentiality of Biomass Energy for Electricity Generation in Bangladesh." Asian Journal of Applied Science and Engineering, vol. 2, no. 2, pp.103
- [14] J. Waewask, M. Mani, P. Buaphet and P. Panichayunon, (2007) "A Biomass Gas Engine System for Power Generation of OTOP Building in Southern Thailand," International Conference on Clean Electrical Power, ICCEP '07, pp. 415-422.
- [15] M. R. Nouni, S. C. Mullick and T. C. Kandpal, (2007) "Biomass gasifier projects for decentralized power supply in India: A financial evaluation," Energy Policy, vol. 35, pp.1373
- [16] K. Q. Nguyen, (2005) "Long term optimization of energy supply and demand in Vietnam with reference to the potential of renewable energy," Germany: University of Oldenburg.
- [17] A. H. Mondal and M. Denich, (2010) "Hybrid system for decentralized power generation in Bangladesh," Energy for Sustainable Development;
- [18] Kissock, K., 2003, AirSim, compressed air system simulation software.
- [19] Compressed Air Challenge, 2002, "Fundamentals of Compressed Air Systems", U.S. Dept. of Energy, Office Industrial Technologies, www.oit.doe.gov/bestpractices/.



Mohammad Shajibul-Al-Rajib received his BSc. in Electrical and Electronic Engineering degree from the Department of Electrical and Electronic Engineering (EEE) of North South University of Bangladesh in 2013. He has fulfilled all the requirements for the degree of Master of Science in Electrical and Electronic Engineering (M.Sc.EEE) with a concentration in Communication from the Faculty of Engineering Department of American International University-Bangladesh (AIUB). Email : mdshajibul@gmail.com



Mr. Kazi Firoz Ahmed is an Assistant Professor at the Department of Electrical and Electronic Engineering of American International University-Bangladesh. He received his MSc. in Telecommunication Engineering from American International University-Bangladesh and BSc. in Electrical and Electronic Engineering from Islamic University of Technology, Bangladesh. His research Interest includes **renewable energy, power system, energy conversion devices, advance communication technology.**

Influence de techniques culturelles sur la production et le rendement de la patate douce à l'Est de la République Démocratique du Congo

[Influence of cultural technics on the production and the yield of the sweet potato in the East of the Democratic Republic of Congo]

SHABANI SALUMEMEBE, NZAMA DJAIMBU, MAFUFTALA NJADI, KALOME KABASEKO, and MAFUTALA TWAILO

Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomique - Mulungu (INERA), RD Congo

Copyright © 2018 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This work had initiated to value the influence of four (4) different techniques of plantation of the sweet potato and to identify the one or those that would improve the production of tubers while increasing the yield of production of the sweet potato. The survey has been driven according to a device of the blocks subdivided some under-parcels (split-contact) to 3 repetitions. The treatments were constituted of 4 different fashions of plantation notably, on billon, on mound, on board and to dish considered like witness. Two (2) varieties of sweet potato have been used. The results show that the yield of the sweet potato has been improved more meaningfully by the technique of billonnage until 97,4% either 14,62t / Ha against 8,8t / Ha for the buttage fluently used by most farmers. These results show that the agriculturist can adopt the technique of billonnage that is a permitting to increase the output while keeping the humidity of soil during a good period.

KEYWORDS: cultural techniques, sweet potato, yield.

RÉSUMÉ: Ce travail était initié dans but d'évaluer l'influence de quatre (4) différentes techniques de plantation de la patate douce et d'identifier celle ou ceux qui amélioreraient la production de tubercules tout en augmentant le rendement de production de la patate douce. L'étude a été conduite suivant un dispositif des blocs subdivisés en sous-parcelles (split-plot) à 3 répétitions. Les traitements étaient constitués de 4 différents modes de plantation notamment, sur billon, sur butte, sur planche et à plat considéré comme témoin. Deux (2) variétés de patate douce ont été utilisées. Les résultats obtenus montrent que le rendement de la patate douce a été plus significativement amélioré par la technique de billonnage jusqu'à 97,4 % soit 14,62t / Ha contre 8,8t / Ha pour le buttage couramment utilisé par la plupart de fermiers. Ces résultats montrent que l'agriculteur peut adopter la technique de billonnage qui est une permettant d'accroître le rendement en gardant l'humidité du sol pendant une bonne période.

MOTS-CLEFS: techniques culturelles, patate douce, rendement.

1 INTRODUCTION

La patate douce est une plante à tubercule, cultivée pour l'alimentation de l'homme et des animaux [1]. Elle couvre bien le sol avec son feuillage abondant et ses longues tiges; elle aide donc à protéger le sol contre l'érosion [2]. Les feuilles de patate douce sont de très bons légumes. Les variétés de patate douce à chair orange son triches en vitamine A [3]. La consommation de patate douce aiderait à prévenir certains cancers [4]. Elle est deux fois plus riche en bêta-carotène que la carotte. Sa richesse en vitamines et minéraux serait salubre en cas d'hypertension et de diabète.

Riche en amidon, sa teneur élevée en fibres lui confère un index glycémique très bas comparé à celui de la pomme de terre. Cette propriété fait que la patate douce est une source de glucides, parfaites pour les personnes qui essaient de perdre du poids [5-6].

En plus de la grande quantité de fibres alimentaires qu'elle renferme, la patate douce contient de nombreux micronutriments antioxydants, de la vitamine C, du Zinc, du potassium, du magnésium, du fer, de la vitamine A et plusieurs vitamines du groupe B [7].

La patate douce est tellement riche en bêta-carotène que certains pays dont les populations souffrent de carences en vitamine A, pensent l'utiliser comme un alicament [8].

La plantation peut se faire à plat, sur buttes ou sur billons aux écartements de 100 cm x 30cm, soit une densité de 33000 plants/ha ; un labour profond est nécessaire si la plantation se fait à plat. Mais pour avoir un bon rendement, la plantation sur billons ou sur buttes est favorable [9-11].

Cependant, le rendement de cette culture est influencé par certaines techniques culturales telles que : le billonnage, le buttage, la plantation sur planche et à plat pratiquée[12]. Le billonnage offre un avantage de contenir les herbes sèches coupées lors de l'ouverture du terrain et sur lesquelles on ajoute de la terre labourée lors de l'aménagement des billons et permet de fertiliser ces derniers. Cette technique permet d'augmenter le rendement en tubercules et arachide [13-14]. En outre, le billonnage et surtout le buttage doivent être pratiqués avec discernement en tenant compte de la pente du terrain pour éviter l'érosion et permettre la conservation du sol[15-16].

Le présent travail a été entrepris en vue d'évaluer les rendements de la patate douce selon les différentes modes de plantations et de déterminer la meilleur ou les meilleures à recommander aux producteurs.

2 MÉTHODOLOGIE

L'essai a été conduit durant 2 saisons (2016B et 2017 A) à Mulungu site de CIRUMBI en territoire de KABARE. La zone appartient au climat tropical humide à 2 saisons (AW3 de Koppen 1936) avec une température moyenne annuelle de 19°C. Elle est tempérée par son altitude. La durée de la saison pluvieuse est de 9 mois (Septembre-mai) et 3 mois de saisons sèche (Juin - Août). La moyenne annuelle de pluie est 1750mm et la température moyenne annuelle est de 18 à 20°C au mieux 19°C. L'humidité relative varie de 70 à 80 %. Le sol de la région est un ferrisol à très faible teneur en matière organique et le rapport C/N est aussi très faible, il est souvent acide à teneur élevée en aluminium échangeable [17].

Les attributs caractéristiques de site de l'essai sont présentés dans le **Tableau 1**.

Caractéristiques	Site
	MULUNGU
Altitude (m)	1750
Pluie moyenne annuelle (mm)	1650
Température moyenne annuelle	19°C
Humidité relative	74
Pente de terrain	2
Types de sol	SMAG
pH (eau) moyen	5,9
Précédents cultural	Haricot et maïs

Légende : SMAG : sols marais à argiles gonflantes

Source : Centre de recherche INERA MULUNGU, station pédoclimatique de MULUNGU

- Complexe échangeable (még/100g de sol)

- Acidité d'échange (még/100g)

L'analyse chimique du sol de Cirumbi reprend quelques propriétés telles que contenues dans le **Tableau 2**

Tableau 2 : Quelques propriétés chimiques du sol de (CIRUMBI) à Mulungu

Valeurs	Analyses chimiques
pH (H ₂ O)	5,3
pH (KCl)	4,1
%C	2,07
%N	0,3
C/N	6,9
P (mg/Kg)	<1
Ca	2,65
Mg	0,16
K	0,06
Na	0,04
Al	2,65
H	0,56

Source : [18]

Tableau 3 : Pluviométries en mm

Mois	Pluviométrie (mm)		Nombre de jours de pluie	
	Saison B 2016	Saison A 2017	Saison B 2016	Saison A 2017
Janvier	248,7	72,7	12	14
Février	152,9	123,7	14	13
Mars	271,1	261,4	14	16
Avril	166,9	111,4	20	14
Mai	64,4	39,6	09	07
Juin	2,7	10,2	01	02
Juillet	29,2	29,0	03	03
Aout	37,2	29,0	02	03
Septembre	119,3	206,7	09	16
Novembre	156,6	228,1	15	18
Octobre	184,9	197,3	18	13
Décembre	110,5	202,8	12	08
Total	1544,4	1486	129	127

Source : [19]

3 RÉSULTATS

Il ressort des résultats repris dans le **Tableau 4** que le nombre de tubercules varie suivant les différentes techniques culturales utilisées et les saisons culturales. Ainsi le nombre de gros tubercule ont augmenté significativement en fonction de techniques utilisées. Il est de 75 pour la technique de billonnage, 50 pour la technique de buttage et 36 pour la plantation à plat et sur planche en saison A. pour la saison B il n'y a pas de différence significative entre le nombre de tubercule obtenu par les différentes techniques. L'observation qui en découle est telle que la patate douce est une culture exigeante en eau. Alors que la saison B 2016 pendant laquelle l'expérimentation a été menée tombe moins de pluies par rapport à la saison A 2017 qui est une saison pluvieuse dans la région.

Tableau 4 : Nombre moyen de gros tubercules tel que influencé par les techniques culturales par saison

Traitements	Saison A	Saison B
Billon	75a	45 a
Butte	50 b	42 a
Plat	36 c	39 a
Planche	36 c	33 a
Lsd	8, 04	16,69
P	0,05	0,05

Les résultats repris dans le tableau 4 montrent que une différence significative existe la technique billonnage et celle effectuée par butte. Par contre, aucune différence n'a été observée entre les plantations faite à plat et sur planche.

Par ailleurs, en saison B, les résultats obtenus ne présentent aucune différence significative entre les différentes techniques culturales. Ceci pourrait s'expliquer par la faible pluviométrie observée en saison B à partir du mois de janvier jusqu'en juin (saison B) par rapport à la saison A qui commence de juillet jusqu'à novembre et qui est la grande saison des pluies. Donc ceci prouve que la patate douce a besoin d'une grande quantité d'eau pour la production de produits utiles, les tubercules.

Il se dégage des résultats repris dans le **Tableau 5** que la quantité de tubercules varie en fonction de variété pendant la saison A. Ainsi, le nombre de gros tubercules ont augmenté significativement en fonction de variétés utilisées. Il est de 59 pour la variété ELENGI et 40 pour la variété MUGANDE au courant de cette saison A. Par contre pour la saison B il n'y a pas de différence significative entre le nombre de gros tubercules obtenu pour les 2 variétés. L'observation qui en découle est telle que la patate douce est une culture exigeante en eau. Alors que la saison B 2016 pendant laquelle l'expérimentation a été menée tombe moins de pluies par rapport à la saison A 2017 qui est une saison pluvieuse dans la région.

Tableau 5 : Nombre moyen de gros tubercules tel que influencé par les variétés

Traitements	Saison A	Saison B
ELENGI	59 a	42 a
MUGANDE	40 b	37 a
Lsd	9,57	33,79
P	0,05	0,05

Les résultats repris dans le tableau 5 montrent une différence significative entre les deux variétés en terme de nombre des gros tubercules. La variété ELENGI présente une supériorité allant jusqu'à 45% par rapport à MUGANDE pour la saison A.

Par contre, aucune différence significative n'a été observée entre les deux variétés pour la saison B. Ceci à cause de la carence en précipitations pendant cette saison dans la région.

Il ressort des résultats repris dans le **Tableau 6** que le nombre de petits tubercules varie suivant les différentes techniques culturales utilisées en saison culturelle A. Ainsi, le nombre de petits tubercules a augmenté significativement en fonction de techniques utilisées. Il est de 30 pour la technique de billonnage, 18 pour la plantation à plat et 17 sur planche en saison A. pour la saison B il n'y a pas de différence significative entre le nombre de petits tubercule obtenu par les différentes techniques. L'observation qui en découle est telle que la patate douce est une culture exigeante en eau. Alors que la saison B 2016 pendant laquelle l'expérimentation a été menée tombe moins de pluies par rapport à la saison A 2017 qui est une saison pluvieuse dans la région.

Tableau 6 : Nombre moyen de petits tubercules tel que influencé par les techniques culturales par saison

Traitements	Saison A	Saison B
Billon	60 a	41 a
Butte	53ab	29 ab
Plat	36 b	29 ab
Planche	35 b	25 b
Lsd	21,35	14,36
P	0,05	0,05

Les résultats repris dans le tableau 6 montrent que une différence significative existe entre la technique billonnage et celle effectuée à. Par con plat et en planche, alors qu'aucune différence n'a été observée entre les plantations faite sur billon et sur butte. Aussi, pendant la saison A il n'y a pas eu de différence significative entre la plantation à plat et en planche.

Par ailleurs, en saison B, les résultats obtenus ne présentent aucune différence significative entre les différentes techniques culturales. Ceci pourrait s'expliquer par la faible pluviométrie observée en saison B à partir du mois de janvier jusqu'en juin (saison B) par rapport à la saison A qui commence de juillet jusqu'à novembre et qui est la grande saison des pluies. Donc ceci prouve que la patate douce a besoin d'une grande quantité d'eau pour la production de produits utiles, les tubercules.

Il se dégage des résultats repris dans le **Tableau 5** que la quantité de tubercules varie en fonction de variété pendant la saison A. Ainsi, le nombre de gros tubercules ont augmenté significativement en fonction de variétés utilisées. Il est de 28 pour

la variété ELENGI et 18 pour la variété MUGANDE au courant de cette saison A. Par contre pour la saison B il n'y a pas de différence significative entre le nombre de petits tubercules obtenu pour les 2 variétés. L'observation qui en découle est telle que la patate douce est une culture exigeante en eau. Alors que la saison B 2016 pendant laquelle l'expérimentation a été menée tombe moins de pluies par rapport à la saison A 2017 qui est une saison pluvieuse dans la région.

Tableau 7 : Nombre moyen de petits tubercules tel que influencé par les variétés

Traitements	Saison A	Saison B
ELENGI	56 a	32a
MUGANDE	36 b	30a
Lsd	11,96	13,96
P	0,05	0,05

Les résultats repris dans le tableau 7 montrent une différence significative entre les moyennes de 2 variétés en petits tubercules pendant la saison A ; 28 pour la variété ELENGI et 18 pour la variété MUGANDE. Par contre aucune différence significative n'existe entre les moyennes de petits tubercules en terme de nombre pour la saison B. Ceci à cause toujours de la carence en précipitations pendant cette saison dans la région.

Il ressort des résultats repris dans le **Tableau 8** qu'une différence significative existe entre les moyennes de poids de gros tubercules dont la plantation a été effectuée sur billon et celle effectuée sur butte en saison A. Tandis que en saison B il n'y a pas de différence significative entre les 2 pratiques culturales billon et butte. Toutefois, pendant cette saison B elle est observée entre le billonnage et celle en planche.

Tableau 8 : Poids moyen de gros tubercules T/ha tel que influencé par les techniques culturales

Traitements	Poids moyen Gros tubercules (T/ha)	
	Saison A	Saison B
Billon	14,62 a	4,4a
Butte	8,8b	4,2ab
Plat	5,5c	4,4 ab
Planche	5,5c	3,6 b
Lsd	1,62	0,67
P	0,05	0,05

Il ressort des résultats repris dans le tableau 8 qu'une différence significative existe entre les moyennes de poids de tubercules dont la plantation a été effectuée sur billon et celle effectuée sur butte. Et une et une différence hautement significative existe entre la plantation effectuée sur billon et celles effectuées sur planche et à plat.

En saison B, la plantation effectuée sur billon et à plat ont présenté la même tendance et la même tendance se présente également pour les plantations effectuées sur butte, planche et à plat.

Il ressort des résultats repris dans le tableau 9 qu'une différence significative s'observe entre les deux variétés en terme de poids.

La variété ELENGI présente une supériorité allant jusqu'à 66,2% par rapport à la variété MUGANDE 33,8%.

Par contre en saison B, aucune différence significative n'existe entre les deux variétés.

Ceci pourrait se justifier par la diminution des précipitations pendant cette saison.

Tableau 9 : Poids moyen de gros tubercules T/ha tel que influencé par les variétés

Traitements	Saison A	Saison B
ELENGI	10,7a	5a
MUGANDE	6,1b	3,3a
Lsd	2,17	2,22
P	0,05	0,05

Les résultats repris dans le tableau 9 montrent une différence significative entre les moyennes de 2 variétés en poids de gros tubercules pendant la saison A 63,69% pour la variété ELENGI et 36,31% pour la variété MUGANDE. Par contre, il n'y a pas de différence significative qui est observée pendant la saison B pour les deux variétés.

4 DISCUSSION

Tel que montrent les résultats obtenus en fonction des différents traitements ou pratiques culturales. Un effet très positif de la technique de plantation sur billon a été observé. [20] a montré un effet positif de billonnage améliorant le rendement de la patate douce par rapport aux autres. Un autre paramètre qui a été significativement amélioré c'est le poids des tubercules, la technique de billonnage a permis l'obtention d'un nombre élevé de gros tubercules de patate douce par rapport aux techniques utilisées. Nombreux auteurs ont aussi remarqué la performance de la technique de billonnage en augmentant significativement le rendement de la pomme de terre [21].

5 CONCLUSION

Cet essai s'écrivait dans le but d'évaluer les rendements de deux variétés de la patate douce (Elengi et Mugande) en fonction de 4 techniques culturales. Les résultats obtenus ont montré un effet positif sur le rendement de la variété ELENGI avec la pratique de billonnage. La différence non significative existe entre les rendements pendant la saison, qui présente une perturbation des précipitations dans la région actuellement. Par ailleurs, la même technique s'est révélée performante avec une différence significative sur la production de poids de gros tubercules pour la variété Elengi par rapport à la variété Mugande. Ces résultats montrent que l'agriculteur peut adopter la technique de billonnage qui est une permettant d'accroître le rendement en gardant l'humidité du sol pendant une bonne période.

6 REFERENCES

- [1] K. bulambo at. al, transformation de la patate douce à chair orange pour combattre la malnutrition, cahiers du SERUKI, pp 117, 2009.
- [2] Techniques culturales de la patate douce, programme de la relance de la recherche Agricole et Forestière en République Démocratique du Congo (REAFOR), 2007.
- [3] La patate douce, pp 13, 1990. <http://www.fao.org/wairdoc>
- [4] K. bulambo at. al, transformation de la patate douce à chair orange pour combattre la malnutrition, cahiers du SERUKI, pp 117, 2009.
- [5] Tout savoir sur les patates douces, 2010. <https://www.espace-musculation.com/patate-douce>
- [6] M.feruzi at.al, caractérisation des cultivars de patate douce (*ipomoeabatatas*) dont les feuilles sont consommées en République Démocratique du Congo, 2002. Inédit.
- [7] Espace-Musculation, 2010. <https://www.espace-musculation>
- [8] Culture sur buttes, 13 octobre, 2006. <https://senshumus>.
- [9] P. olivier, *étude et Gestion des Sols*, pp 53-61, 2006. https://fr.wikipedia.org/wiki/Culture_sur_billons
- [10] E.Mollard et.al, *Agricultures singulières, Riziculture en bas – fonds et aménagement des versants dans les hautes terres malgaches*, 2008.
- [11] A. ARRUFAT et. Al, patate douce, itinéraire technique, 2015.
- [12] Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA transfert de technologie en Agriculture MADER/DERD, 2003.
- [13] P. vernier, culture de la patate douce. *Agriculture et développement* n°3, août, 1994.
- [14] Le « champ-école paysan » augmente la production agricole, 24 avril, 2014. <https://kolweziinfo.over>
- [15] La technique de la culture sur billons...méthode de conservation du sol. <https://actionbillon>
- [16] R. COMPERE, bulletin agricole du Congo Belge. INEAC, 1959.
- [17] Rapport annuel de laboratoire de pédologie de MULUNGU, 2016.
- [18] Rapport annuel de laboratoire de pédologie de MULUNGU, pp 22, 2017. Inédit.
- [19] Boissière, technique et usages du billon chez les yali de Papouasie occidentale, pp 2676-268, 2003.
- [20] trois méthodes pour butter la pomme de terre, 2006. <https://mantis.fr>.

Inventaire d'Aménagement Forestier dans la Réserve Forestière de Yoko, Territoire d'Ubundu en Province Orientale, RD Congo

[Inventory of forest development within Yoko forest reserve, Ubundu country, Eastern State, DR Congo]

Masheka Bahige Freddy¹, Somue Mulamba², Asumani Angbonda³, BEGAA Yendjoli⁴, and Olonga Kwesse⁵

¹Chercheur, Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques (INERA-Mulungu), RD Congo

²Chercheur, Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques (INERA- Ngadajika), RD Congo

³Assistant, Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani, RD Congo

⁴Chercheur, Organisation Concertée des amis de la nature (Ocean), RD Congo

⁵Assistant, Institut Facultaire Agronomique (IFA/Yangambi), RD Congo

Copyright © 2018 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 was aimed to feature the forest ecosystem of the reserve from the stand point of its floristic composition, to examine the diversity and to carry out the measurement of the "DBH" of trees. The survey carried on a sample hectare has led to the following records:

The most represented families in terms of number of species are: Fabaceae 23,5%, Myristicaceae 11,5%, Euphorbiaceae 10,5%, Sterculiaceae 8,3%, Meliaceae 6,4%. The total ground surface is 39,13m²/hectare, 409 stems of trees of DBH ≥ 10 cm censused as belonging to 108 different species regrouped into 38 botanical families. The highest relative diversity has been observed among the families of fabaceae (14,8% of species) and meliaceae (9,3% of species).

KEYWORDS: inventory, forest management, forest reserve.

RÉSUMÉ: L'étude avait pour objectifs de caractériser l'écosystème forestier de la Réserve de Yoko du point de vue de la composition floristique, d'analyser la diversité et de procéder au mesurage du DBH des arbres. Le Relevé d'un hectare pris comme échantillon a abouti aux résultats ci-après : *Les familles les plus représentées en nombre d'espèces* sont: Fabaceae 23,5%, Myristicaceae 11,5%, Euphorbiaceae 10,5%, Sterculiaceae 8,3%, Meliaceae 6,4%. *La surface terrière totale* est de 39,13m²/hectare, 409 tiges d'arbres à dbh ≥ 10 cm recensées appartenant à 108 espèces différentes et regroupées en 38 familles botaniques. La diversité relative la plus élevée a été observée chez les familles des Fabaceae 14,8% d'espèces et des Meliaceae 9,3%.

MOTS-CLEFS: inventaire, aménagement forestier, réserve forestière.

1 INTRODUCTION

La République Démocratique du Congo abrite la deuxième vaste forêt tropicale de la planète avec 145 millions d'hectares regorgeant une biodiversité exceptionnelle (CIFOR, 2007, p 24). Ses espèces végétales jouent un rôle considérable dans le maintien de l'équilibre écologique au niveau local et global et contribue à la lutte contre le réchauffement climatique. La faune sauvage et la flore des forêts de la RD Congo en général et celle de la Réserve de Yoko en particulier sont confrontées à une forte pression par les populations riveraines, à leurs actions s'ajoutent celles des sociétés d'exploitation forestières qui détruisent la forêt et ses écosystèmes du fait du non-respect par eux, des normes en matière d'aménagement forestier.

Parmi ces actions néfastes sur la biodiversité citons : l'agriculture itinérante sur brûlis, le braconnage, l'exploitation du bois d'œuvre, de feu et de construction et la surexploitation des produits forestier non ligneux (Pfnl).

Des problèmes de gestion et de conservation se posent, car des nombreuses espèces végétales et animales risquent de disparaître avant qu'elles ne soient connues et décrites. C'est pourquoi des inventaires forestières sont nécessaires dans le cadre d'Aménagement forestier afin de préserver les ressources forestières de tout gaspillage et d'en assurer une utilisation durable.

L'étude a été menée en 2009 et est partie de l'hypothèse selon laquelle, la Réserve Forestière de Yoko serait riche en biodiversité végétale et en essences forestières en âge d'exploitation.

Elle avait pour objectifs de caractériser l'écosystème forestier de la Réserve du point de vue de la composition floristique, d'analyser la diversité floristique et structurale de la Réserve ; de présenter la distribution spatiale des espèces, et de procéder au marquage et au mesurage du DBH des arbres (diamètre à hauteur de la poitrine ou à 1,30m du sol).

Comme intérêt de l'étude, la connaissance de ces différents paramètres sur la réserve de Yoko pourrait relever la recherche forestière et améliorer la gestion et l'aménagement durable des ressources forestières en Province orientale en particulier et en RD Congo en général.

2 BREVE PRESENTATION DE LA RESERVE FORESTIERE DE YOKO

STATUT JURIDIQUE

La Réserve Forestière de la YOKO a été érigée en forêt domaniale par l'ordonnance n°52/104 du 28 février 1959, elle couvre une superficie de 6.975 hectares (Division provinciale de l'environnement, 2008). Cette Réserve est une propriété privée de l'Institut Congolais pour la Conservation de la Nature (ICCN) conformément à l'ordonnance loi n°75-023 de Juillet 1975 portant création d'une entreprise publique de l'Etat chargé de gérer les institutions publiques environnementales, modifiée et complétée par l'ordonnance-loi n° 78-190 du 05 Mai 1988. Localement la Réserve est gérée par la Division Provinciale de l'environnement qui a placé dans celle-ci huit agents de l'Etat sous-statut pour la supervision et la garde (dont sept basés au village KISESA (au Point Km 25) et un au village BABOGOMBE (au Point Km 32).

SITUATION GÉOGRAPHIQUE

La Réserve Forestière de Yoko est située sur la route Kisangani – Ubundu, du point Km 21 au point km 38 (sur une distance de 17 km) dans la Collectivité – Chefferie des Bakumu – Mangongo, Territoire d'Ubundu, dans le District de la Tshopo en Province Orientale, République Démocratique du Congo.

Elle est limitée au Nord, par la ville de Kisangani et les forêts perturbées, au Sud et à l'Est par la rivière Biaro qui forme une demi-boucle en suivant cette direction, à l'Ouest par la voie ferrée et la route Kisangani-Ubundu le long de laquelle elle se prolonge des points kilométriques 21 à 38 (LOMBA B. 2007 & NDJELE, 1998).

Elle est baignée par la rivière Yoko, qui la subdivise en deux parties, dont la Réserve Nord avec 3370 hectares et la Réserve Sud avec 3605 hectares, soit une superficie totale de 6.975 hectares.

La Réserve Forestière de Yoko a pour coordonnées géographiques : Latitude Nord : 00°29'40,2'', Longitude Est: 25° 90,6'' et l'altitude : 435m (Source : coordonnées géographiques relevées sur le terrain avec le GPS par l'équipe des chercheurs).



Fig. 1. Carte de la Réserve de Yoko

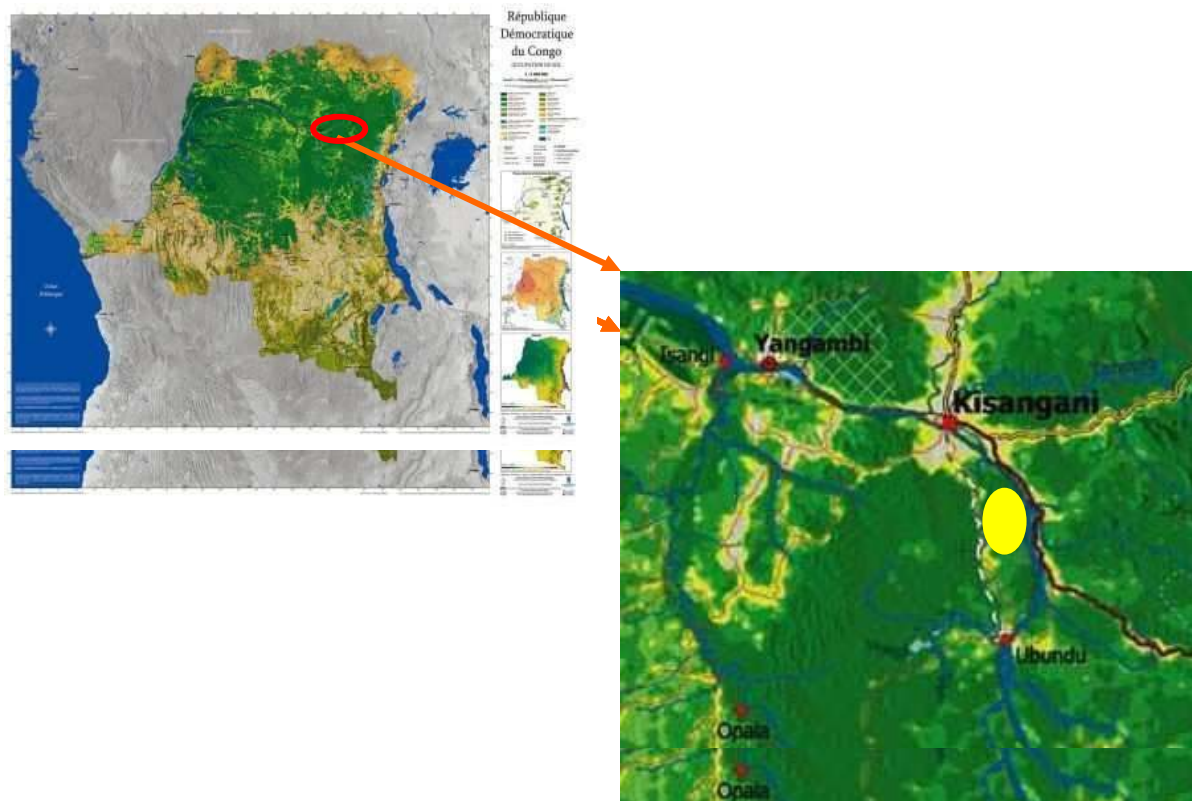


Fig. 2. Carte de la RD Congo, Ville de Kisangani et Géo localisation de la Réserve forestière de Yoko (en petit cercle jaune)
(Source: Vancustem, 2006 citée par Kumba, 2007)

CARACTÉRISTIQUES CLIMATIQUES

En tenant compte des irrégularités dans le prélèvement des données climatiques de la réserve et en suivant sa situation à la périphérie de Kisangani (située à une distance de 32Km), la réserve de Yoko bénéficie globalement du climat régional de la ville de Kisangani type Af, de la classification de KÖPPEN (IFUTA, 1993).

Ce climat est caractérisé par :

- La moyenne des températures du mois le plus froid supérieure à 18°C ;
- L'amplitude thermique annuelle faible (inférieur à 5°C) ;
- La moyenne des précipitations du mois le plus sec oscillant autour de 60 mm.

Cependant, la réserve forestière de Yoko présente quelques petites variations microclimatiques dues à une couverture végétale plus importante et au réseau hydrographique très dense.

Les moyennes mensuelles des températures, de l'humidité de l'air et des précipitations mensuelles s'associent aux données climatiques de Kisangani prélevées à la Station Météorologique de Bangboka.

La Température : Les variations des températures de l'air oscillent entre 22,4°C et 26°C avec une moyenne de 24,5°C.

Les précipitations : La moyenne mensuelle des précipitations est de 161,06mm des pluies (Min : 120,1, Max: 214,3) soit une moyenne annuelle de 1932,72mm des pluies

L'Humidité : La moyenne annuelle de l'humidité de l'air varie entre 81,6% et 86,8% (SOKI, 1994).

L'Insolation : L'insolation relative de la région oscille entre 42 et 45% dans l'atmosphère surmontant les forêts de l'Est de la République Démocratique du Congo. Le maximum se situe en janvier – février et le minimum est observé en Août (DEVRED cité par SOKI, 1994).

SOL DE LA RÉSERVE DE YOKO

La réserve forestière de Yoko a un sol présentant les mêmes caractéristiques reconnues aux sols de la Cuvette Centrale congolaise. Ce sol est rouge ocre, avec un faible rapport silice-sesquioxyde de la fraction argileuse, une faible capacité d'échange cationique de la fraction minérale, une teneur en minéraux primaires faibles, une faible activité de l'argile, une faible teneur en éléments solubles et une assez bonne stabilité des agrégats.

LES FACTEURS BIOTIQUES

La Chorologie : La réserve forestière de Yoko étudiée se trouve dans la chorologie de l'ensemble du District de la Tshopo (NDJELE, 1988) :

- District Centro-oriental de la Maïko ;
- Secteur Forestier Central de DEWILDEMAN (1913) ;
- Domaine Congolais (WHITE, 1979) ;
- Région Guinéo-congolaise (WHITE, 1993).

La Végétation : le cadre phytosociologique de la réserve est défini comme suit :

La végétation de la partie nord fait partie de groupe des forêts mésophiles sempervirentes à *Gilletiodendron mildbraedii*, (Harms) Vermeesen, de l'alliance *Oxystigmo-Scorodophleion*, ordre des *Gilbertiodendretalia dewevrei* et de la classe des *Strombosio-Parinarietea* ;

La partie sud de la réserve appartient au type des forêts mésophiles sempervirentes à *Scorodophloeus zenkeri*, (Harms), à l'alliance *Oxystigmo-Scorodophleion*, à l'ordre des *Piptadenio-Celtidetalia* et à la classe *Strombosio-Parinarietea* (Lebrun & Gilbert, 1954).

3 MATERIEL ET METHODES

MATÉRIELS

Les matériels utilisés au cours de l'étude sont les suivants : une machette pour dégager les layons, couper les piquets, un penta décimètre pour délimiter un hectare pris comme échantillon, en quatre parcelles de 25 ares chacune, un GPS pour relever les coordonnées géographiques (Longitude, Latitude et l'altitude) du site, Un mètre ruban pour mesurer le DBH (Diamètre de l'arbre à hauteur de la poitrine ou à 1,30m du sol), de la peinture à huile plus pinceaux pour le marquage des arbres et fiches pour l'enregistrement des données.

MÉTHODES

Pour réaliser la présente étude nous avons fait recours aux méthodes d'inventaire ci-après : la méthode de Layonnage et de Transect, la délimitation d'un hectare de la Réserve Forestière en 4 parcelles de 25 ares chacune sur une superficie de 6.975 ha, la méthode d'inventaire consistant à positionner les arbres sur les axes X, Y, l'Inventaire et comptage des arbres à DBH $\geq$ à 30 cm et des arbustes à DBH $\geq$ 10 cm, le marquage des arbres et mesure du DBH (LEJOLY J et LUBINI A. C. 2008), l'analyse des données et l'interprétation des résultats.

4 RESULTATS DE L'ETUDE

Dans cette partie de l'étude, nous traitons les données obtenues sur la surface d'un hectare pris comme échantillon, sur laquelle nous avons recensé 409 tiges d'arbres à dbh $\geq$ 10 cm appartenant à 108 espèces différentes et regroupées en 38 familles botaniques (Classification APG II) ;

ANALYSE QUANTITATIVE GLOBALE DES DONNÉES DE L'INVENTAIRE FORESTIER (DBH $\geq$ 10 CM)

1° Les espèces d'arbres les plus représentées en termes de nombre de pieds à l'hectare sont respectivement *Scorodophloeus zenkeri* HARMS (28 pieds soit 6,9%), *Cola griseiflora* DE WILD. (27 pieds soit 6,6%), *Gilbertiodendron dewevrei* HARMS (26 pieds soit 6,4%), *Cleistanthus mildbraedii* JABL. (24 pieds soit 5,9%), *Panda oleosa* PIERRE (14 pieds soit 3,4%), *Staudtia kamerunensis* L. (14 pieds soit 3,4%), *Prioria balsamifera* VERMOESEN (14 pieds soit 3,4%), *Anonidium manii* OLIV., ENGL&DIELS (13 pieds soit 3,2%), *Diogoa zenkeri* ENGL.(12 pieds soit 2,9%), *Prioria oxyphylla*, HARMS (11 pieds soit 2,7%). Les dix premières espèces les plus représentées dans la Réserve donnent un total de 183 pieds soit 44,9%.

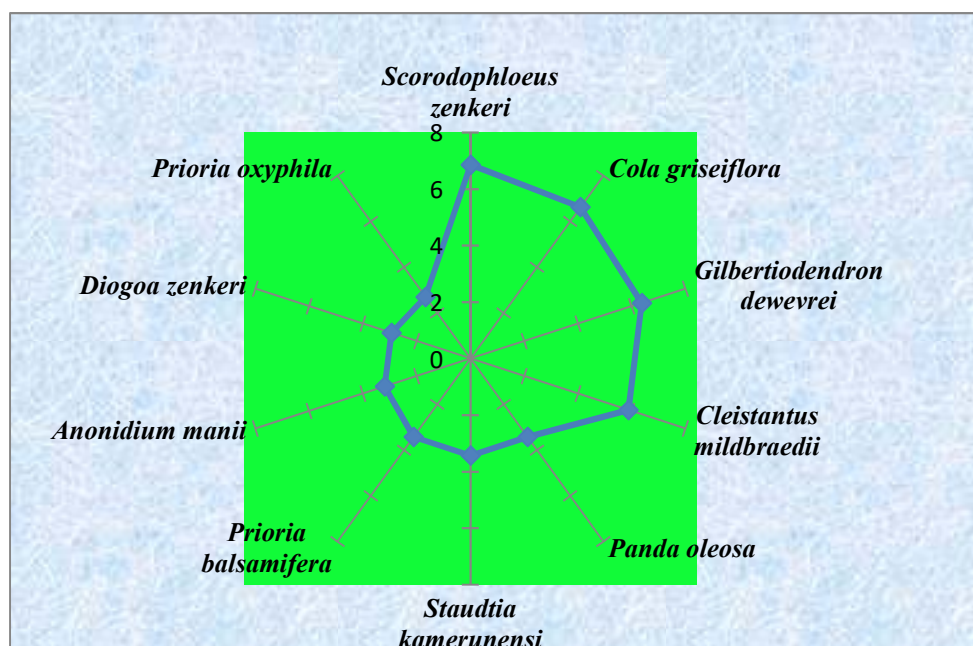


Fig. 3. Nombre d'individus de dix espèces les plus représentées

2° Les familles botaniques les plus représentées en nombre d'espèces sont respectivement : Fabaceae (96 espèces soit 23,5%), Myristicaceae (47 espèces soit 11,5%), Euphorbiaceae (43 espèces soit 10,5%), Sterculiaceae (34 espèces soit 8,3%), Meliaceae (36 espèces soit 6,4%).

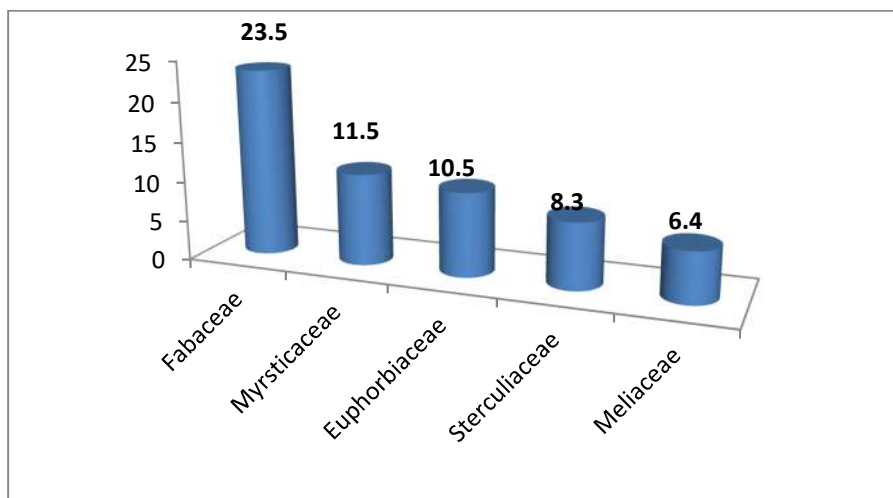


Fig. 4. Les familles les plus représentées en nombre d'espèces

3° La surface terrière totale obtenue sur un hectare est de 39,13 m²/ha. Les 5 espèces ayant occupé une surface terrière plus grande sont notamment : *Scorodophloeus zenkeri* (3,62 m²/ha), *Gilbertiodendron dewevrei* (2,67 m²/ha) ; *Cleistanthus mildbraedi* (1,83 m²/ha) ; *Staudtia kamerunensis* (1,7 m²/ha) ; *Cola griseiflora* (1,6 m²/ha).

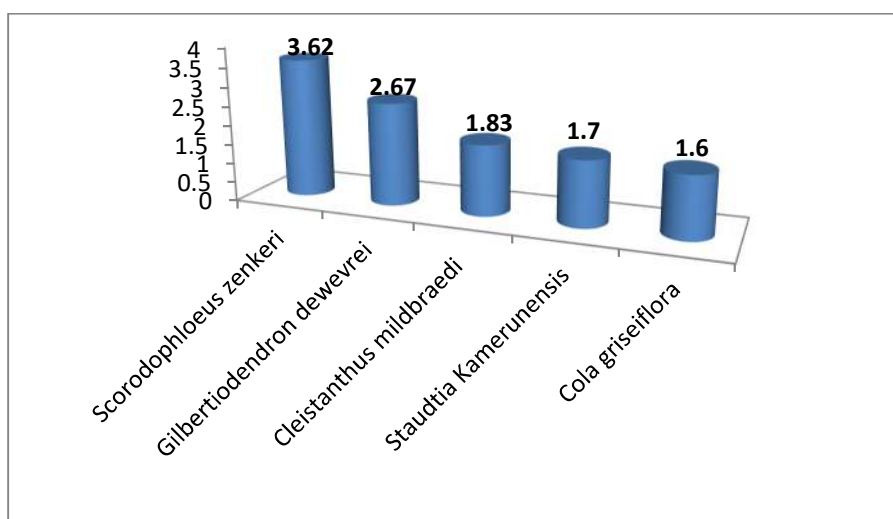


Fig. 5. Cinq espèces ayant occupé la surface terrière la plus grande

La surface terrière d'un arbre correspond à la surface de la section transversale de cet arbre mesurée à hauteur d'homme ou surface du tronc coupée à 1,30 m du sol (Rondeux, 1993 et 1999). La surface terrière (St) est un indice d'occupation du sol et de l'espace par les arbres.

Lorsqu'elle est calculée pour un seul arbre, elle donne un indice du volume du bois.

La surface terrière totale d'un peuplement forestier est la somme des surfaces terrières de tous les arbres qui le composent et s'exprime en m²/ha (Pardé J. et Bouchon J., 1988).

ABONDANCE DES TAXONS

$$ABONDANCE\ RELATIVE = \frac{\text{Nombre d'individus de l'espèce ou famille}}{\text{Nombre total d'individus}} \times 100$$

Après analyse, la densité relative la plus élevée a été observée chez les espèces *Scorodophloeus zenkeri* avec 13,7% ; *Gilbertiodendron dewevrei* avec 9,22%, *Prioria balsamifera* et *Panda oleosa* ont respectivement 6,12% et 3,87% de densité relative.

La densité relative d'une espèce est le rapport du nombre d'individus de cette espèce sur le nombre total d'individus de toutes les espèces dans l'échantillon. La densité est un indicateur de la compétition entre les espèces dans un peuplement forestier. Elle permet aussi, d'apprécier la représentativité d'une espèce par rapport à toutes les autres espèces de l'échantillon.

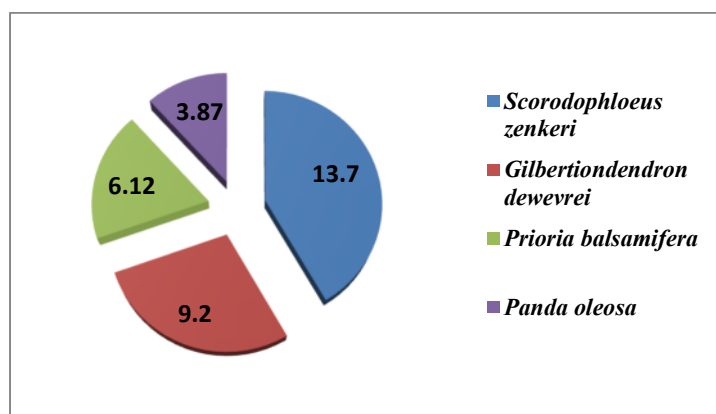


Fig. 6. Espèces à densité relative plus élevée

Les pourcentages dans cette figure représentent 4 de 10 espèces. Ils ne concernent pas le total de toutes les espèces inventoriées ;

Nous avons également noté des densités relatives importantes des familles Fabaceae 23,5%, Myristicaceae 11,5%, Euphorbiaceae 10,5%, Sterculiaceae 8,3% et Meliaceae 6,4%.

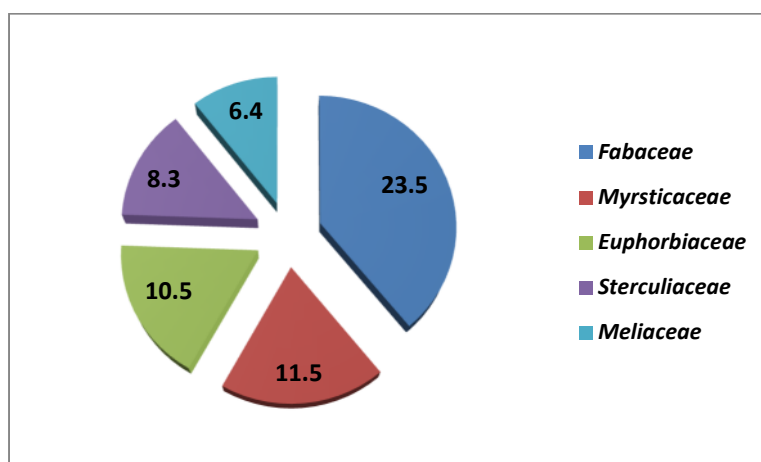


Fig. 7. Densité relative de 5 familles les plus abondantes

DOMINANCE RELATIVE DES TAXONS

$$DOMINANCE\ RELATIVE = \frac{\text{Surface terrière de l'espèce ou famille}}{\text{Surface terrière totale}} \times 100$$

La figure7 ci-dessus met en évidence la dominance relative des espèces et le résultat montre en terme de dominance relative que les espèces *Gilbertiodendron dewevrei*, *Scorodophloeus zenkeri*, *Pycnanthus angolensis* WELW., *Allanblackia marienii* STANER. et *Panda oleosa* présentent des valeurs élevées (soit respectivement, 13,82% ; 13,49% ; 6,22% et 4,1%), tandis que les six autres espèces ont des valeurs généralement inférieure à 4%.

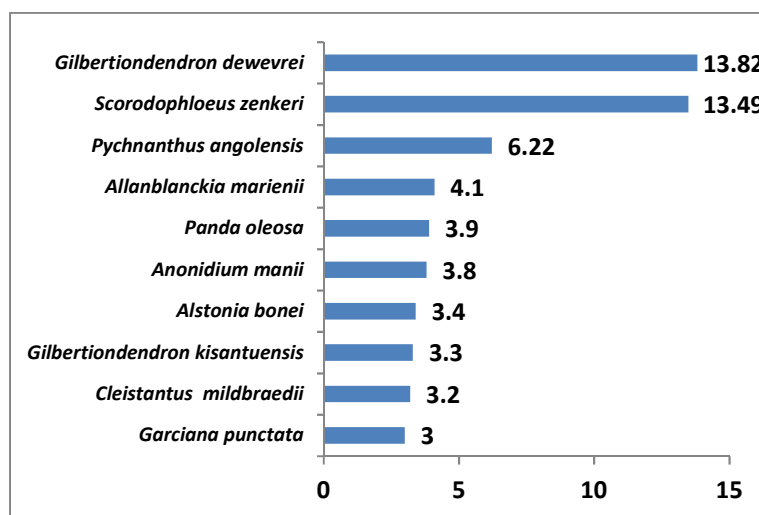


Fig. 8. Dominance relative de dix premières espèces

Tandis que la dominance relative la plus élevée a été observé chez les familles des Fabaceae (41,94%) comme le montre la figure7 ci-dessous.

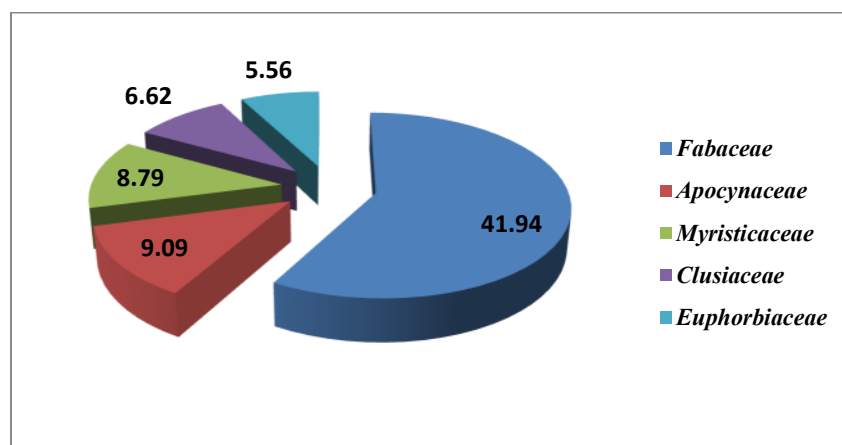


Fig. 9. Dominance relative de 5 familles les plus dominantes

Les pourcentages de cette figure représentent les résultats pour les 5 familles uniquement, ils ne concernent pas la totalité des familles répertoriées.

LA DIVERSITÉ RELATIVE DES TAXONS

La diversité relative la plus élevée a été observée chez les familles Fabaceae et Meliaceae avec respectivement 14,8% et 9,3% d'espèces. Ces deux familles représentent seules 24,1% de l'ensemble des espèces recensées sur un ha pris comme échantillon.

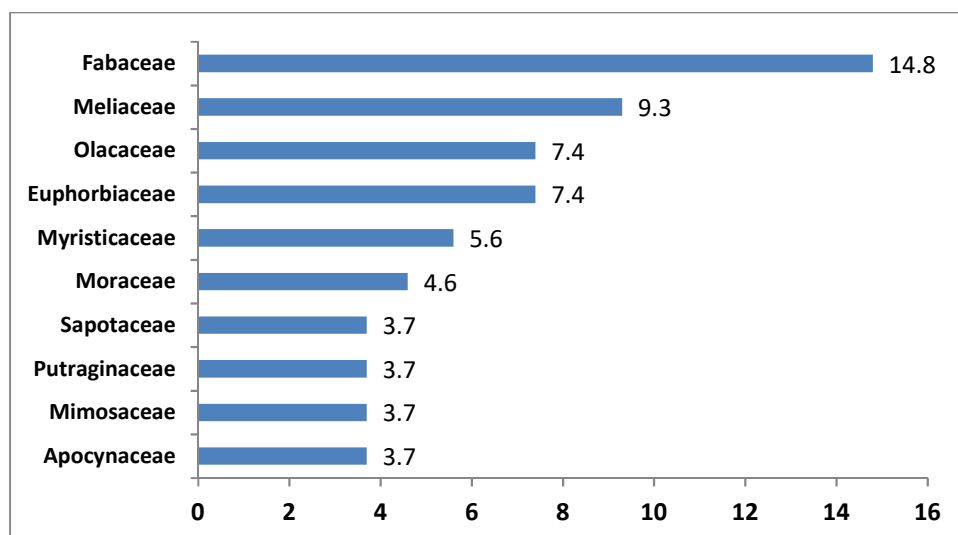


Fig. 10. Diversité relative des taxons

La diversité spécifique est le nombre d'espèces d'arbres présentes dans le peuplement. Elle permet de caractériser le type de communauté.

DISTRIBUTION DES TIGES PAR CLASSE DE DIAMÈTRE

La figure ci-dessous donne la distribution des tiges par classe de diamètre dans la réserve Forestière de Yoko.

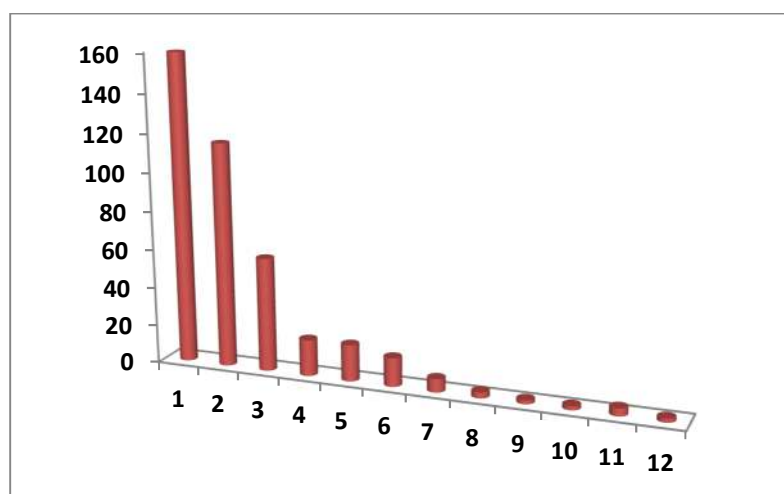


Fig. 11. Distribution des tiges par classe de diamètre

Il ressort de la figure N°11, une diminution progressive du nombre d'individus au fur et à mesure que le diamètre augmente. La première classe, contient beaucoup plus d'individus et représente à elle seule 39,5%, elle est suivie de la deuxième classe qui donne une valeur de 28,7%. Les deux premières classes, donnent une fréquence relative égale à 68,2%, ce qui prouve que notre parcelle d'étude dans la Réserve Forestière de Yoko renferme une grande partie d'arbres d'avenir.

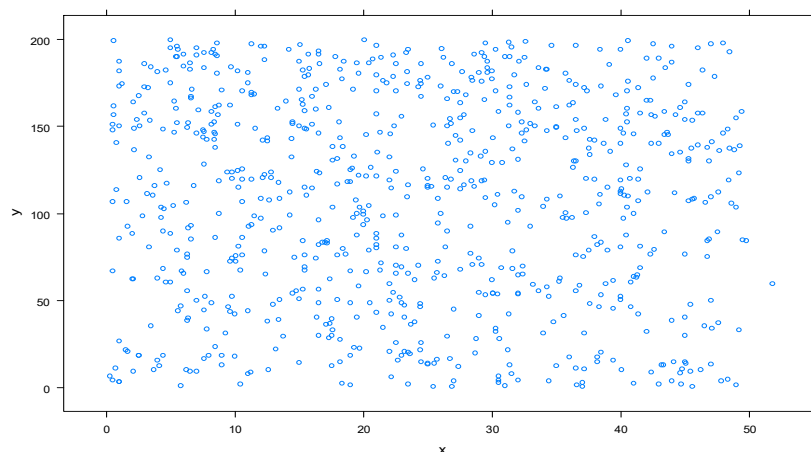


Fig. 12. Distribution spatiale des espèces

Dans la Réserve Forestière de Yoko, les espèces sont dans l'ensemble distribuées de manière aléatoire ; cependant, on retrouve certains semblants d'agrégats dans certains coins.

5 CONCLUSION

L'étude a été réalisée dans la Réserve Forestière de Yoko en Territoire d'Ubundu, Province Orientale, à l'Est de la RD Congo et avait pour objectifs : d'étudier la diversité végétale, la structure, la dynamique des espèces et faire l'inventaire en plein des arbres dans la forêt primaire ; l'inventaire d'exploitation des ligneux économiques et l'inventaire d'Aménagement Forestier.

L'hypothèse de départ a été vérifiée, car la Réserve Forestière de Yoko regorge d'une riche diversité floristique.

Le Relevé d'un hectare pris comme échantillon dans la Réserve Forestière de Yoko a abouti aux résultats ci-après :

- Les familles les plus représentées dans la Réserve en nombre d'espèces d'arbres sont respectivement : Fabaceae (23,5%), Myristicaceae (11,5%), Euphorbiaceae (10,5%), Sterculiaceae (8,3%), Meliaceae (6,4%) ;
- La surface terrière totale retenue pour un hectare est de 39,13m²/ha ;
- Le recensement sur un hectare de forêt pris comme échantillon dans la Réserve a donné 409 tiges d'arbres à dbh ≥ 10 cm appartenant à 108 espèces différentes et regroupées en 38 familles botaniques (Classification APG II) ;
- Il a été noté, des densités relatives importantes des familles Fabaceae 23,5%, Myristicaceae 11,5%, Euphorbiaceae 10,5%, Sterculiaceae 8,3%, Meliaceae 6,4% ;
- Une dominance relative pour les espèces : *Gilbertodendron dewevrei*, *Scorodophloeus zenkeri*, *Pycnanthus angolensis*, *Allanblanckia marienii* et *Panda oleosa* présentent des valeurs élevées (soit respectivement, 13,82%, 13,49%, 6,22% et 4,1%), tandis que les six autres espèces ont des valeurs généralement inférieure à 4%.
- La dominance relative la plus élevée a été observé chez les Fabaceae (41,94%).
- La diversité relative la plus élevée a été observée également chez la famille des Fabaceae, ainsi que chez les Meliaceae avec respectivement 14,8% et 9,3% d'espèces ;
- Les espèces sont dans l'ensemble distribuées de manière aléatoire, mais on retrouve certains semblants d'agrégats dans certains coins.

REMERCIEMENTS

Au terme de cette étude, nous adressons nos remerciements au CIFOR (Centre international pour la recherche forestière) pour avoir mis à notre disposition les !!moyens financiers et la logistique nécessaire pour la recherche dans la Réserve forestière de Yoko à travers le projet REAFOR (Relance de la recherche agricole et forestière en RD Congo) exécuté par la Faculté des sciences de l'Université de Kisangani en 2008 et 2009. Nous remercions également le Professeur Hyppolite NSHIMBA et l'Assistant Prosper SABONGO tous deux, de Université de Kisangani, pour l'accompagnement sur le plan méthodologique.

RÉFÉRENCES

- [1] CIFOR, 2007, La forêt en République Démocratique du Congo post-conflit Analyse d'un agenda prioritaire, Cifor, Jakarta, 82 pp.
- [2] LEJOLY J. & LUBINI A., 2008, Botanique forestière et Inventaire de la Biodiversité végétale, Msc UNIKIS, RDC.
- [3] LOMBA, B.L. et NDJELE, M-B. 1998, Utilisation de la méthode de transect en vue de l'étude de la phytodiversité dans la Réserve de Yoko (Ubundu, RD Congo). Annales (11), Faculté des Sciences - UNIKIS, 35 – 46 p.
- [4] LOMBA BOSOMBO L., 2007, Contribution à l'étude de la phytodiversité de la Réserve forestière de YOKO (Ubundu, RD Congo), 60 p.
- [5] NDJELE, M-B., 1988, Les éléments phytogéographiques endémiques dans la flore vasculaire du Zaïre. Thèse inédite, Fac. Sci., Université Libre de Bruxelles, 528 p.
- [6] PARDE J. et BOUCHON J., (1988), Dendrométrie, 2^{ème} Ed. Nancy, Ecole Nationale de Génie rural, des Eaux et des Forêts, 328 p.
- [7] RONDEUX J. (1999), Les mesures des arbres et des peuplements forestiers. Les presses agronomiques de Gembloux 338 – 373.

Aménagement d'une zone tampon autour du Parc National de Kahuzi-Biega (PNKB) en haute altitude (Nord-Est) à Bugorhe et Irambi-Katana, dans le Territoire de Kabare, Sud-Kivu, RD Congo

[Developing a buffer zone around the National Parc of Kahuzi-Biega (Pnkb) at high altitude (North-East) at Bugorhe and Irambi-Katana, Kabare Territory, South-Kivu, DR Congo]

Masheka Bahige Freddy¹, Fikiri Zirhumana Jacques², and Kashema Balola³

¹Chercheur, Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques (INERA), Centre de recherche de Mulungu, Antenne de gestion et conservation des ressources naturelles (GCRN), Chef de la Section Agroforesterie, RD Congo

²Enseignant, Université Libre des Grands Lacs (ULGL- Bukavu) et Formateur au CIDEP/Sud-Kivu, RD Congo

³Chercheur, Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques (INERA), Centre de recherche de Mulungu, Antenne GCRN, Département d'Herbarium, RD Congo

Copyright © 2018 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This research has been dedicated to the study of possibilities to develop a buffer zone around the National Parc of Kahuzi – Bièga (Pnkb) at Bugorhe and Irambi – Katana, South – Kivu, DR Congo. The study has examined the possibilities to allocate bordering fallow and under-exploited land into the buffer zone, for farming and tree planting by the little neighboring farmers. It has shown that seven lots bordering the park with 920Ha total area provide rentable farms to 473 neighboring farms. Nearly 494Ha of these lots are either fallow or under-exploited, which is about 53,7%, and are likely to be transformed into a buffer zone upon negotiating with land owners for buyout.

KEYWORDS: development, buffer zone, national parc, kahuzi – biega.

RÉSUMÉ: La présente recherche s'est consacrée à l'étude des possibilités d'aménager une zone tampon autour du Parc National de Kahuzi - Biega (PNKB) à Bugorhe et Irambi – Katana, au Sud-Kivu, RD Congo. L'étude a analysé les possibilités d'affecter les Concessions-Fermes limitrophes en friche et sous-exploitées en une zone tampon, pour les champs des cultures et boisements des petits paysans des alentours. Elle a révélé que 7 concessions adjacentes au Parc avec une superficie totale de 920Ha accordent des champs de location à 473 paysans riverains. De ces terres, 494ha sont en friche et sous- exploitées, soit 53,7% et susceptibles d'être transformées en une zone tampon après négociation avec leurs propriétaires pour achat.

MOTS-CLEFS: aménagement, zone tampon, parc national, kahuzi-biega.

1 LE PARC NATIONAL DE KAHUZI-BIEGA ET CONTEXTE DE L'ETUDE

Le Parc National de Kahuzi-Bièga fut créé en 1970 par l'Ordonnance N°70/316 avec une superficie de 60.000 hectares, dans le souci de protéger l'habitat naturel des Gorilles des plaines de l'Est (*Gorilla berengei graueri*, Matschie, 1914). Cette sous-

espèce de Gorilles est endémique à la République Démocratique du Congo et le Parc National de Kahuzi-Biega constitue son dernier sanctuaire.



Fig. 1. Gorille dos argenté du Parc National de Kahuzi-Biega (Source : Photo Pnkb)

Dans le but de relier la population de gorilles de la forêt de haute altitude à celle de la forêt de basse altitude, la superficie du Parc fut portée à 600.000 ha par l'ordonnance n° 75/238 du 22 juillet 1975. Par cette extension, le Parc est désormais constitué de deux régions : la haute altitude renfermant l'ancienne partie du Parc (*Nindja, Kalonge, Tshivanga*), la basse altitude comprenant *Nzovu* et *Itebero*. C'est à cette époque qu'ont commencé les revendications des populations autochtones ayant perdu des terres avec le nouveau bornage du Parc, notamment les pygmées (Mbuti) et quelques fermiers.

Comme coordonnées géographiques le Pnkb se situe à une altitude variant entre 600m et 3.308m ; la latitude entre 01°36' et 02°37' Sud et la longitude entre 27°33' et 28°46' Est (Fisher, 1993).

Le Parc doit son nom à des Monts Kahuzi, 3.308m d'altitude et Biega, 2.790m d'altitude (ICCN/Plan Général de Gestion, 2009).

En 1980, l'UNESCO accorda au Parc National de Kahuzi-Biega (PNKB) le statut de site du patrimoine mondial et en 1985 début de l'appui du Parc par la Coopération Technique Allemande (GTZ). Suite à l'insécurité récurrente créée par la guerre à l'Est de la Rdc, la présence des groupes armés dans le Parc et la forte pression exercée par les populations locales, l'Unesco a inscrit en 1997, le Pnkb sur la liste du patrimoine mondial en péril.



Fig. 2. Carte de la République Démocratique du Congo et localisation du Parc National de Kahuzi-Bièga (Source : Shalukoma Ch. In IRD Editions)

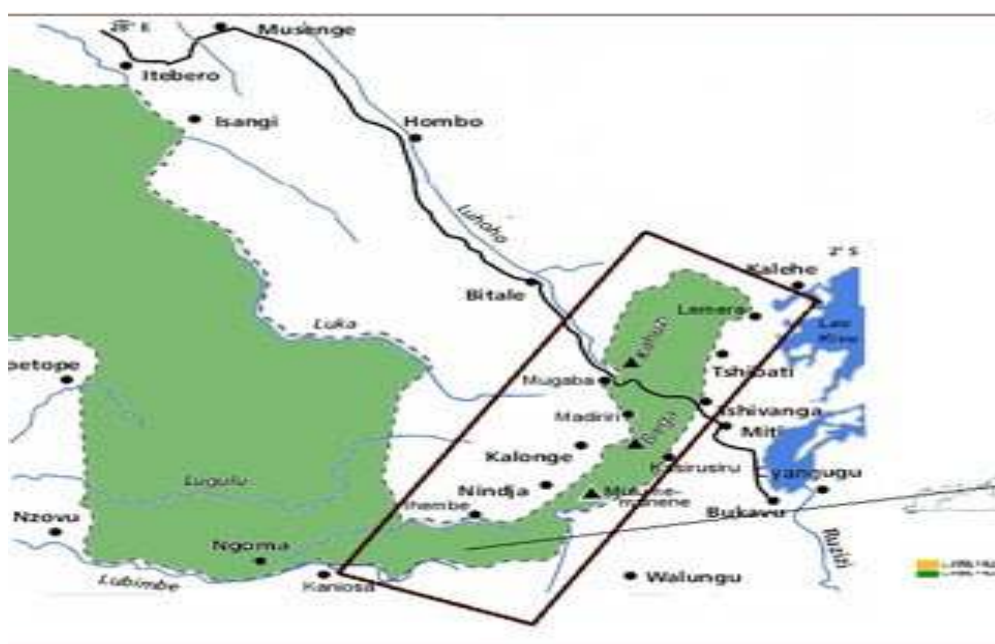


Fig. 3. Carte du Parc National de Kahuzi-Bièga et Localisation de la Zone étudiée à Kabare (Source : Mangambu M., 2013)

Concernant le tourisme, le Pnkb regorge des potentialités touristiques énormes notamment les Gorilles des plaines de l’Est, la forêt montagnarde et sa végétation exceptionnelle, les montagnes Kahuzi et Bièga et les Chutes de Tshibati, près de Lwiro et tant d’autres, mais avec les guerres successives qu’a connues l’Est de la RDC, le nombre de touristes a fortement baissé avec un impact négatif sur les revenus en devises générés par cette activité. Pourtant, c’est avec les recettes du tourisme que le Parc pourrait financer les activités de développement des communautés locales suivant leurs cahiers de charge.

Depuis bientôt deux décennies, les touristes sont sceptiques à visiter le Parc National de Kahuzi-Biéga à cause de l'insécurité récurrente créée par la guerre à l'Est de la RD Congo et par les bandes armées qui se sont retranchés dans la forêt du Parc. Le

nombre de touriste ayant visité le Pnkb en 2007, 2008, 2009 et 2010 n'a été que de 1.674 au total dont 1534 étrangers soit une moyenne annuelle de 418,5 touristes y compris les nationaux (Mundinga E. M. et *al.* 2013), contrairement aux années 1985 avant la guerre, où les touristes visitant le Parc atteignaient 3.500 au cours d'une année.

Les deux guerres de libération qu'a connu la RD Congo, celle de l'Alliance des Forces Démocratiques pour la libération du Congo (AFDL) en 1996 et celle du Rassemblement du Congolais pour la Démocratie (RCD) en 1998 ainsi que la présence des groupes armés, ont affecté négativement le tourisme et c'est à cette période de début de la guerre à l'Est de la RD Congo que le nombre des touristes visitant le Pnkb est descendu au plus bas.

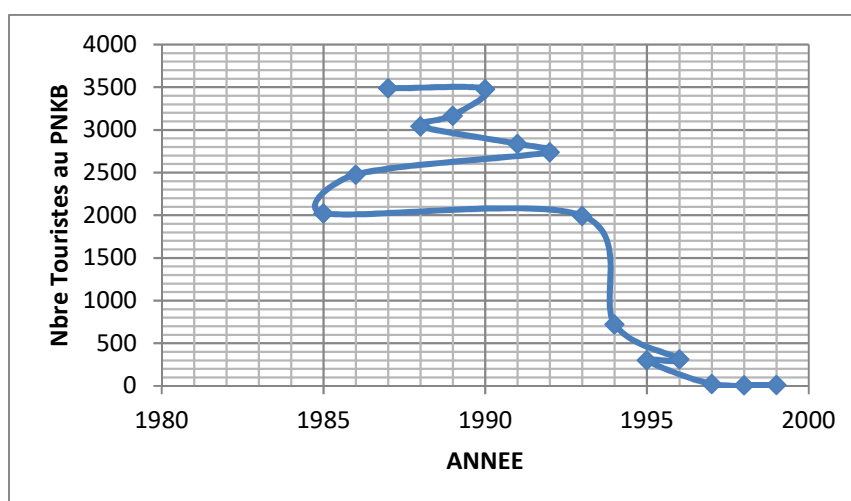


Fig. 4. Courbe du nombre de touristes arrivés en visite au PNKB dans le Kivu, Est-Rdc de 1985 (avant la guerre) à 1999 (pendant et après la guerre de libération) sur 15 ans
(Source : Chiffres tirés du Plan de gestion du PNKB, 2000, Annexe 8)

Il a été également déploré dans la partie haute altitude, la présence des fermes d'élevage à l'intérieur du Parc empiétant le couloir écologique. A l'Ouest et dans la basse altitude, l'exploitation illégale des minerais (Coltan, Or, Etain,...) par les creuseurs artisanaux. Cette exploitation illicite des minerais et l'installation des fermes dans le couloir écologique du Parc sont à l'origine de la destruction de biotopes, de la fragmentation de la forêt du Parc et la création des barrières empêchant la migration des animaux sauvages entre différentes zones (la basse et la haute altitude) et vers leurs niches écologiques.

Le Parc de Kahuzi-Biega est situé dans l'une des régions les plus peuplées de l'Est de la République pour sa partie de haute altitude (région du *Bushi*), avec une densité dépassant 400 habitants au km² où les populations sont confrontées au problème des terres arables et de bois de chauffe (Bakongo M. 2008)

Cette rareté des terres dans la région montagneuse à l'Est du Pays entraîne une insuffisance alimentaire et la pauvreté poussant les paysans riverains à chercher l'alternative à leur survie dans la surexploitation des ressources naturelles du Parc. Ainsi, ils y pratiquent illégalement le braconnage, les cultures, l'élevage, la carbonisation du bois pour avoir du charbon et y prélèvent le bois de chauffage et de construction et les bambous (*Arundinaria alpina*, *K. Schum*) menacés de disparition, pourtant c'est un des aliments préféré des gorilles.

Etant donné, que plusieurs parties du PNKB en haute altitude n'ont pas de zone tampon ni de zone de transition entre le Parc et la Chefferie, les responsables du Parc ayant commandité l'étude, ont pensé, que pour prévenir un zonage d'octroi des terres aux paysans à l'intérieur du Parc en haute altitude, il faudrait créer une zone tampon, par l'acquisition des terres de concessions adjacentes (contigües) au Parc en Territoire de Kabare et qui sont en friches ou sous-exploitées par leurs propriétaires.

La plupart de ces concessions limitrophes au Parc ont changé leur destination originelle et sont désormais exploitées par les paysans des alentours sous le système de métayage avec des contrats fonciers précaires. Les concessions qui pourraient être transformées en zone tampon seraient achetées après négociations entre le PNKB – ICCN et les propriétaires qui décideront volontairement de les vendre en totalité ou en partie pour raisons d'incapacité d'exploitation optimale ou de mise en valeur suivant contrat conclu avec les autorités foncières au moment d'acquisition.

Dans la province du Sud-Kivu, des nombreux commerçants et hommes politiques congolais achètent le plus souvent, des grandes étendues des terres pour les fermes agricoles au détriment des petits paysans sans toutes fois les mettre en valeur. Alors, leurs gérants les font louer aux paysans des alentours moyennant une redevance foncière. D'autres terres sont carrément laissées en friches ces grands propriétaires terriens.

La présente étude a été menée dans les groupements d'Irhambi-Katana et Bugorhe en Territoire de Kabare au Sud - Kivu à l'Est de la RD Congo, entre le Pnkb et la Route Nationale Bukavu – Goma avec comme objectif de faire l'inventaire et l'état de lieux des concessions adjacentes sous- exploitées et d'analyser sur base des données récoltées les possibilités de les acquérir même en partie en faveur des petits paysans sans terre et de les aménager en une zone tampon autour du PNKB en haute altitude (Nord-Est) surpeuplée.

Spécifiquement, l'étude s'est proposée d'identifier les parties prenantes impliquées dans l'utilisation de ces terres, d'analyser le mode de gestion des concessions adjacentes ainsi que la relation entre ces concessions, le Parc et la population, d'analyser l'impact de ces concessions sur le Parc et sur les populations riveraines et de suggérer une possibilité de gestion optimale de ces terres comme zone tampon entre la chefferie et le Pnkb.

L'étude s'est déroulée dans les concessions adjacentes au Pnkb et dans les villages périphériques des groupements de Bugorhe et d'Irhambi-Katana dans le Territoire de Kabare en haute altitude.

La recherche avait été commanditée et financée en 2001 par le Projet PNKB-GTZ représenté à l'époque par le Chef du PNKB et le Chef de mission GTZ (Coopération Allemande) pour le projet de conservation intégrée au Parc National de Kahuzi – Bièga PNKB- GTZ (actuellement GIZ) ; elle a été complétée en 2015 et 2016.

L'étude est partie de l'hypothèse selon laquelle, s'il existe des concessions adjacentes en friche ou sous- exploitées à la limite du Parc en haute altitude, leur affectation en une zone tampon, favoriserait la protection des ressources naturelles du Parc National de Kahuzi-Biega (PNKB) et l'accès des petits paysans à la terre.

L'aménagement foncier rural : Est un ensemble d'opérations visant l'amélioration des conditions d'exploitation des propriétés agricoles en vue de leur mise en valeur optimale.

La zone tampon, est une zone intermédiaire située entre deux entités biogéographiques et qui les sépare. La zone tampon vise à protéger les zones noyaux des processus dommageables liés à la présence d'activités humaines aux alentours. Elle est mise en place pour soutenir la conservation de la biodiversité. L'UICN (Union mondiale pour la nature), le Réseau Man and Biosphère (MAB) et les organismes de conservation recommandent que le noyau protégé des Parc Nationaux soit entouré d'une zone tampon. On admet dans les zones tampons, certaines activités humaines comme l'agriculture biologique et l'agroforesterie.

Le Parc National : est une portion du territoire dans laquelle la faune, la flore et le milieu naturel en général sont protégés des activités humaines. Il vise la protection de la nature sauvage pour la postérité et fait l'objet de classement par un acte officiel pris par l'autorité nationale. En général le Parc National présente souvent un intérêt touristique, scientifique et culturel.

2 LA ZONE PERIPHERIQUE DU PARC NATIONAL DE KAHUZI-BIEGA EN HAUTE ALTITUDE

Les groupements *Bugorhe et Irhambi-Katana* périphériques au Parc National de Kahuzi-Bièga sont situés dans la collectivité chefferie de Kabare en Province du Sud-Kivu et habités par l'ethnie des *Bashi* (Mühlenberg et M. et al. 1995, p.48). A part ces deux groupements administratifs quatre autres, ont des limites avec le Parc, il s'agit de Miti, Mudaka, Bushwira et Bugobe. L'Agriculture, l'élevage et le petit commerce sont les principales activités du milieu. Elles constituent les moyens d'existence des populations et la principale source de revenu des paysans. La région jouit d'un climat tropical d'altitude avec une température moyenne de 19,2°C au cours de l'année.

Les précipitations sont abondantes et atteignent une moyenne annuelle de 1.608 mm de pluies (Station Météorologique de INERA – MULUNGU, 2015) à cause de la proximité de la région à la forêt du Parc. Ce qui permet à l'agriculteur de cette région de réaliser, deux récoltes par an. Le sol est du type volcanique (volcans anciens du Mont-Kahuzi), on y trouve aussi des sols argilo-sablonneux favorables à plusieurs cultures, mais très sensibles à l'érosion. Dans les marais et bas-fonds, on trouve des sols alluvionnaires et parfois des sols tourbeux.

Les deux groupements étudiés, disposent des concessions privées à la limite du Parc offrant des champs de location aux petits paysans des alentours sous le système de métayage. Les plus grands centres de négoce à forte concentration de la population sont Katana - Centre, Mwanda, Kabamba et Kavumu.

Le groupement Irhambi – Katana comprend six localités à savoir : Mwanda, Kadjucu, Mabingu, Kahungu, Kabamba et Kabushwa avec une population totale de 52.724 habitants en 2001. Cette population est passée à 78.987 habitants en 2015 (Etat-civil, Irhambi, 2001 et 2015, soit une augmentation de 49,8% dans 14ans. Les études de Malthus et celles de Tondeur ont démontré qu'en situation normale la population des zones non urbanisées double tous les 25 ans pour le premier et 28ans pour le second (Wils W., Carael M., et Tondeur G., 1986). Les estimations de ces deux auteurs sur l'évolution de la population étaient réalistes.

Le groupement de Bugorhe a une altitude moyenne 1.650m. Il est composé de huit localités dont : Kamakombe, Nyamakana, Kashenyi, Buhandahanda, Bishibirhu, Cegera, Cirunga et Lwiro. Kavumu est le principal centre commercial situé à 35Km de la ville de Bukavu, près de l'aéroport. La population du groupement était estimée à 38.621 habitants en 1996 sur une superficie de 185,5 km², soit une densité de 208,2 habitants au km². Elle est passée à 107.937 habitants en 2014 pour tout le groupement, soit une densité de 581,8 habitants au Km². Elle a augmenté de 189,2% dans 18ans (Etat-Civil, Groupement Bugorhe 1996 et 2015). Considérant, les estimations de Malthus et celles de Tondeur, la population de Bugorhe croit très rapidement et en 28ans elle pourra augmenter de 294,3%. Cette situation serait due à l'insécurité qui a perduré dans le milieu depuis les débuts de deux guerres de libérations (de 1996 et de 1998) et qui a poussé des nombreuses personnes à fuir leur terroirs et à se diriger au centre de négoce de Kavumu relativement plus sécurisé.

Dans la zone riveraine du Parc en Territoire de Kabare (haute altitude), il s'observe une forte croissance démographique, ce qui est à base de la rareté des terres arables et met en péril les ressources forestières protégées du Parc suite à une forte demande du bois et du charbon (*Makala*) par les populations riveraines occasionnant ainsi la déforestation.

Dans les villages riverains du PNKB, la densité moyenne de la population atteint 400 habitants au Km² (Bakongo M., 2008, Op Cit.). Ce qui fait craindre aux écologistes et aux autorités du Parc une éventuelle rétrocession des terres et un zonage à l'intérieur du Parc en faveur des populations des alentours. Dans la partie haute altitude, le Parc présente l'aspect d'un îlot des forêts dans un océan des champs et ces champs des cultures des petits paysans, sont situés tout juste à la limite du Parc, car la zone tampon, comme la zone de transition entre les deux entités (le Pnkb et la chefferie) n'existent pas.



Fig. 5. Déboisement pour champs des cultures à la Périphérie du PNKB en Haute Altitude (Source : KARHAGOMBA B. I. et al, 2013)

3 METHODOLOGIE

ORGANISATION DE L'ENQUÊTE ET DESCENTE SUR LE TERRAIN

Nous nous sommes servis des différents types de questionnaires selon les catégories d'enquêtés : Un questionnaire destiné aux Gérants des concessions adjacentes au Parc, un questionnaire destiné aux paysans exploitant des champs de location (les Métayers) dans les concessions, un guide d'entretien destiné aux agents du Pnkb et un autre pour les leaders communautaires dont les chefs coutumiers et les acteurs de la société civile. Ces questionnaires nous ont servi pendant les interviews et le Guide d'entretien lors des échanges individuels ou en Focus-Group.

Avant la collecte des données sur le terrain, nous avons commencé par prendre contact avec les gardes du Parc au poste de patrouille de Tshibati et ceux du poste de surveillance de Tshivanga. Ces deux postes du Pnkb nous ont donné la conduite à tenir dans cette zone insécurisée et ont mis à notre disposition des gardes qui nous ont servi de guide pendant les enquêtes à la limite du Parc dans les concessions situées en groupement Irhambi-Katana et Bugorhe. Nous avons ensuite pris contact avec les chefs locaux et quelques animateurs des Associations de développement qui nous ont facilité le contact avec les ménages de paysans (métayers) qui exploitent les champs dans les concessions proches du Parc. Ils nous ont également facilité la localisation des domiciles des gérants des concessions au niveau du village en vue de les interviewer.

ECHANTILLONNAGE

Comme nous ne pouvions pas atteindre tous les 473 ménages agricoles des métayers (dont 337 à Bughore et 136 à Irambi-Katana) concernés par notre étude, à cause des limites géographiques et temporelles, nous avons choisi un échantillon de 152 ménages agricoles appartenant à l'univers de notre enquête (dont 78 à Bughore et 74 à Irambi-Katana), soit un taux de sondage de 32,1% pour les deux entités administratives.

Pendant notre enquête, nous avons également interviewé les sept gérants de ces concessions car il était difficile de rencontrer les propriétaires car non résidents, ce qui a porté le nombre total d'enquêtés à 159 personnes. Tous les gérants étaient des hommes.

Nous avons fait recours à l'échantillonnage occasionnel et aléatoire car les ménages agricoles enquêtés (les métayers) l'ont été sur base de la disponibilité du chef de ménage au champ au moment de l'enquête et le choix du métayer à interviewer dans le champ se faisait de manière aléatoire. Les Gérants ont été enquêtés soit au champ, soit au village à leurs domiciles.

Les enquêtes ont été menées dans sept concessions adjacentes au Parc National de Kahuzi-Biega, (dont 4 dans le groupement de Bugorhe et 3 à Irhambi) et auprès des populations et des leaders communautaires des villages périphériques. Dans les villages nous avons organisé des Focus Group et avons tenu des réunions avec les différents acteurs et leaders locaux.

Les concessions enquêtées à la limite du Parc couvrent une superficie totale de 920 ha (dont 753Ha à Bughore et 167Ha à Irambi-Katana).

Dans le groupement d'Irhambi-Katana, nous avons prévu mener l'enquête dans la concession Mukenge contiguë au Parc près de la localité Mabingu et serait la quatrième, dans ce groupement, mais, nous n'avons pas pu l'atteindre suite à l'insécurité qui prévalait dans la zone et créée par des groupes armés dont les Hutus Rwandais Interahamwe-Fdlr retranchés dans la forêt du Parc non loin de ce village et dans lesquels ils faisaient régulièrement des incursions en emportant biens et personnes dans la forêt. La concession Mukenge serait la huitième de la présente étude.

Les concessions adjacentes : sont des propriétés foncières contiguës au Parc et appartenant à des privées et situées à sa lisière. Elles constituent un *écotone* dont les espèces animales peuvent se retrouver périodiquement dans le Parc National de Kahuzi-Biega et vice-versa. *L'écotone* est une zone de transition écologique entre deux écosystèmes (Bogaert J. 2008, in Ecologie du paysage).

Les sept concessions adjacentes au Parc enquêtées sont :

a) En *Groupeement Bugorhe*, quatre concessions : Nyagwira de Monsieur Katengura (100Ha avec 48 Métayers), Sironge de Karubara (32Ha avec 14Métayers), Karambi de Monsieur Kauchu (20Ha avec 25Métayers), la Plantation Mbayo de Defays (601Ha avec 250Métayers).

b) En *Groupeement d'Irambi – Katana* trois concessions : Cashisha du Dr Molima (22Ha avec 21Métayers), Lushasha-Kabengereza d'Adi-Kivu (75Ha avec 50 Métayers), Plantation Lushasha de Bakubagana (70Ha avec 65Métayers).

Les concessions adjacentes au Parc accordent des champs de location à 473 ménages agricoles/Métayers (dont 337 à Bugorhe et 136 à Irambi-Katana) habitant dans 19 villages riverains (dont 9 villages de Bugorhe et 10 villages d'Irambi-Katana).

Ces villages riverains sont, pour *le groupement de Bugorhe* : Kabulungu, Mulangala, Muhonga, Ceya, Burhalange, Cisiru, Bishibia, Kamakombe, Cadira.

Et pour *le groupement d'Irambi-Katana* : Cagala, Kahungu, Kabushwa, Maziba, Nambi, Bulalakali, Karyazo, Chamina, Ciduha III et Kalagane.

Tableau N° 1 : Répartition de l'échantillon par groupement, par concessions et par catégorie d'enquêtés.

Groupement	Nom de la Concession & Propriétaire	Superficie Concession (en ha)	Nombre de métayers	Catégorie d'enquêtés		
				Ménages agricoles enquêtés	Gérants de concessions enquêtés	Total enquêtés
1) BUGORHE	1.NYAGWIRA/ KATENGURA	100	48	20	1	21
	2.SIRONGE/ KARUBARA	32	14	10	1	11
	3.KARAMBI/KAUCHU	20	25	20	1	21
	4.Plantation MBAYO/ DEFAYS	601	250	28	1	29
S/TOTAL		753	337	78	4	82
2) IRHAMBI-KATANA	5.CASHISHA/Dr MOLIMA	22	21	12	1	13
	6.LUSHASHA- Kabengereza/ ADI-KIVU	75	50	30	1	31
	7.Plantation LUSHESHA/ Bakubagana	70	65	32	1	33
S/TOTAL		167	136	74	3	77
Total général		920	473	152	7	159

Source : Nos enquêtes de terrain

RÉPARTITION DE L'ÉCHANTILLON SELON LE SEXE

Nous avons enquêté comme chef de ménage agricole, 64 personnes de sexe masculin soit 42,1% et 88 de sexe féminin soit 57,9%. Il y a eu plus de femmes que d'hommes car la plupart de personnes enquêtées ont été trouvées au champ, et dans le milieu, ce sont les femmes qui s'adonnent plus aux travaux champêtres que les hommes. Les femmes enquêtées ont été considérées comme chef de ménage à l'absence de leurs maris.

Dans la région du Bushi, les jeunes garçons et les hommes manifestent peu d'intérêt pour les travaux agricoles s'adonnant plus à l'exploitation artisanale des minerais, aux travaux salariés dans les plantations des cultures de rente (Quinquina et Théier) et d'autres passent leur temps à consommer les boissons locales comme la *Kasigsi*, un vin de banane. Ainsi les femmes rurales de la contrée, semblent contribuer plus à l'économie locale et la subsistance des membres de leurs ménages que les hommes. Pleines d'initiatives, celles-ci, parviennent même à négocier des contrats de métayage auprès des gérants des concessions. En plus des travaux des champs, ces femmes font le petit commerce des produits de première nécessité le soir dans les petits marchés de leurs villages appelé communément « *Limanga ou Kasoko* », sans compter les travaux ménagers qui les attendent une fois de retour à la maison. Elles sont plus surchargées que les autres membres du ménage.

IDENTIFICATION DES PARTIES PRENANTES IMPLIQUÉES DANS L'UTILISATION DES TERRES DES CONCESSIONS ADJACENTES AU PARC.

Les principaux acteurs impliqués dans l'utilisation des terres des concessions sont :

- *Les propriétés de concessions*, qui fixent les conditions d'accès à leurs exploitations ainsi que la redevance foncière à payer à titre de rente par les métayers.

La typologie des propriétaires des concessions enquêtées se présente comme suit : Parmi les sept concessionnaires on trouve un fonctionnaire de l'Etat, une Organisation non Gouvernementale de développement de droit Congolais (ONGD), deux commerçants, un homme politique (Député national), un Fermier (exploitant agricole) et une société agro-industrielle d'intérêts étrangers exploitant les cultures de rente destinées essentiellement à l'exportation dont le Théier et le Quinquina.

Tous les propriétaires ne résident pas dans leurs Fermes, la plupart habitent la ville de Bukavu et d'autres au centre commercial de Kavumu.

- *Les Gérants des concessions*, qui s'occupent de la distribution des champs dans les concessions, de l'organisation des prestations hebdomadaires des métayers et de la perception de la redevance foncière.
- *Les chefs coutumiers (Chef de collectivité, chef de groupement, chef de localité, chef de village)* : Sont les ayants droits fonciers, ayant cédé ou vendu les terres aux concessionnaires moyennant paiement d'un prix « *Kalinzi* » (droit permanent d'occupation coutumière et héréditaire des terres » ou par le « *Bugule* (achat) ».
- *Les ménages agricoles*, qui exploitent les champs dans les concessions sous le système de métayage et sont soumis aux prestations hebdomadaires chez les concessionnaires et au paiement des redevances foncières à titre de rente appelé *Cishoko* en langue locale. Cette redevance se paye en nature, en espèce ou en force de travail.
- *Les vulgarisateurs et les animateurs des associations de développement*, s'occupent de l'accompagnement technique des ménages agricoles dans leurs activités agricoles et leur approvisionnement en intrants agricoles.

VARIABLES DE L'ÉTUDE

Comme variables de l'étude nous avons : les variables d'identification des concessions adjacentes au Parc, les variables d'identification des ménages agricoles (des métayers) exploitants les champs de location dans les concessions, les variables en rapport avec les relations entre différents acteurs impliqués dans l'utilisation des terres des concessions, les variables en rapport avec le taux d'exploitation des concessions et les contrats fonciers, les variables pour une gestion optimale de ces concessions une fois converties en zone tampon.

MÉTHODE D'ANALYSE DES DONNÉES DE L'ÉTUDE

Nous nous sommes servis de la méthode statistique, pour analyser les données et interpréter les résultats. Cette analyse des données a été facilitée grâce au Logiciel Excel et Statistica. Ces logiciels nous ont permis le calcul des Statistiques descriptives (la moyenne et l'Ecart-Type) pour les données numériques.

4 RESULTATS DE L'ÉTUDE ET DISCUSSION

A l'issue de l'étude, nous avons obtenu les résultats ci-après :

Sept concessions adjacentes au Parc ont été identifiées accordant des champs de location à 473 ménages agricoles/Métayers (dont 337 à Bughore et 136 à Irambi-Katana) et proviennent dans 19 villages riverains (dont 9 villages de Bugarhe et 10 villages d'Irambi-Katana). Ces concessions couvrent une superficie totale de 920 ha (dont 753Ha à Bughore et 167Ha à Irambi-Katana) et 494 Hectares sous-exploitées susceptibles d'être transformés en Zone Tampon après négociation avec leurs propriétaires et moyennant une compensation financière , soit 53,7% de ces terres.

La forêt du Parc, joue un rôle considérable sur l'écologie du milieu (régulation du climat, de la pluviométrie et de l'hydrographie). Cependant, les ménages agricoles qui exploitent les champs dans les concessions situées à la lisière du PNKB se lamentent de la destruction de leurs cultures par les animaux du Parc et principalement *les babouins (Papio)*, *ERXLEBEN 1777*, genre de singes qui se déplacent en groupes de 20 à 30.

Malgré leurs doléances, le Pnkb - Iccn n'a jamais indemnisé les agriculteurs lésés. C'est l'une des causes des conflits ouverts entre le Parc et les populations riveraines.

86,3% des paysans enquêtés ont un âge compris entre 20 et 59 ans et la taille moyenne du ménage est de 7 personnes (minimum : 2, maximum : 17, Ecart type 3,42). Cette taille du ménage est proche de celle observée par Lubuli Kilundu (1999) lors de son étude à Irambi - Katana. L'exiguïté du terroir pousse le chef de ménage à chercher d'autres terres à exploiter dans des fermes sous le contrat foncier précaire de métayage en vue de subvenir aux besoins alimentaire de sa famille. La taille moyenne des exploitations agricoles paysannes dans les villages est de 30,9ares.

Les sept concessions adjacentes au Parc enquêtées sont fertiles avec un très grand potentiel agricole (71,4%) et sont situées tout juste à la limite du Parc à une distance moyenne de 3m (Minima : 2, Maxima : 4). Les propriétaires n'y pratiquent plus l'élevage et les cultures de rentes, sauf dans la plantation Mbayo où est encore pratiquées la culture du théier, mais son quinquina a été attaqué par le *Phytophthora* (de BARY, 1876) qui a décimé la grande partie des plantations de la Société Pharmakina, chef de file de cette culture industrielle dans la région et qui l'ont contraint à vendre aux tiers bon nombre de ses plantations .Ces concessions contigües au Parc ne sont pas totalement abandonnées, car les paysans des villages environnants y font l'agriculture sous le système de métayage (ou Bwasa), ce sont ces métayers qui justifient en quelque sorte leur mise en

valeur. La grande partie des terres de ces concessions, ont changé leur destination de départ convenue au moment de l'acquisition auprès des autorités foncières.

Quant à l'ancienneté des concessions enquêtées, trois ont été acquises avant la dernière Ordonnance-Loi de classement du Parc de 1975, soit 42,9% et quatre ont été acquises après le classement entre 1984 et 1989 (soit 57,1%).

Tableau N°2 : Localisation et caractérisation des concessions adjacentes au Pnkb en haute altitude à Bugorhe et à Irambi-Katana, Territoire de Kabare, RD Congo

Groupement	Nom de la concession et Superficie	Localité	Ancienneté de la Concession	Superficie à négocier pour la zone tampon (en Ha)	Nombre de métayers en concession	Distance au Parc (en m)	Secteur le plus proche du Parc
1) Bugorhe	1.Nyagwira (100Ha)	Kabulungu	1966	100	48	3	Nyangwira
	2.Sironge (32Ha).	Muhonga	1984	32	14	2	Nyangwira
	3.Karambi (20Ha)	Kabulungu	1974	20	25	2	Muhonga/ Karherere
	4.Plantation Mbayo (601Ha)	Kamakombe	1945	250	250	4	Karherere
2) Irambi - Katana	5.Cashisha (22Ha)	Kahungu	1989	22	21	3	Nkenje
	6.Lushasha-Kabengereza (75Ha)	Kabushwa	1989	-	50	3	Lushasha
	7.Plantation Lushesha (70Ha)	Kabushwa	1986	70	65	4	Lushesha
TOTAUX	920Ha			494	473		

Source : Nos enquêtes de terrain

RELATION ENTRE CONCESSION ET PAYSANS DE LA PÉRIPHÉRIE

Quant aux effets négatifs des concessions sur le paysan, les résultats de l'étude révèlent que dans 2 concessions sur 7 soit 28,5%, les paysans estiment que les prestations hebdomadaires dans les champs des concessionnaires sont une corvée et dans 4 concessions sur 7 soit 57,1% les paysans estiment que la redevance foncière (le Chishoko en langue locale) est très chère par rapport aux revenus des paysans, le coût annuel étant en moyenne de 49,2\$/ménage agricole. Sachant que chaque ménage qui exploite un champ de location donne un jour de travail par semaine chez le concessionnaire et lui paye aussi chaque année en moyenne 3 tôles légères BG 32. Dans une concession sur 7 soit 14,2%, les paysans ne font pas paître leur bétail, cas de la Plantation Mbayo.

Concernant les effets positifs des concessions sur les paysans, les résultats relèvent que les concessions procurent la terre aux paysans pour l'ouverture des champs des cultures, du bois et de l'emploi comme ouvrier agricole dans 100% des concessions. Aucune de ces 7 concessions ne procure, ni de la viande, ni du lait aux paysans des alentours, car tout le bétail élevé dans ces concessions a été exterminé par les bandes armées au cours de deux guerres de libération (d'octobre 1996 et celle d'Août 1998) à l'Est de la RD Congo, ce qui a découragé la plupart des concessionnaires. Ces concessionnaires par le biais de leurs gérants donnent une superficie moyenne de 30,8 ares aux ménages agricoles pour exploitation (minima : 10 ares maxima : 41,2 ares, écart-type : 17,23).

CARACTÉRISTIQUES GLOBALES DE L'EXPLOITATION AGRICOLE PAYSANNE À BUGORHE ET IRHAMI - KATANA

La taille moyenne de l'exploitation agricole possédée au village par le ménage agricole ayant des champs de location en concession est de 30,9 ares (minima : 3 ares, maxima : 150 ares Ecart-type : 23,23). Pourtant, l'étude effectuée à Irambi - Katana par Lubuli Kilundu (de l'Université Evangélique en Afrique/UEA, 1999) révèle une taille moyenne de l'exploitation de 0,87 ha sur l'ensemble du groupement d'Irambi-Katana. Cet écart très significatif démontre que ce sont les ménages paysans disposant des terrains de petite taille qui recourent plus au système de métayage dans les concessions.

La typologie des exploitations agricoles paysannes dans les villages des métayers se présente de la manière suivante : 3 ares à 9 ares (7,2%), 10 ares à 49 ares (71%), 50 ares à 99 ares (19,9%), 100 ares à 150 ares (1,9%). Le plus grand nombre de terroirs paysans se situent entre 10 et 49 ares. Cette superficie dénote une grande exiguïté des exploitations agricoles paysannes dans le milieu étudié de Bugorhe et d'Irambi -Katana.

La même situation d'insuffisance des terres arables a été observée par l'étude de Bafakulera DJ. B. (2001), dans les groupements voisins de Miti et de Mudaka proches du Parc, poussant les paysans à recourir au système de métayage dans des concessions le plus proches de leur villages (Cas du domaine du Centre de recherche INERA – Mulungu et autres concessions).

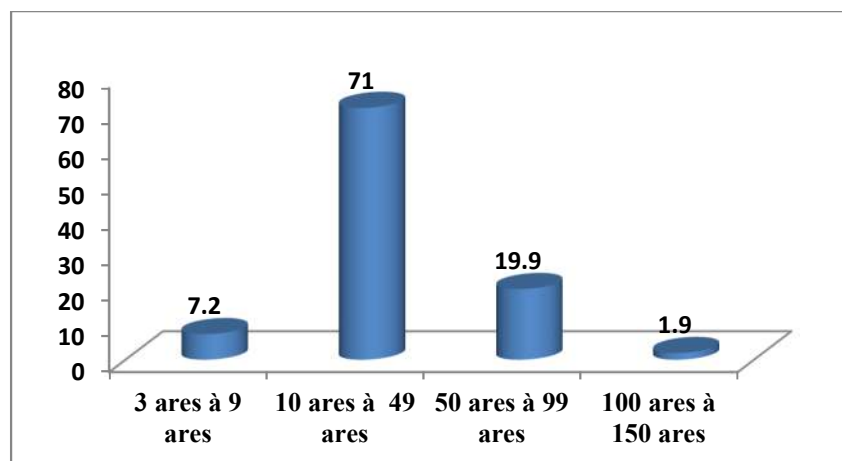


Fig. 6. Typologie des exploitations agricoles paysannes à Bugorhe et à Irambi- Katana (Territoire de Kabare, Rdc)

Nous référant à la typologie des exploitations agricoles de Tshongo Mafikiri (1994) dans son étude sur la problématique foncière au Kivu montagneux et à celle de Lubuli Kilundu (1999) à Irambi-Katana. Nous pouvons affirmer que 97,4% des exploitations agricoles paysannes de notre milieu d'étude sont de petite taille.

Selon Tshongo Mafikiri op cit., les exploitations dont la taille est inférieure à 0,85 ha sont des petites exploitations, qu'il appelle « les fermes immobiles », tandis que pour Lubuli Kilundu op cit. , les petites exploitations agricoles ont une taille inférieure à 0,5 ha.

Le statut foncier des exploitations agricoles paysannes : les champs de Kalinzi (Droit d'occupation coutumière et héréditaire) sont plus fréquents dans le milieu paysan (dans 68,4% de cas), ceux qui sont sous le régime Bugule (achat) représentent 30,9% et ceux du Bwasa (location annuelle) 0,6% ;

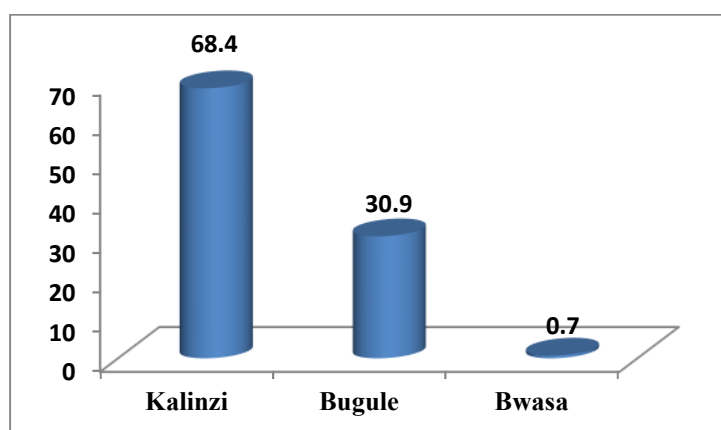


Fig. 7. Le statut foncier les terroirs paysan

Quant au niveau scolaire du chef de ménage : On compte parmi eux un grand nombre d'analphabètes (69,7%).

LES PRINCIPALES CULTURES PRATIQUÉES PAR LES PAYSANS DE BUGORHE ET D'IRAMBI –KATANA

Les principales cultures au sein de l'exploitation au niveau de village sont : le bananier (33,6 %) à l'époque en 2001, le manioc (30,8% de ménages), le caféier (15,9% des ménages), les haricots (8,6%), la pomme de terre (6,6%) et les autres cultures vivrières représentent 4,5% des cas. Avec la maladie du *Wilt Bactérien ou Banana Xanthomonas Wilt (BXW)* et celle de *BBTV (Banana Bunch Top Virus)* qui se sont attaqués aux bananeraies en Afrique Centrale et de l'Est au cours des 15 dernières années, la superficie de cette culture a connu une forte diminution ; le caféier et les cultures vivrières annuelles sont installés progressivement sur l'espace jadis occupé par la bananeraie. Malgré la menace qui pèse sur la bananeraie suite aux maladies précitées, « le paysan du Bushi, tient beaucoup à sa bananeraie qu'il considère comme sa zone de sécurité » (Hugues Dupriez, 1980).

Kevers G., 1956, dans son étude sur la région de Walungu en Territoire de Kabare, une contribution à l'étude du Kivu, cité par Masheka B.F., 2001 a remarqué que la bananeraie était d'une grande importance au Bushi du point de vue économique et cette culture pérenne occupait en 1956, 20,5 ares sur 1,44ha disponibles dans l'exploitation soit 14,2 % de la superficie.

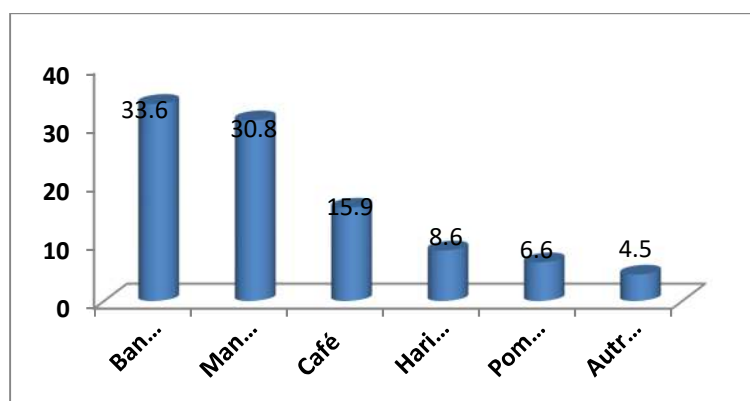


Fig. 8. Principales cultures pratiquées par les paysans de Bugorhe et d'Irambi –Katana (en 2001)

RELATION CONCESSION – PARC ET SUPERFICIE À NÉGOCIER AUPRÈS DES PROPRIÉTAIRES FONCIERS POUR LA ZONE TAMPON

EFFETS NÉGATIFS ET POSITIFS DU PARC SUR LES CONCESSIONS, EFFETS NÉGATIFS ET POSITIFS DES CONCESSIONS SUR LE PARC

Le Pnkb a des effets négatifs sur les concessions agricoles situées à sa périphérie. Les enquêtés exploitant des terrains dans ces concessions ont évoqué les ravages et le piétinement des cultures par les animaux du Parc (surtout les Babouins) dans 85,5% de concessions. Une concession sur 7 a été spoliée une partie de ses terres (2 ha) lors de la délimitation et bornage du PNKB soit 14,2% des concessions enquêtées (il s'agit de la concession *Cashisha* du *Dr Molima*, d'après son gérant). Cette concession qui avait été empiétée lors du bornage du Parc est située en groupement d'Irambi –Katana dans la localité Kahungu près du Secteur Nkenje, non loin de la chute touristique de Tshibati/ Lwiro et du Poste de Patrouille du Parc situé dans ce lieu (à Tshibati). A cet endroit conflictuel, la limite avec le Parc est matérialisée avec des arbres du genre *Grevillea robusta*.

Cependant, les enquêtés ont démontré, *les effets positifs du Parc sur les activités agricoles des concessions dont* la régularité des pluies dans le milieu (pluies de convection produites par l'évapotranspiration de la forêt du Parc (Lubini . A. C., 2008), la fraîcheur pour les plantes en saison sèche suite aux micro climats dus à la présence du Parc.

Au sujet des effets négatifs des concessions sur le Parc, il a été révélé par le Chef de Poste de patrouille de Tshibati du Pnkb de l'époque, lors de l'interview, qu'une partie du Parc National de Kahuzi-Biega avait été incendiée par le feu de brousse provenant des concessions voisines. C'est le cas de la concession *Nyangwira* de Monsieur *Katengura*, dans laquelle les métayers pratiquent l'agriculture sur brûlis et l'incinération des mauvaises herbes lors de l'ouverture des champs et à partir de laquelle une bonne partie de la forêt du Parc avait été incendiée en 2001.

Les résultats de l'enquête révèlent également que certaines concessions sont quelques fois utilisées comme refuge des braconniers pour les incursions dans le Parc (57,1% de concessions enquêtées).

Néanmoins, *les concessions présentent certains avantages vis-à-vis du Parc tels que*: les animaux du Parc broutent dans les concessions et consomment les résidus végétaux laissés après les récoltes, les paysans prélèvent le bois et accèdent à des champs dans les concessions, ce qui constitue une alternative à la sauvegarde des ressources ligneuses du Parc, les concessions donnent du travail à certains paysans sans terre, ce qui permet d'augmenter le revenu dans les ménages et de réduire conséquemment la pression des villageois sur la biodiversité du Parc.

L'étude dégage après entretien avec les gérants, les métayers et avec certains fils des propriétaires 494 ha de terres sur les 920 ha recensés (soit 53,7%), qui peuvent être éventuellement vendus au PNKB - ICCN pour la création d'une zone tampon, après négociation avec les propriétaires seuls capables d'en fixer le prix.

LES SUPERFICIES DES TERRES SOUS-EXPLOITÉES À NÉGOCIER AUPRÈS DES CONCESSIONNAIRES EN VUE DE LA CRÉATION DE LA ZONE TAMPON SE PRÉSENTENT COMME SUIT :

A Bugorhe : concessions Nyagwira (100Ha), Sironge (32Ha), Karambi (20Ha), la Plantation Mbayo (272Ha).

A Irambi-Katana : concessions Lushasha- Kabengereza (75Ha), Plantation Lushesha (70Ha). Pour les deux groupements, la superficie totale des terres à négocier est de 494Hectares.

Lors de l'enquête, nous n'avons rencontré aucun propriétaire de concessions car ils ne résident pas dans leurs Fermes.

Dans son ouvrage sur la gouvernance environnementale, TREFON T., 2008 avait fait mention des acteurs extérieurs non-résidents, ayant des intérêts à la périphérie des Aires protégées et dans les milieux Périurbains et qui exercent une grande influence sur l'utilisation des ressources naturelles locales ; il a appelé cette catégorie d'acteurs ou d'élites les « *Outsiders* ». Cet auteur insiste, qu'il faut tenir compte de cette catégorie des personnes et les inviter pendant le processus d'élaboration, de négociation et de signature de la *Convention de Cogestion* des Aires protégées avec les Communautés locales.

Dans la région du Sud-Kivu à l'Est de la RD Congo, certains propriétaires terriens arrivent à vendre certaines de leurs concessions ou anciennes plantations pour des raisons évidentes :

a) Cas de la Société agro-industrielle *Pharmakina* gérée par les Allemands, Fabricant de la Quinine à Bukavu qui exploitait environ 2.200ha de terres dans la région (in Rapport de l'Office Zaïrois du Café/Ozacaf-Kivu 1984, cité par Dupriez H. 1987), mais qui a fini depuis bientôt quinze ans, par vendre aux tiers certaines de ses plantations de Quinquina à cause de l'attaque par le *Phytophthora* et l'incapacité de mise en valeur de toutes les concessions.

Selon l'étude de Dupriez H. op cit, p.22, 38% des terres de la *Pharmakina* n'étaient pas mises en valeur en 1984, soit environ 836Ha. Même cas pour la société agro-industrielle *Irabata* implantée à Ngweshe/Walungu exploitant le Théier dont 43% de sa superficie était inexploitée à cette même période soit environ 688 Ha sur les 1.600Ha qu'elle possède dans cette Chefferie, selon le même auteur.

b) Cas du Comité *Anti-Bwaki*, une Organisation de développement œuvrant dans l'agropastoral, au Sud-Kivu qui a vendu en 2016 pour raison d'insécurité permanente dans la zone, une Concession de 14hectares en groupement de Kaniola, dans le Territoire de Walungu pour avoir eu des difficultés à l'exploiter pendant une vingtaine d'années pour des raisons sécuritaires.

En cas de vente de certaines concessions adjacentes au Parc par leurs propriétaires, et si les responsables du PNKB et de l'ICCN décideront de les acheter, ils les affecteront à la création d'une Zone Tampon entre le Parc et la Chefferie avec champs des cultures pour les petits paysans riverains à exploiter dans le *système agro-écologique*. Lors de la sélection des bénéficiaires, la priorité sera accordée aux anciens métayers de ces concessions.

TAUX D'EXPLOITATION DES CONCESSIONS ET CONTRATS FONCIERS

Aucune concession n'est habitée par des personnes. Toutes les concessions enquêtées sont exploitées par les métayers sous le contrat foncier de Bwasa (un contrat de location très précaire). La plupart des concessions enquêtées sont insuffisamment exploitées par leurs propriétaires (en moyenne 20,7% seulement de la superficie des concessions adjacentes est exploitée par les propriétaires, les métayers en exploitent 43,3% et 36% des terres sont en friches). Sauf la plantation Mbayo en Groupement Bugorhe dont le propriétaire exploite lui-même environ 70% de sa concession contre 10% exploitée par les métayers et le reste de la concession étant en friche.

Les paysans des villages voisins exploitent la plus grande superficie de terres de ces concessions par des cultures vivrières. Sachant que la destination originelle de la plus part de ces concessions a été détournée, car les cultures industrielles (quinquina, café) et bétail ont été presque abandonné laissant place au métayage.

La profondeur de mise en valeur des concessions par les paysans est de 307m en moyenne (minima : 100m et maxima : 650m).

En ce qui concerne *le contrat foncier*, le paysan-métayer doit payer annuellement la redevance foncière en nature, en espèce ou sous-forme de travail. Pour accéder aux terres des concessions, il suffit que le paysan contacte le gérant et lui donne une poule ou une tôle légère BG32 équivalent à 6\$US et accepter de payer la redevance annuelle. La plus grande difficulté pour les métayers réside cependant, dans le paiement de la redevance foncière annuelle (le Chishoko en langue locale) et les prestations hebdomadaires obligatoire dans les champs des concessionnaires dont la valeur est estimée à 31,2\$ en moyenne par an plus trois tôles légères BG32 (dans le milieu une tôle légère coûte 6\$Us). Le coût total de la redevance foncière est ainsi estimé à 49,2\$ par an.

Les principales cultures pratiquées dans les concessions sont :

- a) Les Cultures de rente : café, quinquina, théier étaient pratiquées à l'époque, sauf dans les plantations Mbayo dans laquelle les cultures de rente (Théier et Quinquina) sont encore pratiquées.
- b) Les Cultures vivrières pratiquées par les métayers sont: le Manioc, le Haricot et la Pomme de terre.

5 RECOMMANDATIONS POUR UNE GESTION OPTIMALE DES TERRES DES CONCESSIONS LIMITROPHES COMME ZONE TAMPON ENTRE LA CHEFFERIE ET LE PNKB

Pour une gestion optimale des terres des concessions adjacentes au Parc comme zone tampon, l'étude recommande ce qui suit :

Que le projet PNKB – GIZ et l'ICCN contactent les propriétaires des concessions proches du Parc par le biais des émissaires locaux, membres des comités de conservation communautaire (CCC) et négocier auprès d'eux, l'achat des terres en friche ou sous-exploitées dans sa périphérie.

Créer une zone tampon avec les terres achetées et après identification des bénéficiaires les distribuer sous-forme de champs aux paysans sans terre ou ayant des petits lopins aux alentours du Parc à Kabare en Groupement d'Irhambi- Katana et de Bugorhe, sans redevance foncière comme par le passée, mais avec un *Protocole d'exploitation* dûment signés entre le PNKB et chaque paysans bénéficiaire avec la collaboration des comités de conservation communautaire (CCC) travaillant déjà en partenariat avec le Parc dans sa périphérie.

Les femmes actives dans l'agriculture ou celles qui ont déjà exploité des champs dans les concessions sous le système de métayage seront sélectionnées parmi ceux qui auront à signer le Protocole d'exploitation qui sera proposé par le Pnkb ou le CCC pour des champs dans la Zone Tampon. L'aspect genre sera pris en compte lors de l'identification des bénéficiaires des lopins des terres.

Le mode d'exploitation repris dans ce Protocole devra être compatible avec la conservation du Parc et le protocole devra être assorti des mécanismes de règlement des conflits et les obligations des différentes parties prenantes. Si le PNKB – ICCN le veut, pourra confier la gestion de la zone tampon aux comités de conservation communautaire (CCC) de Bugorhe et d'Irhambi-Katana actifs dans le milieu et qui se chargeront de l'identification des bénéficiaires des lopins de terre, de la distribution des champs aux paysans, de leur accompagnement technique dans les aménagements fonciers et l'exploitation.

Les parcelles de la zone tampon ne seront pas hypothéquées par les exploitants bénéficiaires, cédées, ou vendues aux tiers et ne pourront pas être transmises par hérédité pour éviter les conflits de succession. Bref, le bénéficiaire ne pourra, dans aucun cas aliéner le fonds. En cas de décès de ce dernier, le droit de jouissance s'éteint ; le Pnkb et le CCC attribuent le champ à un autre paysan (ne) riverain remplissant les critères d'éligibilité.

Le système *Agro-Sylvo-Pastoral* incluant l'agroforesterie et l'élevage est le mode d'exploitation des terres qui sera préconisé dans la zone tampon créée, consistant en une association de l'agriculture biologique, du boisement et de l'élevage. Ce système est mieux indiqué pour la région riveraine du Parc à Bugorhe et à Irhambi – Katana, car il s'agit d'un milieu à relief montagneux (en moyenne 2.113 m d'altitude) exposé à l'érosion, dans lequel il s'observe une crise aiguë du bois de chauffe et de construction.

Dans leur recherche commanditée par le PBF-GTZ-PNKB, Muhigwa B. J.B, et al. 2007 sur l'aménagement d'une zone tampon autour du PNKB, avait également recommandé la plantation des arbres dans le secteur communautaire de Mudaka (Kabare) et Izege (Walungu) à travers un reboisement intense pour faire face à la crise criante du bois constatée dans la périphérie du

Parc en haute altitude. Cette équipe avait proposé les essences à utiliser pour le reboisement de cette zone tampon, les stratégies à mettre en œuvre et les acteurs à impliquer.

Aussi, le système *Agro-Sylvo-Pastoral* préconisé dans la présente étude en Groupement de Bugorhe et d'Irhambi-Katana a fait ses preuves dans d'autres pays de la sous-région des Grands Lacs à relief montagneux, où il a été pratiqué dont le Burundi et le Rwanda, où les haies- vives de *Calliandra calothyrsus* (légumineuse arbustive) produit 5 à 15Tonnes de biomasse à l'hectare et utilisée comme fourrage, paillis et tuteur.

Dans ce système des cultures, le paysan produira en même temps la nourriture, le fumier et la biomasse pour fertiliser les champs, le fourrage pour le bétail et le bois de chauffe et de construction.

Ce mode d'exploitation des terres jouera également un rôle capital dans la conservation des écosystèmes du Parc et de la zone tampon et dans toute la région. Les arbres agro forestiers plantés dans les champs, contribueront à la lutte contre le réchauffement climatique qui se fait déjà sentir dans la région du Bushi, avec des saisons sèches précoces et plus longues que par le passé, ainsi que par les phénomènes météorologiques extrêmes comme la grêle, l'ouragan, les inondations et l'érosion suivi des glissements des terrains.

Les paysans bénéficiaires des champs dans la zone tampon, devront recevoir de la part des animateurs des Comités de conservation communautaires (CCC) jouant le rôle d'interface vis-à-vis du Pnkb-Iccn et ceux des associations locales de développement œuvrant dans l'agriculture et primés par le Pnkb-Iccn, une formation adéquate en agriculture durable ou *agro-écologie* respectueux de l'environnement, à travers des champs-écoles paysans créés pour cette fin dans la zone tampon.

Les ménages agricoles exploitant les champs de location dans les concessions à la limite du Parc et identifiés lors de la présente étude s'élevaient à 473 ménages agricoles (des métayers), ce qui donnerait une superficie d'environ 1,04 ha à attribuer à chaque ménage riverain bénéficiaire au cas où le PNKB – ICCN appuyé par ses partenaires accepterait d'acheter

les 494 hectares des concessions adjacentes en friche ou sous- exploitées en faveur des petits paysans des alentours sans terres ou ayant des petits lopins.

La superficie du champ à octroyer à chaque paysan riverain dans la zone tampon, pourrait varier entre 60ares et 100ares par ménage au cas où le nombre de bénéficiaires aurait augmenté entre la période de l'enquête et celle de la présentation de l'étude.

Une recherche effectuée au Projet Agro Pastoral de *Nyabisindu* au Rwanda, cité par Muhigwa B. J. B. 1999 avait démontré qu'un ménage de 6 personnes pouvait subvenir à ses besoins alimentaires avec un champ de 93ares, à condition de l'amender régulièrement avec de la fumure organique. Et les recherches de Kevers G. 1956 p. 1253, réalisées à l'époque coloniale, sur la région de Kabare et de Walungu au Sud-Kivu RD Congo, cité par Masheka B. F., 2001, ont démontré qu'une famille moyenne (de 6 à 7 personnes) pouvait se nourrir avec un terrain de 79ares à condition que les champs soient fumés régulièrement, y tirer des récoltes sans appauvrir le fonds.

La superficie de terres octroyée aux paysans dans la zone tampon leurs permettra de subvenir aux besoins alimentaires de leurs familles et dégager un revenu monétaire. Ces derniers pourront, désormais exercer moins de pression sur les ressources du Parc. La majorité de ces paysans n'ayant pas suffisamment de terres cultivables dans leurs villages.

Le morcellement par les chefs de ménages du terrain obtenu dans la zone tampon en faveur de leurs descendants sera interdit, cela pour éviter l'exiguïté des parcelles agricoles déjà décriée dans la région du Bushi (Masheka B. F. 2001, Op cit.).

Nous référant aux expériences et observations faites au Projet Agro Pastoral de *Nyabisindu* au Rwanda et celles de Kevers G. à Walungu et Kabare, les parcelles agricoles qui seront distribuées dans la Zone Tampon créée autour du Pnkb à Irhambi-Katana et à Bugorhe ne devront pas avoir une superficie inférieure à 60 ares, sachant qu'au village le paysan dispose déjà de 30,9 ares en moyenne, ce qui donnerait par ménage agricole bénéficiaire un total environ 90,9 ares.

POUR RENTABILISER LES CHAMPS DES CULTURES DE LA ZONE TAMPON, LES PAYSANS POURRONT PROCÉDER DE LA MANIÈRE SUIVANTE :

- Protéger le sol contre l'érosion et le lessivage par l'installation des haies anti-érosives aménagées en courbe de niveau à base des légumineuses arbustives notamment *Calliandra calothyrsus*, (*Benth*), *Leucaena leucocephala*, (*Lam.*) de Wit, couplées de graminées du genre *Trypsacum laxum* (*L*), plantées en quinconce, en amont. Et d'autres arbustes comme *Tithonia diversifolia* (*Gray*) produisant des grandes quantités de biomasse.
- Intégrer les arbres agro-forestiers dans les champs à des distances raisonnables sans créer trop d'ombres, tels que *Cedrella serrulata*, *Grevillea robusta* (*A.Cunn.ex R.Br.*), *Maesopsis eminii* *Eng.*, *Markamia platycalyx* (*Baker*) *Sprague*, *Sesbania Sesban* (*L.*) *Merr.*, *Psophocarpus scandens*, *Tephrosia vogelii* (*Hook.f.*)

- Ouvrir des champs fourragers spécifiques sur une partie du champ en y plantant des graminées du genre *Trypscum laxum*, *Setaria sphacelata* (P.Beauv), *Pennisetum purpureum* (Schumach). et *Frech camerounaise*) et des légumineuses basses telles que *Desmodium Triflorum* (L.) DC., *Stylosanthès guyanensis* et *Gracilis* (Kunth). Ces légumineuses basses et les légumineuses arbustives riches en protéines seront fauchées périodiquement et alimenteront le bétail élevé en stabulation au village ou feront le paillage du champ avec la biomasse excédentaire de la taille.
- Chaque ménage agricole devra élever quelques animaux en stabulation et principalement les petits ruminants (*Caprins et Ovins*) et les cobayes, espèces très rustiques dans la région, les Porcs et les vaches laitières déjà acclimatées, en vue de produire de la fumure organique pour les champs de la zone tampon car seule la biomasse issue des arbres et des haies vives ne peut suffire pour la fertilisation des champs (Henk Breman, 2012 et IFDC, GIFS ou Gestion intégrée de la fertilité du sol, in Séminaire sur l'agroforesterie intensive à Goma/Ihusi, Est-Rdc, Juin 2012) . La fumure organique ainsi produite dans l'étable au village sera transportée jusqu'au champ par la main d'œuvre familiale.

Les recherches menées par BIRRE A. (1967) ont démontré que les animaux élevés dans l'étable en stabulation donnait des grandes quantités des fumiers et déjections pour la fertilisation ; selon ses recherches, un Ovin adulte produit 500 Kg de fumier/an avec 500litres d'Urines ; un Porc adulte : 1.400Kg de fumier par an avec 900litres d'urines et un Bovin adulte : 10.000 à 11.000Kg de fumier/an avec 16.000litres d'urines.

Les paysans exploitant la zone tampon recevront du Pnkb et des CCC une formation adéquate en techniques de conservation des sols, en fertilisation basée sur la GIFS et en gestion de la fumure organique au niveau de l'étable en évitant sa dessiccation sous l'effet du soleil et son égouttage sous l'effet de la pluie en cas de stockage sur une pente.

Selon JOSSET G. (1990), les différents secteurs de l'exploitation agricole sont en interaction systémique : les cultures, la défense arborée (avec les arbres agro forestiers), la défense herbacée (avec les graminées), la défense arbustive (avec les légumineuses arbustives), l'Homme/Main d'œuvre familiale et l'élevage.

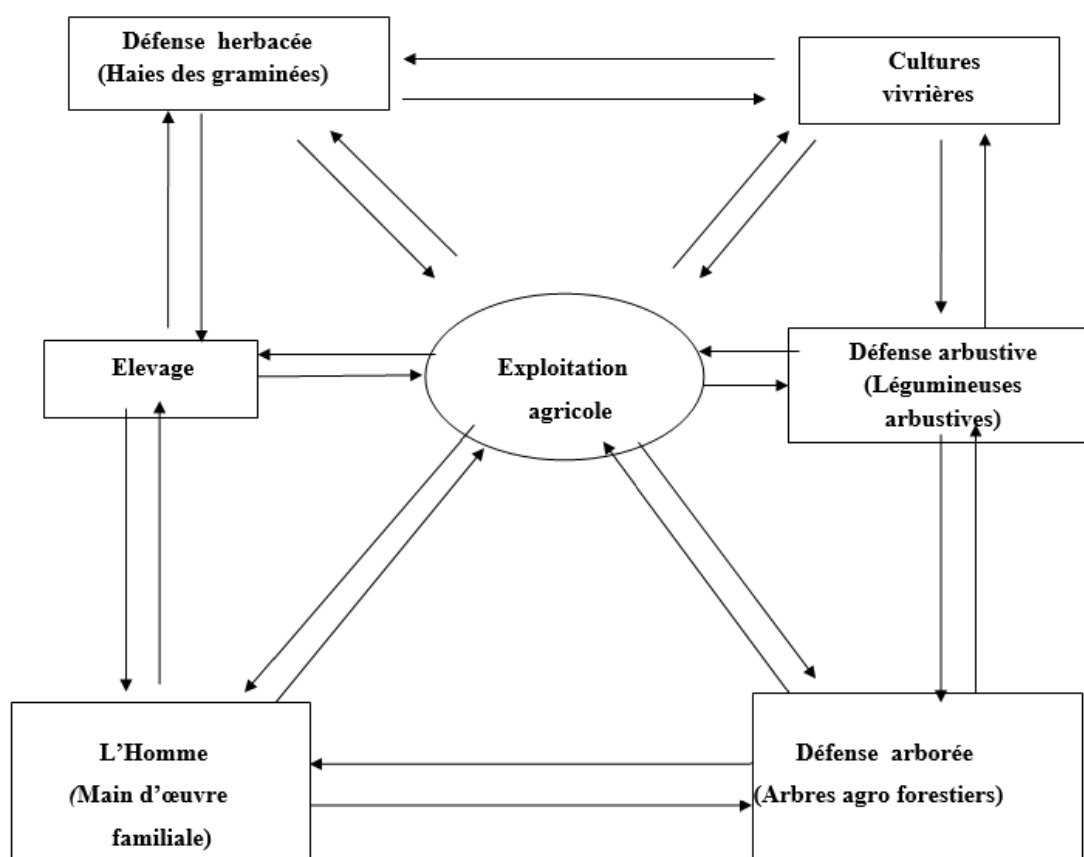


Fig. 9. Représentation systémique des interactions entre les différents secteurs de l'exploitation agricole (Source : JOSSET G., 1990)

6 CONCLUSION GENERALE

La présente étude, était consacrée à l'analyse des possibilités d'aménager une zone tampon autour du Parc National de Kahuzi-Biega en haute altitude (Nord-Est) en Groupement d'Irhambi - Katana et de Bugorhe dans le Territoire de Kabare, RD Congo.

Elle avait pour objectifs : d'identifier les concessions adjacentes au Parc entre la route Bukavu-Goma et la limite du Parc, d'identifier les parties prenantes impliquée dans l'utilisation de ces terres, d'analyser le mode de gestion de ces terres ainsi que la relation entre ces concessions avec le Parc et avec la population, d'analyser l'impact de ces concessions sur le Parc et sur les populations riveraines, de suggérer une possibilité de gestion optimale de ces terres comme zone tampon entre la chefferie et le PNKB.

La zone tampon une fois créée autour du Parc, contribuera à donner de la terre aux petits paysans des alentours sans paiement de la redevance foncière et sans prestations hebdomadaire dans le champ du concessionnaire comme par le passé. Le contrat foncier jadis précaire passera d'une année à plusieurs années. Ainsi le ménage agricole pourra jouir d'une certaine sécurité foncière. Les femmes souvent marginalisées par la coutume, pourront désormais accéder à la terre et signer le protocole d'exploitation avec le Pnkb ou avec les CCC car, nombreuses pratiquent l'agriculture et lors de l'enquête elles représentaient 57,9% des métayers trouvés au champ. Dans l'identification des bénéficiaires il sera donc tenu compte de l'aspect genre. Parmi les critères, il faudra être actif dans l'agriculture pour être choisi comme bénéficiaire d'un lopin de terre dans la zone tampon.

Grâce aux activités alternatives (dont l'agroforesterie) menées dans la zone tampon par les petits paysans riverains du Parc, ces derniers exerceront moins de pression sur les ressources forestières ligneuses du Parc car disposant du bois dans leurs champs des cultures.

Les résultats de l'étude ont révélé ce qui suit :

Sept concessions adjacentes au PNKB accordent des champs de location à 473 paysans sous le système de métayage dans les groupements d'Irhambi et de Bugorhe. Ces concessions couvrent une superficie de 920 ha. La taille moyenne des exploitations agricoles au niveau du village ou terroirs paysan est de 30,9 ares. Les paysans qui recourent au système de métayage dans les concessions sont ceux-là qui ont des terrains de petite taille. La taille du ménage est de 7 personnes en moyenne. La superficie des terres de location exploitées dans les concessions par les paysans est en moyenne de 30,8 ares par ménage. L'exploitation des concessions par les propriétaires est insuffisante. Ce sont les paysans qui exploitent la grande partie sous le système de métayage et une autre partie est en friche. Les paysans payant une redevance foncière très chère, estimée à 49,2\$US par an.

L'exploitation des champs des concessions adjacentes n'est pas optimale, car les sols ne sont pas protégés contre l'érosion et il s'observe une faible fertilisation des cultures avec la fumure organique et avec les engrais minéraux. Aussi, la biomasse est peu valorisée car une bonne partie est incinérée par les paysans lors de l'ouverture des champs des cultures d'où la nécessité de la rentabiliser par l'enfouissement (*Kutabira* en langue Locale).

L'appui technique et financier à apporter aux ménages agricoles qui auront des champs dans la zone tampon sera basé essentiellement sur *l'association agro-sylvo-pastorale*, ce qui permettra aux paysans de produire des aliments, la biomasse et la fumure organique pour la fertilisation et les bois. Ce système de culture est très bénéfique et contribue de manière considérable à la lutte contre le réchauffement climatique grâce aux arbres plantés dans les champs de cultures. Pour ce faire, ces paysans exploitant des champs dans la zone tampon recevoir une formation en agriculture durable et en conservation des ressources naturelles.

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier le Chef du PNKB de l'époque, Monsieur Kasereka Bishikwabo et l'ancien Chef de mission de la Coopération Allemande (GTZ), Monsieur Oswald Klein, pour avoir commandité l'étude et financé la logistique pour les enquêtes de terrain en concessions et dans les villages riverains du Parc en Territoire de Kabare. Nous remercions également, le Professeur Muhigwa Bahananga Berchmans de la Faculté des Sciences de l'Université Officielle de Bukavu pour l'accompagnement de l'étude sur le plan méthodologique.

REFERENCES

- [1] BAFAKULERA DJ. B., 2001, Le système de métayage envisagé comme alternative à l'insuffisance des terres arables dans la Haute-altitude autour du Parc National de Kahuzi-Biega. Cas des groupements de Miti et de Mudaka. Etude réalisée au PNKB, 26 p.
- [2] BAKONGO M. , 200, Analyse des perceptions des Fermes et du Parc par la Communauté de la région géographique du Couloir écologique du Pnkb : Proposition d'une stratégie de réhabilitation, Mémoire -Isdr, Inédit 67p.
- [3] BIRRE A., 1967, Une politique de la terre, Ed. vie et action, Lille, 375p.
- [4] BOGAERT J. 2008, Ecologie du paysage, Unikis – Faculté des sciences, Msc /Reafor
- [5] ICCN-PNKB, 2000: Plan de gestion du PNKB.
- [6] Institut Congolais pour la Conservation de la Nature (ICCN), 2009, Plan général de gestion du PNKB 2009-2019, Kinshasa, RD Congo 129p.
- [7] JOSSET G., 1990, Aménagement villageois et du terroir, Ed. Maisonneuve la rose, Paris, 148p.
- [8] DUPRIEZ H., 1980, Paysans d'Afrique noire, Ed. Terre et vie, Belgique, 253p.
- [9] DUPRIEZ H., 1987, Bushi, l'asphyxie d'un peuple.
- [10] FISCHER, C. 1996, La végétation du Parc National de Kahuzi-Biega (Sud-Kivu, Zaïre), Gerhart Stagg, 93pp.
- [11] IFDC et BREMAN H., 2012, Séminaire sur l'agroforesterie intensive tenu à Goma/Ihusi, Est-Rdc, du 18 au 20 Juin 2012, Inédit.
- [12] KARHAGOMBA B. I. et al (2013), Perspectives de gouvernance environnementale durable dans la région de Lwiro (Sud – Kivu, RD Congo), In Revue VERTIGO
- [13] KEVERS G. , 1956, Contribution à l'étude du Kivu, Monographie de la région de Walungu en Territoire de Kabare, In Bulletin agricole du Congo-Belge, Vol. XLXII, N°5.
- [14] LUBINI C. A. , 2008, Botanique Forestière, Unikis, Faculté des Sciences, Msc/Reafor
- [15] LUBULI K.Y., 1999, Evaluation du potentiel de reboisement dans le groupement d'Irhambi, UEA- Bukavu
- [16] MAFIKIRI T. , 1994, La problématique foncière au Kivu montagneux (Zaïre) » Thèse de Doctorat, CIDEP, Belgique, 184 p.
- [17] MAGAMBU M. J. (2013), Etudes ethnobotaniques et ethno linguistiques des ressources ligneuses utilisées par les populations du couloir écologique du PNKB.
- [18] MASHEKA B. F. 2001, Analyse des possibilités d'exploitation rationnelle des sols disponibles dans le groupement de Kaniola, Izege et Ikoma ; Territoire de Walungu, Mémoire, Isdr, 108 pp.
- [19] MICHAËL MÜHLENBERG et al , 1995, Le Parc National de Kahuzi-Biega, 52 p.
- [20] MUDINGA E. M., et al, 2013, Analyse critique du processus de Cogestion du Parc National de Kahuzi-Biega en RD Congo, In Revue Vertigo Hors – Série 17
- [21] MUHIGWA B. J.B, et al. 2007, Etude de l'aménagement d'une zone tampon du PNKB dans le secteur communautaire de MUDAKA et IZEGE, Via un reboisement intense, PBF – PNKB, 58pp.
- [22] MUHIGWA B. J.B, et al. 1999, Gestion du Terroir, Ravageurs des cultures et Etat Nutritionnel à Ciherano en Territoire de Walungu, Sud- Kivu, in Cahier du CERPRU, N° 13.
- [23] SHALUKOMA CH. , Le Parc National de Kahuzi Bièga et les Pygmées de son « Hinterland »
- [24] TREFFON, T. 2008, Gouvernance environnementale en Afrique Centrale : Le mode participatif en question, Belgique, Musée Royale d'Afrique Centrale/ MRAC, 278 p.
- [25] WILS W., CARAEL M. et TONDEUR G., 1986, Le Kivu montagneux : Surpopulation, Sous-nutrition et Erosion du sol, Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer, Bruxelles, 181pp

The spatial and functional dimensions of the urban policy in the internal urban margins of the city of Casablanca : The case of Sidi Moumen district

Yassine Aoussar

Center for doctoral studies: Spatial dynamics; Planning and territorial development, University of Cadi Ayyad,
Marrakech, Morocco

Copyright © 2018 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 Sidi Moumen district of Casablanca, which is considered here in its social, functional and spatial dimensions, is an unacceptable standard in the face of Casablanca's will to modernize. The practices and data of marginalization have historically built its symbolic pocket. Socially and contrary to the hierarchical and holistic notion of marginalization, the province is home to a diverse population ranging from the poorest to the middle classes. Contrary to the prevailing notion that this area is isolated or isolated and characterized by anomalies, it provides resources at the city-wide scale. In order to understand this issue the effectiveness of this intervention in solving the housing crisis in Casablanca in general and in the district of Sidi Moumen in particular and the forms of spatial configuration in this sector of the city, the extent of effectiveness of this form of management and its functional and spatial dimensions in the organization of the urban area of the city Casablanca, by reference to the previous management experiences of the urban area of Casablanca and the analysis of the territorial policy of the Sidi Moumen district. This raises the problem that we will try to answer, which relates to the inputs and outputs of the territorial policy in Sidi Moumen, including Casablanca. And the limits of this policy? Based on an analytical descriptive approach to examine the parameters of this policy and its description, and the staff of critical approach to relate the subject to its general context and to analyze the reality of the land policy in the interior urban marginal areas and the requirements of justice.

KEYWORDS: Land policy ; re-housing ; urban margin ; urban deficit; Urban development; Spatial-social justice.

1 INTRODUCTION

The cities of the south suffer from many problems related to the great urban growth, accompanied by a quantum leap in the area of housing quantitatively and qualitatively, which led to the emergence of the phenomenon of Interpol or the giant cities such as the Casablanca in Morocco, whose population exceeded 3.000.000 people. The emergence of inappropriate forms of housing especially for the urban outskirts of the city. A new urban problem has emerged in the urban area, which is mainly related to the optimal management of this area, namely the problem of housing large categories of urban residents in decent housing with the necessary conditions for housing where the scenes of fragility and exclusion. The province of Sidi Moumen is part of the urban area of the city of Casablanca. It is located in the south-east of the Metropole. It is bordered by administrative borders with Sidi Ben Bernoussi and Ain el Sabe'a on the north. It is bordered by the south of Moulay Rachid and to the east by the Tit Melil group. Al - Mohammedi neighborhood.

This province constitutes an area of popular habitation. From 2003, it was an area of first-class inadequate housing, the year of "terrorist" events that the city of Oval in this history has known. This has provoked an urgent intervention with the issue of inadequate housing in the city in general. The field in particular, and an administrative measure for the whole field of Casablanca to achieve the principle of justice in terms of collective equipment. The district discussed here is both social, functional, and spatial. It is considered an unacceptable criterion in the face of the will of the modern city of Casablanca. The practices and data on marginalization have historically built their symbolic pocket. The province is home to a diverse population ranging from the poorest to the middle classes. Contrary to the prevailing notion that this area is isolated or marginalized and characterized by anomalies, it provides resources at the city-wide scale.

To this end, we have decided to address the issue in this area in order to understand the effectiveness of this intervention in solving the housing crisis in Casablanca in general and the Sidi Moumen province in particular and the forms of spatial

configuration in this sector of the city, namely the effectiveness of this measure and its functional and spatial dimensions in organizing the urban area of the city of Casablanca; In reference to the previous management experience of the urban area of Casablanca and the analysis of the territorial policy of the Sidi Moumen district.

2 METHODOLOGICAL FRAMING

2.1 PROBLEMATIC STUDY

The problems of urbanization occupy an important place in academic studies, especially with the great needs of the urban population. The first of these needs is access to housing. This need is distinguished from multiple dimensions and effective urban planning, which is manifested through the development and rational organization of the field. Since the colonial period, Morocco has known the problem of resettlement but is in line with the colonialist approach of discrimination between Moroccans and Europeans with the architect "Henri Prost". With the independence of the country, the model of Michel Ecochard continued in 1954, «Michel Pinsceau» in 1983, which did not change the policy of urban planning of the city of Casablanca, and with the beginning of 2008 was approved the new Master plan of urban planning to guide the urbanization set by the Urban Agency of Casablanca and French Institute of Studies, which marked the outline of a new plan in the field, In order to respond to the urgent requirements imposed by the economic and social situation of the city and the colonial heritage; many urban processes have appeared in the internal urban margins in general and in the province of Sidi Moumen in particular, and mechanisms have been put in place to implement them and accelerate the response to their inhabitants "Urbanization Group" and "Incorporating Housing" ...

Thus, the general problem revolves around the following question:

- To what extent has the State's policy of internal urban margins resolved the housing crisis in Sidi Moumen district and the achievement of social efficiency and social justice?
- What is the status of collective equipment in the province? Has the State strategy in this area achieved the objectives expected of it?

2.2 THE IMPORTANCE OF THE STUDY

The importance of this study lies in the characteristics of the urban policy of Morocco in general and the city of Casablanca in particular and the Sidi Moumen district in particular. This policy is a continuation of what has been drawn since the colonial period, where the spatial differentiation within the city and the dumping of peripheral urban areas with new problems to achieve the Casablanca Center radiation globally , In addition to the weakness of the measure in which the collective organization is floundering and the continuation of the guardianship of the Ministry of the Interior and weak coordination, which weakens the level of development in these areas.

2.3 SELECTION OF THE FIELD OF STUDY

The choice of the province of Sidi Moumen was not an arbitrary choice, but its wisdom is an objective reason related to the development of urban policy in the urban area of Casablanca since the city's first urban planning period of protection in 1917. It opened the city to the private sector and the oval city became a symbol of "free urbanization"¹ With a capitalist character², characterized by inequality and exclusion of large segments of the population living on public aid.

2.4 OBJECTIVES OF THE STUDY

The general objective of this study is to identify the urban policy of the marginal urban districts of Casablanca and their contribution to local development in Sidi Moumen district as a model for this study to highlight the importance of urban planning in achieving local development in general and in fragile areas in particular.

¹ - Dethier. J(1970) : 60 ans d'urbanisme au Maroc. L'évolution des idées et des réalisations. B.E.S.M. n° 118- 119, p : 16

² - شويكي المصطفى (1996): الدار البيضاء مقارنة سوسيو مجالية ، جامعة الحسن الثاني- عين الشق كلية الآداب و العلوم الإنسانية الدار البيضاء. سلسلة الأطروحات والرسائل- الطبعة الأولى. ص:42

3 CONCEPTUAL FRAMING OF THE STUDY

The subject of the urban phenomenon and exploring its surroundings in the city of Casablanca reveals an internal principle that does not exempt the researcher from trying to create a conceptual apparatus capable of clarifying the study project and deepening the debate on the problems posed by the urban field. On a strategy adopted by the state to combat inappropriate housing and improve the quality of urban fabric of the city, and this policy is in two forms:

- Re-housing in the neighborhoods of self-construction: where the allocation of ground units for the beneficiaries of the process to cost the latter to build its housing, and comes a second phase associated with the processing of the neighborhood, and then developed the last phase since 2007 since the process of fragmentation and processing is provided by the Urbanization Group.
- Re-housing in apartments: This process has become characteristic of the urban fabric of large cities due to high property prices and shrinking of bare land. The population of this type of housing is often associated with housing policy to pay for the apartment.

In the context of the optimal management of the land areas and the development of governance mechanisms "in the direction of exclusion of the approach of discrimination and selection of the galaxy to calculate the balance of odds approach to the various territorial and demographic units"³, the Authority adopted a new concept of approaches in the formation and management of the urban area under the terms of "The city's policy, "and they are quotations from the French school. Despite this approach, it is the culmination of the victory of" geographers who have managed to penetrate the public policy sphere with a term they have adopted without others"⁴.

The policy of land or city policy as a concept raises a number of problems related to the definition of this policy, and determine the scope of application, and the role of the state and local communities, and the issues that relate to them. This is not only in terms of language (the connection of the concept of politics to the concept of the city), but in practice. This policy usually takes several meanings and is linked to approaches, functions or competencies that may meet or clash with one another.

Thus, the city's policy in Morocco may also benefit:

- State policy in the economic, social and cultural fields at the urban level (without the rural area), thus synonymous with "urban policy";
- Sectoral policy pursued by a specific ministry, the "Ministry of Housing and Construction..." means the package of measures, institutions and programs applied by this ministry in cities;
- Local politics conducted by local communities at the city level within existing laws (the degree of decentralization);
- Policies pursued by the external or sectoral interests of each city, within the degree of decentralization followed in the areas of education, employment, security, health, culture and transport...;
- National policies or programs of interest to cities such as the National Initiative for Human Development, the Urban Rehabilitation Program, the Cities Without Slums Program, the Waste Collection and Wastewater Treatment Program...

This is in addition to the social policies carried out by a number of ministries or institutions such as the Ministry of Social Affairs, the Agency for Social Development, the regional development agencies (in the north and the south), the Mohammed V Foundation for Solidarity ..., All of which are in the social sphere⁵.

Thus, according to some of the jurisprudence and experience in a number of countries of the world, the policy of the city is "the policy pursued by public authorities to address the spatial and social imbalances of cities." It is about a partnership between the state (in different sectors), local communities, the private sector and civil society on specific projects, which is a kind of social contract for the benefit of the population and the affected areas of the city.

This states that the policy of the city is dirt and voluntary and general:

³ - المودني عبد اللطيف (2013): الديناميات المحلية وحكمة الدولة . أفريقيا الشرق . الدار البيضاء ص: 6
⁴ - أجلا ب رشيد (2011): التنمية الترابية وآفاق التدبير الترابي بالمغرب . مجلة جغرافية المغرب - مجلة إلكترونية . ص: 1
⁵ - بهوض محمد (2012) : سياسة المدينة في المغرب – وزارة السكنى والتعمير وسياسة المدينة- المنتديات الجهوية – الحوار الوطني: سياسة المدينة . أبريل – ماي 2012 ص: 4-5

- Terrestrial: in the sense that it brings together a number of actors (state, local communities, sectoral interests, private sector, civil society associations) to work in a specific land area.
- Voluntary: in the sense that it is embodied in physical and human means provided by the State and its partners directly to a particular land and population, in the form of specific "programs", in addition to sectoral programs.
- General: that it responds to a pattern of public intervention within the framework of a specific strategy to integrate the affected land areas, within the framework of a comprehensive policy for the preparation of regional and national soil⁶.

What are the objectives of this policy?

In the last 30 years, the city's policy has emerged as a political reaction to the intensification of urban problems in a number of Western countries (especially with the emergence of marginal problems). It has been forced to think about developing special programs to address these problems. It has been given various names such as: "Social City", "Social Development Decade for Neighborhoods", "City Quality Charter", "Urban Renewal", "Local Agenda 21", "Local housing scheme", "city policy" and the like. However, regardless of the designations, the most important goals set by most of the countries concerned for these programs are:

- Mitigating or eliminating perverse imbalances (the difference between rich and poor neighborhoods and fighting the cantons), with a view to achieving some urban harmony between the city's areas⁷;
- Providing the affected areas with infrastructure and infrastructure in the fields of: land administration, education, culture and arts, reconstruction and housing, health, environment, recreation...
- Supporting the economic development of the affected areas by creating job opportunities, encouraging training and initiative and transforming these areas from economically weak margins into economic zones that contribute to local development;
- Achieving social harmony by integrating marginalized areas and groups (unemployed, youth, women, the disabled, the elderly, and the poor) into the existing urban fabric;
- Democracy and governance, extending the circle of political participation (local communities, the private sector, civil society associations ...), improving the management of water and human resources and building local capacities; • Improve the image and attractiveness of these areas, by renewing their urban fabric, improving their living environment, ensuring security and combating drug and violence phenomena⁸.

Urban development: Urban development can be defined as a "balanced, cumulative and permanent increase over a defined period of time in various aspects of life in accordance with pre-defined plans and programs of different levels (national, regional, local) Or new"⁹. In other words, urban development can be described as moving a society from an existing situation with many negatives into a more advanced situation, in which the urban dimension reflects the features of this more advanced situation within the context of what can be exploited by society's potential assets and potentials, , Through the development of programs compatible with the members of the community and specific goals and times and formulated very carefully meet the aspirations and hopes of this community.

The urban margin: Although the use of the concept of margin is common, it is not clear, so the acceptance of definitions transferred from the literature should be bypassed in the topic that combines the concept of margins and parties on the one hand and those linking it to exclusion on the other.

The concept should therefore be approached in a critical way with these two broad and social approaches in order to verify the hypothesis of departure to justify the choice of the field of research, where the urban margins constitute distinct areas of domain and development policy and their effects.

⁶ - بهضوض محمد (2012): نفس المصدر: ص 5

⁷ - Aneflouss Mohamed (2012) : *Développement territorial et politique de la Ville, quels enjeux ?- Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et de la Politique de la ville- Concertation Nationale POLITIQUE DE LA VILLE , Avril-Mai 2012. p.p. 3-4*

⁸ - Aneflouss Mohamed (2012) : *ibid*, p 7

⁹ - مصطفى منير محمود (2012): *توجيه التنمية العمرانية بالمراكز الحضرية الكبرى للحد من ضغوط الاستثمار- مؤتمر تخطيط وإدارة النمو العمراني وضغوط الاستثمار في المدن العربية الكبرى - القاهرة 19-21 فبراير 2012 . ص 4*

At the spatial level, the concept of urban margin is the idea of urbanization that is not finished, as the expansion of the city on its margins produces instability in the urban borders. From this consideration, the term "urban margins"¹⁰ becomes a small area known as expansion and expansion without specific features.

Based on this qualitative approach, the concept of urban margin relates to a classical sense of degraded urban continuity and as a continuum. This meaning is often negative. It is marginal not only in its urban location, but also in its morphological characteristics compared to the urban criterion in this area.

This dimension emerges when analyzing the urban deficit, especially when the negative consequences of voluntary marginalization and the position of power are observed. This is what makes the process of economic marginalization marginalizing the marginalization as an area of exclusion.

Urban Deficit: This concept allows for a comprehensive approach to reality. When we speak of a state of inadequacy, we evaluate it in its comprehensiveness, that is, we diagnose and assess the reality at the quantitative and qualitative level. Despite the comprehensiveness of the concept, it refers to specific issues such as the fragility of urban governance; and does not stand within the limits of assessment of the situation in its real dimensions, but affects all matters related to the management and determines the responsibilities and problems associated with this measure and its results¹¹.

4 CASABLANCA: CITY OF URBAN EXPERIMENTS

The city of Casablanca was the center of the urban fabric, which was established with the colonial phase at the Atlantic axis, and has since become the economic capital of Morocco and its population, has multiplied by five times since independence. According to the 2014 census, 363,106 people were counted, of which 294,980 people lived within the urban orbit of the city, 73,683 people in the province of Madiouna, and 24,192 inhabitants of Mohammadiyah and 60,089 inhabitants¹² of al-Nawasar. However, the spatial distribution of the population highlights the importance of urban margins compared to the center and the semi-central areas. The urbanization of the city as a whole and the level of the urban margins; the urban growth that characterizes the urban margins is the result of the great spatial expansion of the city during the 20th century (figure 1 & 2 of the development of the population growth rate in Casablanca). These urban areas, known as the urban explosion, are the result of the expansion of their land borders and their opening to reconstruction to accommodate large numbers of the population. The population growth rate was between 3.1 and 7.6 years in 2004 and between 2.1 and 4.6 years 2014.

However, with the advent of colonialism, the city was known for structural changes. The traditional and qualitative structure of the Moroccan city was characterized by the existence of a city within the fence, with its own gardens and areas for practicing trade. The first decades of the 20th century saw the emergence of the first neighborhoods that encouraged real estate speculation without prior notice. The migration process has intensified during this period, especially since the 1930s, and the European neighborhoods (Essokhour Essaouda, Lagirond, Borgon), and new neighborhoods of the villas (Anfa, Palmier, Mers Sultan, Eloasis) In the meantime, the urban margin of the city during this period included the first slums of the east and south with the accumulation of rural population. This situation continued until the 1940s for the large increase in tin And the important prominence of Moroccan neighborhoods¹³.

The first turning point in the history of reconstruction in Casablanca can be seen in the design of "Michel Ecochard" 1955, which laid the first rules for the formation of the casablanca margin to the south-east and south-west. This design suggested the concept of "coastal linear city", which was in line with the linear expansion of housing And the green belt between Casablanca and Mohammadiyah. It also suggested a group of neighborhoods located at the part of the urban motorway (Sidi Othman, Ain chock, Kareemat), as well as the districts of Al-oasis, Beausejour and Ain Diab. It appears that the coordinates are centered with a decreasing intensity from center to margin¹⁴.

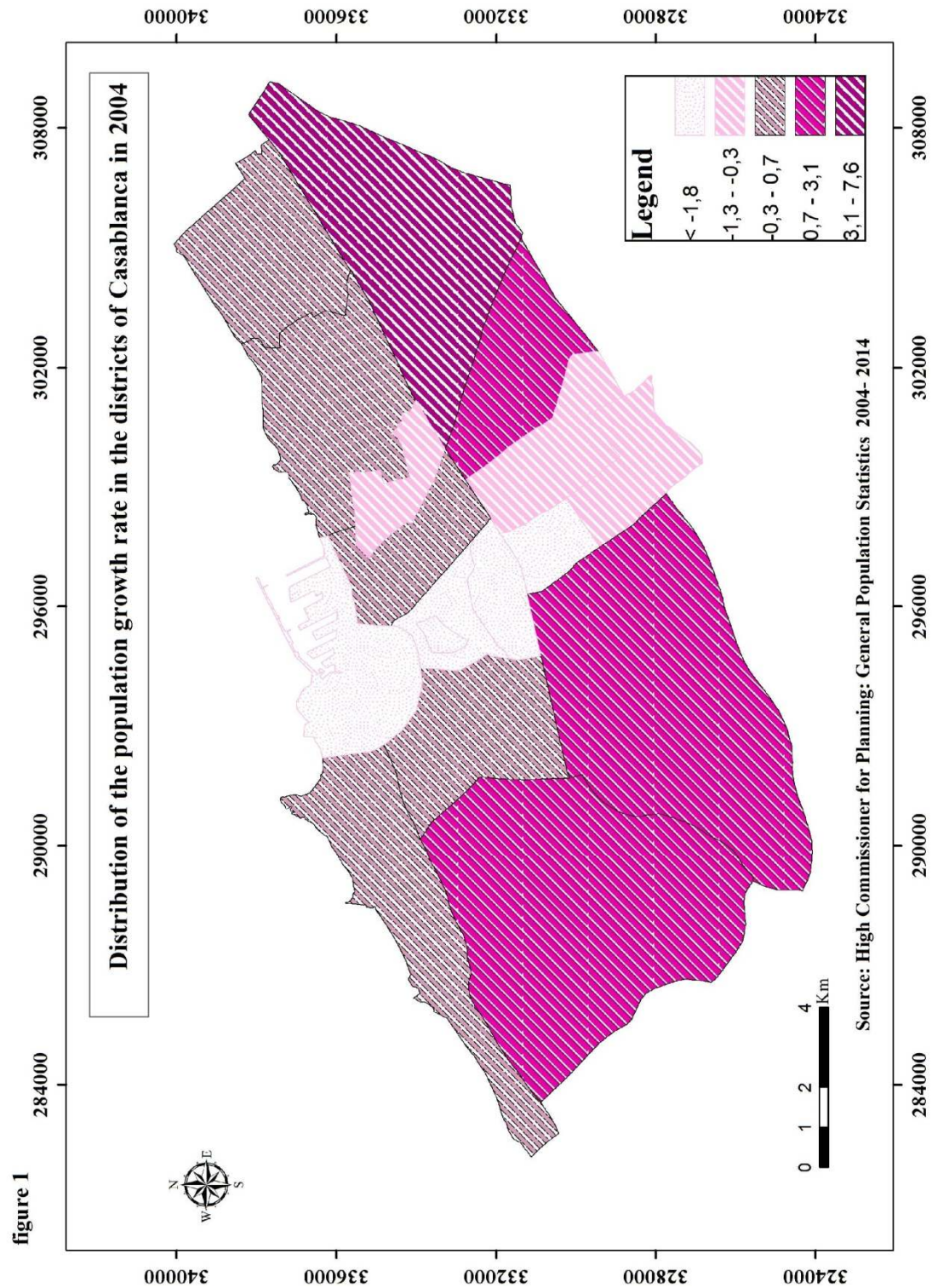
¹⁰- Dumont Marc, Hellier Emmanuelle (dir.2010) : *Les nouvelles périphéries urbaines*. Presses Universitaires de Rennes. P13

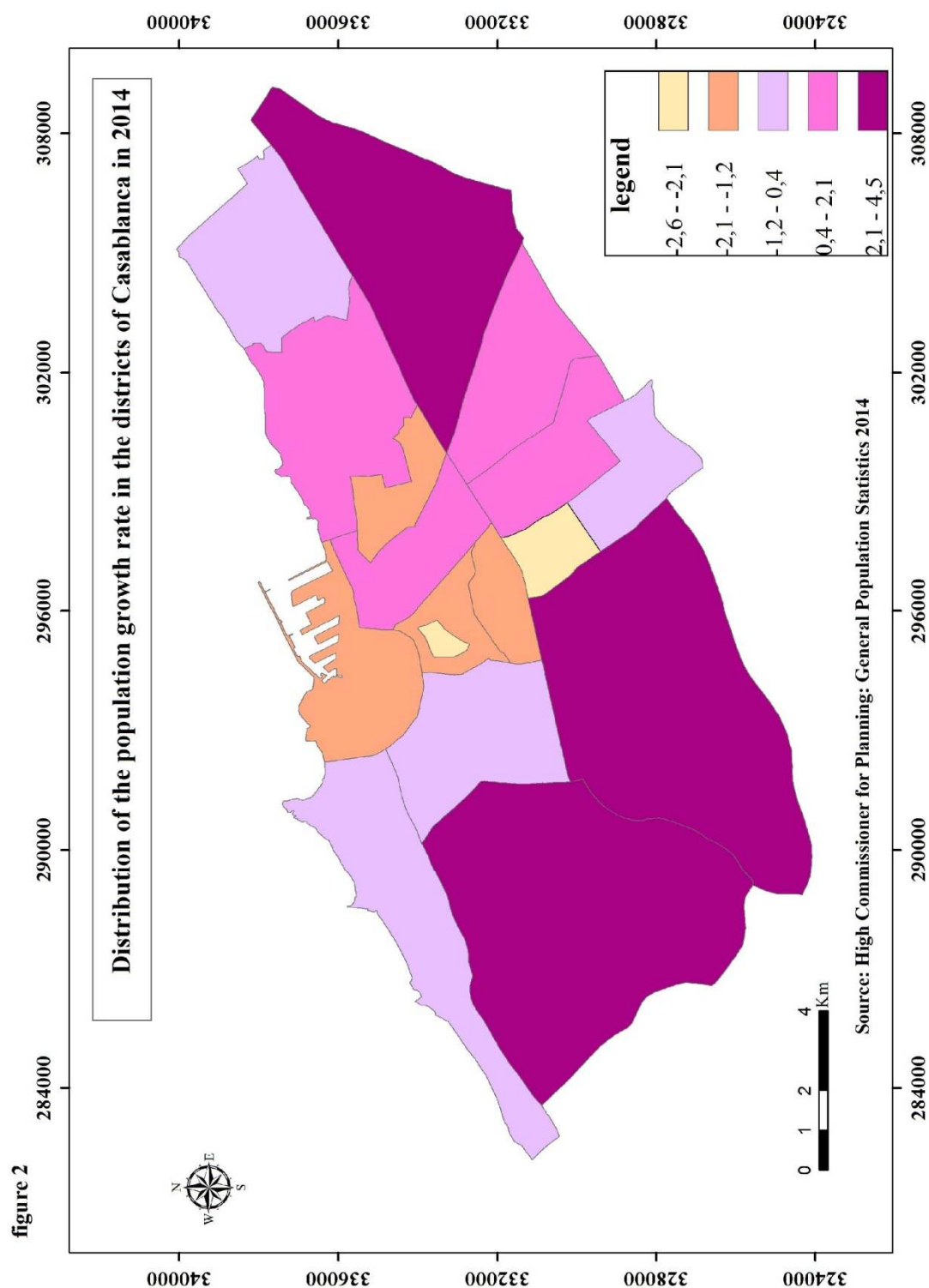
¹¹- Chouiki Mustapha (2012) : *Le Maroc face au défi urbain quelle politique de la ville ?* Editeur : Dar Attaouhidi. P 13

¹² - المندوبية السامية للتخطيط (المديرية الجهوية للدار البيضاء الكبرى) النشرة الإحصائية 2011

¹³- Nachoui Mustafa (1998) : *Casablanca –Espace et Société – Genèse et mutations de l'espace urbain de Casablanca*. Publications de la Revue Espace Géographique et Société Marocaine. p 41

¹⁴ - توكي محمد (2014) : *تطور التعمير بمدينة الدار البيضاء (من 1907 إلى 2007)*. ط 1 ص 79
توكي محمد : نفس المرجع. ص 80





In order to improve the housing conditions of needy groups, Ecochard incorporated the concept of the neighborhood unit (from 30,000 to 40,000 inhabitants) and the 8×8 housing category¹⁵. Thus, entire neighborhoods of the city developed according to these principles such as Al-Hassani, Al-Mohammadi, Ain chock and Sidi Othman. Except for copies of these architectural forms developed by Ecochard but less than 48 m² and that many of the programs of housing reconstruction or

¹⁵- Nachoui Mustafa : *op.cit* .p 55-

housing in the apartments for the tin population in the south-eastern margins emerged in the context of socio-political expedient associated with the major urban uprisings in the country and in the Casablanca city in particular, From The colonial period¹⁶.

This period was characterized by an increase in the density of existing neighborhoods and the emergence of new neighborhoods in the margin. The process of this density was attributed to the decline in the per capita area of the population, from 46m² / hab in 1960 to 39m² / hab in 1982 according to the urban planning guidelines of 1984, which has reached 5.5%, and the increase in the scarcity of land intended for construction and the delay in the completion of infrastructure projects. All these factors contributed to encouraging the expansion of shanty and illegal construction and stimulating real estate speculation. In view of the marginal area, it has provided room for a number of re-housing operations for the slum dwellers during the 1960s, such as the Lalla Mariam district in southern Casablanca, and the same for marginal centers (Madiouna, Sidi Maarouf ...) the static housing in these centers was aimed at reducing migration to Casablanca.

In the wake of the events of 1981, the management of the marginal urban area has become subject to political and security process through administrative shredding and the settlement of the security services. The State has placed its hand on the marginal area¹⁷ through land operations to rehabilitate and overcome mistakes in the public sphere through expanding roads and settling public facilities, Major social housing operations aimed at eradicating large slums were completed, as tin was the most prominent feature of the city's urban strategy (recovery strategy and margin control).

The financial assistance provided by international donors USAID and BIRD (Banque Internationale pour la Reconstruction et le développement) has resulted in the completion of entire neighborhoods in the south of Casablanca such as Ain chock district, Sidi Othman, Lalla Maryam, during the eighties to solve the problems of tin in Casablanca, especially the most famous Carian Ben M'sik, which imposed the investment of several means since the period of Ecohard black point in the city, so the housing units that were completed in Casablanca during the period from 1982 to 1992 About 14668 Unit equivalent to 10% of the national total.

The urban planning scheme and the creation of the urban agency in 1984 were considered structural measures adopted by the state. However, this tool, which was designed to regulate the urbanization of the city by Michel Pinseau's French Studies Office, failed in its strategic forecasts: However, in fact, the city has expanded in all directions (radioconcentrique)¹⁸, with new margins, both those planned and those that have not yet been developed. So. This marginal development has emerged as a result of the economic and industrial change of the city through the resettlement of the industry (legal and illegal) and logistics, and this expansion has been linked to the spatial and systematic expansion of many centers in the city, In urban services and even in the enlargement of the spatial disparities between East and West. In this regard, four major administrative facilities were created (Ain Chock - Hay Al Hassani, Ben M'sik - Sidi Othman, Ain Al Saba'a - Hay Al Mohammadi and Muhammadiyah) The administrative organization of the city, but also in the dynamic Urban life around it.

As for the south and east, there is the emergence of some organized fragmentation of economic housing, especially the expansion of informal housing within the limits of the urban orbit, such as the Alharawin, Lamkansa. In addition, other structured equipment such as the Technopark in south-western Casablanca, the Center de la Expositions and "the parc des affaires" in Sidi Sidi, near the Technopark, which is currently an area identical to the level of business in Casablanca, have also been characterized.

However, the year 2004 is the stage of intensive social housing programs in the margins of the city, whether in the south or in the east or west of Casablanca. The rural area was the scene of this scattered reconstruction, which in most cases was in complete contradiction with the design designs. The inflation of the existing ones (Alharawin, Lamkansa).

At the same time, Casablanca has grown in its population by half a million during the last decade, an annual growth rate of 1.5%, which is identical with its natural growth rate. In addition, the Islamic net is almost non-existent; the influx and expulsion are equal; The overall increase is a rapid re-installation. The industry affects the movement from the traditional central neighborhoods to the margins, and internal migration (to rural communities) is of concern to hundreds of thousands of people. The result is a two-area structure, a dense urban area of 2,800,000 people on an area of 150km² a density of 19000hab / km², in circumstance over The years this region has moved from 17900 to 19300hab / km² and at the same time,

¹⁶- Rachik Abderrahmane (2002) : *Casablanca : l'urbanisme de l'urgence* . Imprimerie NAJAH ELJADIDA .Casablanca .p117

¹⁷ شويكي المصطفى (1996) : الدار البيضاء -مقاربة سوسيو مجالية .جامعة الحسن الثاني-عين الشق- كلية الآداب والعلوم الإنسانية -سلسلة الأطروحات والرسائل 1 . ص 85

¹⁸ شويكي المصطفى : المرجع السابق .ص85

the process of reducing the density of the area characterized by high density has tended 350,000 individuals from this area towards other areas of margins. In the face of these changes, Casablanca, like other metropolitan areas, has raised the challenge of responding to the needs of housing and equipment in the slums. The number of households involved in shanty reached more than 82,000 in 2005, adding to 58,000 households from illegal housing. In general, the marginal districts in the south-eastern part of Casablanca (Sidi Moumen, Ahl Laghlam)¹⁹ have been characterized by a larger settlement of shantytowns, while illegal housing has developed since the second half of the 1990s in the southern margin of the Bahrawis and the brokering²⁰ :

- Average annual growth rate stabilized at 0.8% in Casablanca with a negative figure in the central provinces, and the strongest gains are recorded in the marginal provinces: Sidi Moumen, Hay Al Hassani, Ain Chock, and Moulay Rachid
- Very strong growth in the Hraween and the broom around 12.6%.
- Disparities in public equipment in peripheral provinces: This situation is evident at all educational and health levels, or even socio-cultural equipment, especially in marginal districts, which are also connected to water, electricity, sanitation, schooling and illiteracy.

If it is recognized that the exercise of the collective councils of their competencies requires sufficient financial and human resources to know their assigned roles, it is also indisputable that their real and effective promotion is based mainly on the qualifications and capacities of their executive organs, which bear the burden of making many decisions that concern them. The public interest of the population, and thus the translation of the collective decisions into concrete facts according to the approach of the local government²¹. For a city such as the White House, there is an administrative hierarchy under which the local administration is subject to the control of the Ministry of the Interior under the authority of the governor. The mandate of the city council or the governor to sign agreements with the private institutions for the management of some of the services and services sectors. These provinces provide housing offers for the inhabitants and contribute to the spread of a significant part of the uninhabited buildings. Consequently, the marginal districts are located in the inferior status of the city council. However, their financial and management potential is far from being responsive to new needs, which poses a serious problem of governance in marginal provinces.

This is evidenced by the process of breeze in the south-west and the south-east partnership at the end of the eighties, where the National Company for Collective Training was assigned the task of creating the royal garrison in the city center and the liberation of the area covered by the preparations of the population through accommodation in apartments according to the criteria and conditions depending on the nature of exploitation. The southern margin of this process provided the necessary land to receive important regiments of the population with a modest social status and to provide the urban conditions for the population at a time when these provinces have difficulty solving the problem of disability of the The process of peace in Sidi Moumen has been linked to the reconstruction of the shantytowns in the region. This process has been linked to the re-housing of the slum dwellers in Sidi Moumen province through self-construction (80m²) from the bottom and three floors, In the province of Ain Chock and the northern Harawin district of Moulay Rachid. The randomization of the housing market became more selective in parallel with the decline in the labor market under the influence of the structural adjustment program since 1983, which allowed the city's population to move towards the margins And to encourage the growth of illegal housing²², which put the organs of power and collective management before the test of legal recognition of this type of housing, which characterized the history of reconstruction in Casablanca by restructuring by linking through the water, electricity, sanitation and mass transport network. Although the phenomenon of disability is spread over these residential areas, which reflects the influx of its inhabitants, the deficit of public educational and health facilities, mass transit, green spaces, roads and even link to the basic household equipment... This type of reconstruction is linked to the modest potential of the families concerned and the possibility of access to Residential property, which contributes to the spatial formation of poverty, exclusion and the atrophy of urban identity²³.

¹⁹ - مجموعة التهيئة العمران 2008

²⁰ - المندوبية السامية للتخطيط (المديرية الجهوية للدار البيضاء الكبرى) النشرة الإحصائية 2011

²¹ - لحرش كريم (2002): الميثاق الجماعي الجديد (نحو حكمة محلية لجماعة الغد). سلسلة الأمازيغية والإدارة التربوية. العدد 18 الطبعة 3. ص: 17

²² - Chouiki Mustapha : L'informalité n'est-elle pas urbaine avant d'être économique ? Des illustrations d'une métropole du sud : Casablanca. www.erudite.univ-paris-est.fr. P.15.p3

²³ - Chouiki Mustapha ; op.cit .p.p 7-8

5 TERRITORIAL POLITICS AND SPATIAL SOCIAL JUSTICE REQUIREMENTS IN THE INTERNAL URBAN MARGINS OF CASABLANCA

5.1 HOUSING OF BROAD CATEGORIES OF POPULATION WITH INTERNAL URBAN MARGINS: A MARGINAL POLICY SINCE THE PERIOD OF PROTECTION

The historical analysis of urban policies in Casablanca seems to be necessary to understand the current sociocultural structure and to explain the discontinuities and continuity of these policies. With the great development that Casablanca has known since the 20th century, it has been accompanied by an important prominence of inadequate housing of all kinds. The aim of eliminating this phenomenon, as in the case of the new route in 1968 and in the 1980s in the years of the last century, or karian al-Sakawila and Tuma in Sidi Moumen since 2007, and the different forms of projects presented to combat and contain the phenomenon, On the poor housing and mainly slums, but the case of Casablanca is different from the situation of the rest of the Moroccan cities have known the housing crisis since the protection suffered by the local population and newcomers to the city.

At a time when the population density of the city has rapidly emerged, shantytowns have imposed on the authorities a policy of housing for the poor, as shown by the following table:

Table 1. Process Chronology and Devices Interested in Low Cost Housing in the Protection Period

Year	Processes and devices
1919	-Low cost housing committee
1928	-Regulation of mortgage loans and housing control
1937	-Regional funds for savings and loans of moroccan residents -Permanent commission for moroccan residents
1938	-Dahir prevents flat housing
1940	-Moroccan loan funds - Office Cherif for the residence of Moroccans
1942	-office cherif for the residence europeans
1944	-office cherif of habitat
1948	-Dahir to provide loans for the construction of housing for the benifit of Muslims
1950	-Establishment of the housing department
1951	-inter-professional housing committee in Morocco- Franco-Moroccan real estate company -Encourage private construction by interest profits on the construction of European housing
1955	-Establishment of the housing and Construction Department and its annexation to the Ministry of Public Works

Source : Cohen et Eleb, 1998 : *Historique du Département de l'Habitat*, <http://www.seh.gov.ma/>

The new colonial architect Echocar laid the groundwork for the new expansion of the oval city by integrating the new marginal neighborhoods, extending the expansion into Mohammedia, preserving the industrial zones in the east, housing the popular groups to the south (Sidi Othman) and the east (Sidi Bernoussi) The Center's leading activities and the prestigious neighborhoods of the West.

This residential history allows for the identification of certain forms of operational intervention that contributed to the growth of the internal urban margins of Casablanca through the granting of land plots for the re-housing of shantytowns or the restructuring of the secret underground housing and through economic housing.

The importance of this type of intervention is shown in that it does not cost the state financially, but at the margins of the city and thus in its spatial expansion, showing the role these processes play in the spatial dynamics. Quantitative implications are necessarily reflected in this type of intervention On the area where the empty space in favor of the building is diminished²⁴.

Relating to housing re-housing is another type of operation. It involves the relocation of families in prefabricated apartments. To the technical and financial aspects of these projects, this policy was closely related to the security situation of

²⁴ شويكي المصطفى (2003) : محاربة السكن غير اللائق بالدار البيضاء: أية حصيلة ؟ أشغال يوم دراسي حول السكن غير اللائق في 28 ماي 2003 منشورات الاتحاد الجغرافي المغربي ، فرع الدار البيضاء. عين الشق. ص.ص. 67-83

Casablanca, whose internal urban margins were opened to a special reconstruction called by the late Abderrahman Rachik for emergency reconstruction.

In light of this urgent situation, the state hastened to spread the symbols of sovereignty in the urban margin through the establishment of new occupations in these areas. Thus, this reconstruction was the main engine of the urban processes with margins, which leads us to ask: Is it a real policy of social housing in Casablanca, especially with the involvement of the private sector?

In addition to the lack of control, large urban blocks have been built in the inner urban margins and have become conditions for them to become self-sustaining neighborhoods such as Sidi al-Khaydir (8123 families) in the district of Hay al-Hassani or Dwawir al-Harawein al-Shamaliya (4000 families) belonging to the district of Moulay Rasheed or the dilapidated (5000 families) of the province of Ain chock. These neighborhoods were imposed on the public authorities to be restructured, Urban system through the processing of infrastructure and modification of designs. This urban policy contributes to the creation of a new reality that is difficult to ignore in the future, especially as it inaugurates a reconstruction based on a series of disparate, unconnected or coherent divisions that will be difficult to integrate into urban functional units and in interaction with the various components of the city.

The urban history of the Casablanca City will reveal the situation that characterizes these areas by defining the societal model that the state has sought to program since the colonial stage. This has put the internal urban margin of Casablanca in the great problems of various forms between the social and urban content and reflections these problems on the needs of the static at the level of public collective equipment. The marginal urban districts subject to study are in a situation of privatization in terms of public equipment for a number of factors, most notably:

- Lack of programming of public equipment, although the expansion of the direction was expected, and even among the directions of the city's dirt policy.
- Many social housing workshops have been opened under a 200,000 housing program in these marginal urban districts. And allow the real estate developers to build an additional floor that is contrary to the directives of the designs of the collective configuration; and this leads to attracting more residents and the pressure on the assured public equipment available;

In addition to the type of social groups resident, and the urgent need for various types of public equipment, especially of local importance.

5.2 HOUSING PROGRAMS IN SIDI MOUMEN PROVINCE: CENTER FOR SPATIAL REHABILITATION OF LAND POLICY

The province of Sidi Moumen expresses the contradictions in the field. There are large differences in the urban landscape. This situation is due to the nature of this marginal area. It is inhabited by a group of dawwers that have expanded the problem of a fertile area for slum dwellers. The first phenomenon since the fifties of the twentieth century as a result of the creation of industrial units in the province of Ain Sba'a, and thus the phenomenon of tin in the province of Sidi Moumen has been associated with the movement of industrialization in the region where it was created by workers whose economic conditions did not allow them to buy or buy decent housing, The districts in the province occupied an important area of 85 hectares within the urban fabric of the province. Some of these neighborhoods also extended to an important area such as the Rahamna and Tuma, Grand Casablanca Community.

In the context of globalization, the dominant players in urban politics in Casablanca have a strong desire to secure the Casablanca city of the global economy and make it attractive to investment and investors. Like other cities, public authorities in the Casablanca City carry out a daring urban process, Urbanization or marginalization...

In this context, the State has put in place programs to eliminate this phenomenon that is harmful to the urban scene, including the "social program", a general process in the framework of fighting against inappropriate housing for shanty dwellers in the neighborhood of Mohammedi. The number of beneficiaries was estimated in 1804 and the number of beneficiaries of land plots was 51 families²⁵. The total area of the social program project was extended to 50 H, which was characterized by horizontal construction and a built-up area that did not exceed the ground floor (basement), making it an important area of

²⁵- Ministère de l'habitat (Déléation de la préfecture de Ben M'sik : compte rendu de la réunion du comité de suivi des projets de Sidi moumen et Almassira 02/01/1984)

the province's real estate reserve. However, the technical departments of the province and the Casablanca Urban Agency Beneficiaries in 1987 to build two floors. It is noticeable through this program that the beneficiaries are not resident of Sidi Moumen but of the neighborhood Mohammedi, did not take the interests of housing considered the inhabitants of tin Sidi Momen only in 1989.

In addition to this program, the area of Sidi Moumen district was opened to the "economic housing" program. The "ELKARYA" is the oldest segmentation of the province's territory and is characterized by its important density and is dominated by the construction of a class (basement + 3 floors) and the basement is allocated for economic activities; Economic development that began in the 1980s and is concerned with the fragmentation of the "Rakput" and the fragmentation of Duma. In general, the land policy by housing in the province of Sidi Moumen, which characterized the eighties in the territory of the province, but the beneficiary population was outside the province and this intervention added significant population size for its benefit, which shows that the province is not represented in the urban management of the urban community of Casablanca, A field that can be called a relief outlet to resolve the crisis of the other provinces. This assertion is that the provinces have experienced a fluctuation in their administrative and administrative management among other provinces before they are self-governing, ranging from Ain el-Sab'a, Sidi Othman, To Bernousi, which means that to resolve the district crisis of these provinces were attached to them, and us in the social program put forward declaratory and confirmed by "Attacharok" project, Which was a sub-district of the Moulay Rachid district to house the inhabitants of the Ben Misk district and part of the population covered by the Royal Court Project.

However, after the events that took place in the city on 16/05/2003, there was an intervention by the state in the framework of emergency solutions and the security approach. In the framework of the Cities without Slums program, this intervention in the province comes in the context of the final eradication of the tin pockets. The total cost of the Essalam Project 1 was estimated at 336 million dirhams on a real estate pot estimated at 60 H for the housing of the Al-Sakwila roundabout. This process is reset to With a total population of 2,300 and a total of 2,300 families. The total number of beneficiary families reached 5800 families²⁶ from the village of Al-Sakawila. The project, which was estimated at a total cost of 446 million dirhams, was estimated at 70 hectares. "The estimated number of households is about 5000 families in 2050 spots, and the beneficiaries of the project will receive an area of 84 m² to create a dwelling of ground floor and 3 floors for each of the two slaughterhouses. The price of the ground unit is set at 70.000 dirhams, , And to maintain the balance of the project caused patches of And a lost balance for the special plants, as well as patches for industrial purposes, and the urbanization group is the cost of the completion of public equipment.

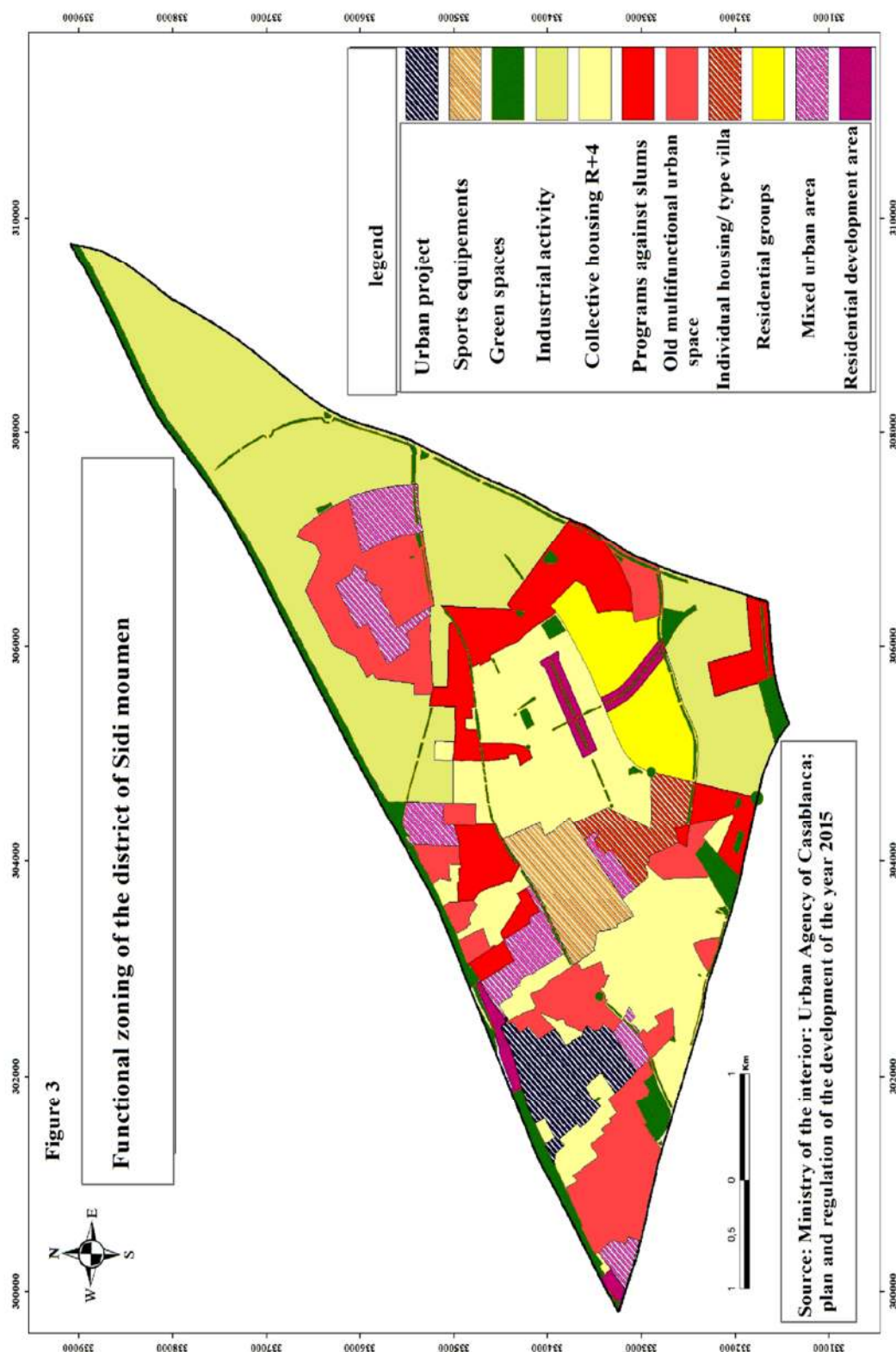
Thus, the Al'omran Group constituted a new phase in the history of the elimination of inadequate housing, not only in the Sidi Moumen district, but also in the whole of the Kingdom, overcoming the mistakes of the previous integrated institutions. The residential issue in all its dimensions, Since 2003, and after the events of May of the same year, the Charter has been reinstated through housing and economic housing programs, but administrative imbalances, particularly through the re-housing process to eliminate inadequate and slum housing Night of contradictions and inequities in the authorities' approach. In fact, these operations have certainly helped to raise living standards by integrating two or three families into the same R + 3 housing unit, which may exacerbate neighborhood tensions among the population.

5.3 URBAN REHABILITATION OF SIDI MOUMEN PROVINCE: INTEGRATED URBAN DEVELOPMENT IN THE LIGHT OF THE CURRENT URBANIZATION PLAN

There is a dialectical link between economic, social, political and cultural development. Therefore, it is not possible to talk about the development of land without bypassing the sectoral approach to reach an integrated comprehensive view. The development of land is a horizontal development based on the concept of the field, and thus constitutes a coherent unit or framework in which initiatives intersect What is economic, social and cultural, and enrich local initiatives.

Thus, land development can be conceived as a crossroads for the intervention of three actors at the grassroots level: the State, the private sector and the local / territorial community itself; it is capable of coordinating these interventions in order to create harmony between them, avoid wasting energies in repetitive processes, Which is ultimately reflected in overall development negatively.

²⁶ مجموعة التهيئة العمران الدار البيضاء : 2016



A quick observation of the functional area of the Sidi Moumen district (fig 3) shows that the area of the province is characterized by a dense presence of housing and housing programs that seek to rehabilitate it and make it to meet the aspirations of the national territorial policy, which in its comprehensiveness will improve the quality of the areas and enhance its polarization capabilities for investments. The new goal of making Casablanca a global city; this new approach to the territorial policy of the city of Casablanca imposed the allocation of the province of Sidi Moumen from among the provinces

that accounted for an important share of collective equipment according to a standard network linking the population size and type of trade Hays mass provided for each population.

The modernization and upgrading of the city necessarily affects the marginal neighborhoods of Casablanca, for which the discourse has not changed substantially. The Urban Planning Directive (2008) highlights the attractiveness and unacceptability of these neighborhoods, and it has been done to continue the elimination of the estimated 50,000 slums as well as the prevention of the growth of illegal neighborhoods. At the same time, the planning policy envisages rehabilitation and raising the margin level in the Sidi Moumen district. These guidelines are accompanied by a speech in which social cohesion is well placed; reducing the spatial inequalities in the city is a major issue in the spatial configuration. The spatial-social structure that emerges through the implementation of housing and completed or ongoing projects reveals an accommodating city. The housing for resettlement of indigent residents has been implemented according to the availability of land, often leading to the displacement of beneficiaries from work areas and central centers, partial separation and coexistence in neighborhood conflicts for the middle and upper classes.

There is no doubt that this logic refers to the social and political organization of a quiet and attractive image of the city rather than the real social integration of the population concerned. This supposed shift from social integration to political organization was initiated in the 1970s. Jobs and small trades. In this case, regulation by Reynaud builds independence, and these processes associated with re-housing and equipment designed to control these neighborhoods continued (fig 3).

This career extension will undoubtedly have a social-geographical impact on these areas. Reading urban policy in Casablanca highlights the fact that the real estate potential of Sidi Moumen is among the sites that hosted many of the first decade of the 21st century; Do not pass according to the expectations of the authorities, where social effects remain "blind space"²⁷ in the institutional thinking, where the state's investment towards the completion of equipment and housing. From this perspective, the search for the achievement of land development requires the preparation of a plan for the restructuring of land from a systematic series in which the central space allows for new patterns of organization and territorial performance based on granting independence and a deeper responsibility for the total of local public actors, and is based on motivating these actors to push the process Development to its fullest extent²⁸.

This conceptual preamble refers to a fundamental question of the planning, planning and guidance processes of the Sidi Moumen district as urban rehabilitation inputs for this area, and the functional project of this area as outputs within the scope of the territorial policy and the limits of these outputs according to their uses. which is next:

Table 2. Existing equipment programmed according to the design of Sidi Moumen district

Type of equipment	Existent	Programmed	Total
Public place	2	12	14
Green spaces	60	150	210
Education			
Primary	51	20	71
Middle school	22	13	35
Secondary	15	0	15
Professional formation center	3	10	13
Health	17	12	29
Mosque	33	9	42
Sport	16	4	20
graveyard	4	1	5
Equipements of general interest	96	21	116
Total	319	252	570

Source: Ministry of Interior; Urban Agency of Casablanca; regulation of development plan of the district of Sidi moumen 15/07/2015

²⁷- Lefebvre .H (1970) : *La révolution urbaine*. Paris. Gallimard, 248 p. p 68

²⁸- أجالاب رشيد(2011) : مرجع سبق ذكره. ص.ص: 10-11

The network of equipment included in the design is important for educational equipment, green spaces and sanitary equipment. However, expectations are less than what exists, and even existing has been known to be late. Imposes itself sharply on the actors in the affairs of architecture.

In general, when examining the public equipment through the design of the configuration, it is possible to draw conclusions that reflect the interrelationship between the public equipment and the expected distribution of the population and the needs of the potential population, Especially as this area embraces a reservoir of labor, which the state seeks to provide conditions for qualification and shows this through the table and the statement below:

Table 3. Occupational status of workers in Sidi Moumen province (%)

Professional status	Male	Females	Total
Employee	3,1	1,5	2,7
Independent	26	10,2	22
Public sector hired	8,2	7,9	8,1
Private sector hire	58,8	78,5	63,8
Family assistant	0,7	0,6	0,6
Apprentice	0,7	0,3	0,5
Associate	2,2	0,7	1,8
Else	0,4	0,4	0,4

Source: High Commissioner for Planning: General Population Statistics 2014

The table shows the importance of the private sector, which represents 63.8%, followed by the importance of the independents category by 22%, which confirms the hypothesis of the reserve labor force and the general orientation of the state to confirm the status quo qualification and development, The orientation is the strategic vision choices for educational reform that provide for the professional approach to educational reform.

The expected development of the public equipment is in the direction of weaving intensive relations between the neighborhood equipment, and the perception of the distribution of the sites of programmed public facilities has been mentioned in addition to the orientations of the urban planning guideline, other elements, including the demographic and the spatial components, (fig.4 and fig. 5), especially since this sector is suited to the functions of industry and housing density, which made a share of the vocational training institutes is characterized by a large presence as programmed 10 units while the existing ones do not exceed 3 units; and deduce from it the functional distribution of the field of Casablanca inherited from the drawings and designs of the previous configuration continuity.

The policy on internal urban margins combines the logic of social organization with the need to frame and control these areas for security reasons. Without integrating this area into the urban fabric of the city as a whole, the hidden links between marginalization and struggle for control of these places by the Authority Since the 1970s and the discriminatory nature of the organization of the field on the growth of this region randomly but the desire for change which are this area was associated with the functional restructuring and modernization of Casablanca, is in fact the willingness of the public authority to restore this The region from the perspective of security control through housing.

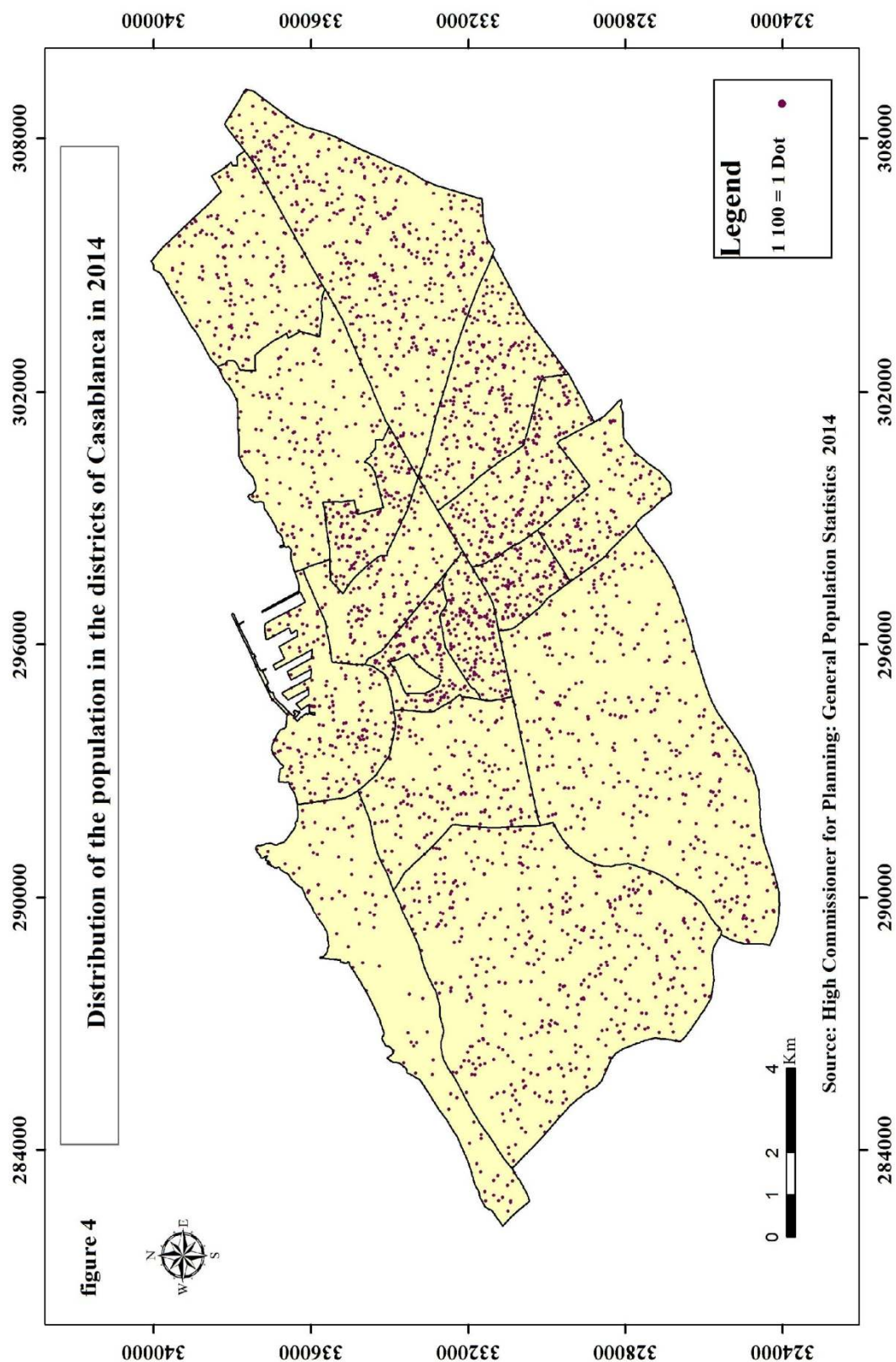
This functional characteristic of the Sidi Moumen district has made it a marginal area. The process of speeding up the resurgence of slums has been a continuation of the urban policy that has characterized the Casablanca area since the period of protection. The design did not overlook the measurement of administrative units with a security nature to control the population.

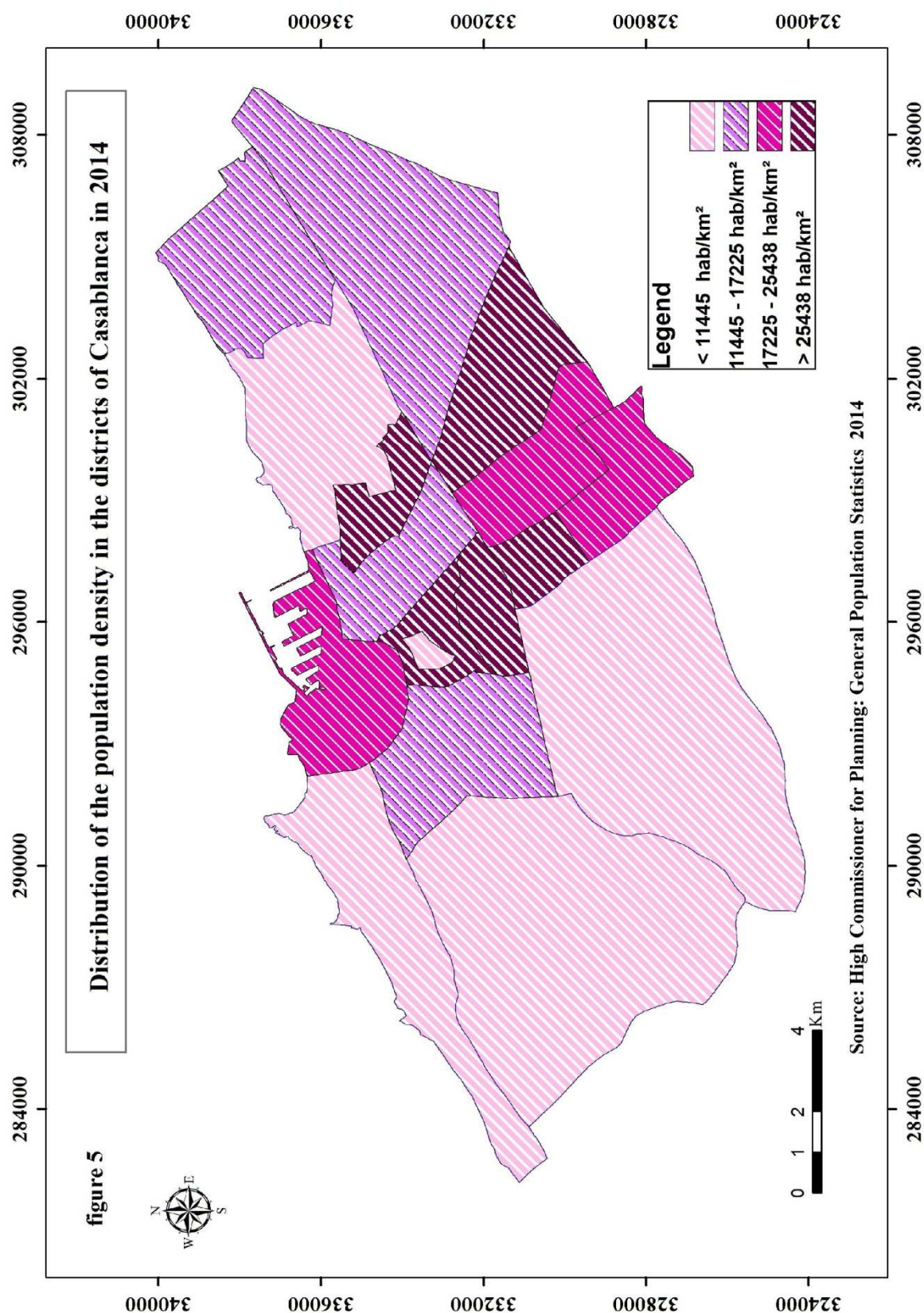
This situation, marked by structural contradictions at the level of the colonial document and the reality, was not immune to the power to contain the population in the framework of economic, social and political projects.

6 CONCLUSION

This study shows that urban rehabilitation by means of land policy in a city such as the city of Casablanca and especially its internal urban margins necessitates recalling the history of urban experiments in the city in order to understand the dominant backgrounds in the organization and structure of the area. And a window of relief to solve the crisis of the center and the courage of the rehabilitation that the state seeks to achieve from the perspective of control in the field and control the

population through programs of social housing in the framework of the policy of housing, creating a spatial distinction between the center and the margin.





However, the analysis of this policy and the policy of the state in the area of Casablanca reveals a structural crisis wandering the city, a crisis inherited from the colonial period, made the city live deficit and the problem of the city's urban deficit and its internal margins is a complex problem and multiple levels of planning, And the Tiberia, made it move from the level of the crisis

of disposition to the level of disposition in a crisis. Parallel to the features described in this marginal province and in its neighborhoods, they generally reflect tacit tolerance. The scholars have understood many of the links between the marginalization of the Territory and its subsequent exploitation. However, the marginalization of illegal neighborhoods can also be interpreted as a category of public actions that guarantee Maintain a certain social peace and maintain in all cases its control.

REFERENCES

- [1] Aneflouss Mohamed (2012) : Développement territorial et politique de la Ville, quels enjeux ?- Ministère de l'Habitat, de l'Urbanisme et de la Politique de la ville- Concertation Nationale POLITIQUE DE LA VILLE, Avril-Mai 2012.
- [2] Chouiki Mustapha (2012) : Le Maroc face au défi urbain quelle politique de la ville ?. Editeur : Dar Attaouhidi..
- [3] Chouiki Mustapha : L'informalité n'est-elle pas urbaine avant d'être économique ? Des illustrations d'une métropole du sud :Casablanca. www.erudite.univ-paris-est.fr. P.15
- [4] Cohen et Eleb, 1998 : Historique du Département de l'Habitat, <http://www.seh.gov.ma/>.
- [5] Dethier. J(1970) : 60 ans d'urbanisme au Maroc. L'évolution des idées et des réalisations. B.E.S.M. n° 118- 11.
- [6] Dumont Marc, Hellier Emmanuelle (dir.2010) : Les nouvelles périphéries urbaines. Presses Universitaires de Rennes.
- [7] Lefebvre .H (1970) : La révolution urbaine. Paris. Gallimard, 248 p.
- [8] Ministère de l'habitat (Délégation de la préfecture de Ben M'sik : compte rendu de la réunion du comité de suivi des projets de Sidi moumen et Almassira 02/01/1984).
- [9] Nachoui Mustafa (1998) : Casablanca –Espace et Société – Genèse et mutations de l'espace urbain de Casablanca. Publications de la Revue Espace Géographique et Société Marocaine.
- [10] Rachik Abderrahmane (2002) : Casablanca :l'urbanisme de l'urgence. Imprimerie NAJAH ELJADIDA .Casablanca.
- [11] أجلاب رشيد(2011): التنمية الترابية و آفاق التدبير الترابي بالمغرب. مجلة جغرافية المغرب- مجلة إلكترونية.
- [12] بهوض محمد(2012): سياسة المدينة في المغرب – وزارة السكنى و التعمير و سياسة المدينة- المنتديات الجهوية – الحوار الوطني: سياسة المدينة. أبريل – ماي 2012.
- [13] توكي محمد (2014) : تطور التعمير بمدينة الدار البيضاء (من 1907 إلى 2007). ط 1.
- [14] شويكي المصطفى (2003) : محاربة السكن غير اللائق بالدار البيضاء: أية حصيلة ؟ أشغال يوم دراسي حول السكن غير اللائق في 28 ماي 2003 منشورات الاتحاد الجغرافي المغربي ، فرع الدار البيضاء. عين الشق. ص.ص.67-83.
- [15] شويكي المصطفى (1996): الدار البيضاء مقارنة سوسيو مجالية ، جامعة الحسن الثاني- عين الشق كلية الآداب و العلوم الإنسانية الدار البيضاء. سلسلة الأطروحات و الرسائل- الطبعة الأولى.
- [16] لحرش كريم (2002): الميثاق الجماعي الجديد (نحو حكمة محلية لجماعة الغد).سلسلة اللامركزية و الإدارة الترابية. العدد18 الطبعة3.
- [17] مصطفى منير محمود(2012): توجيه التنمية العمرانية بالمراكز الحضرية الكبرى للحد من ضغوط الاستثمار- مؤتمر تخطيط و إدارة النمو العمراني و ضغوط الاستثمار في المدن العربية الكبرى – القاهرة 19-21 فبراير 2012.
- [18] المندوبية السامية للتخطيط (المديرية الجهوية للدار البيضاء الكبرى)النشرة الإحصائية 2013.
- [19] المندوبية السامية للتخطيط (المديرية الجهوية للدار البيضاء الكبرى)النشرة الإحصائية 2011.
- [20] المودني عبد اللطيف (2013): الديناميات المحلية و حكمة الدولة . أفريقيا الشرق. الدار البيضاء.
- [21] وزارة الداخلية : الوكالة الحضرية للدار البيضاء: نظام التهيئة الخاص بتصميم التهيئة لمقاطعة سيدي مومن المصادق عليه في 15/07/2015.

FACTEURS EXPLICATIFS DES DECES MATERNELS EN MILIEU HOSPITALIER : UNE ETUDE AU NIVEAU DE SIX ZONES DE SANTE DANS L'EST DE LA REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO

[MATERNAL DEATHS FACTORS IN HOSPITAL AREA: A SURVEY AT SIX HEALTH DISTRICTS IN THE EAST OF THE REPUBLIC DEMOCRATIQUE OF CONGO]

Jean-Bosco Kahindo Mbeva¹, Hermès Karemere², Mitangala Ndeba Prudence³, Lévis Nyavanda⁴, and Jean-Paul Mundama W'Itende⁵

¹Département de Santé Publique, UOR, Nord-Kivu, RD Congo ; Faculté de Santé et Développement Communautaires, ULPGL, Goma, Nord Kivu, RD Congo

²Ecole Régionale de Santé Publique, UCB, Bukavu, Sud-Kivu, RD Congo

³Département de Santé Publique, UOR, Nord-Kivu, RD Congo; Ecole Régionale de Santé Publique, UCB, Bukavu, Sud-Kivu, RD Congo

⁴Faculté de Santé et Développement Communautaires, ULPGL, Goma, Nord-Kivu, RD Congo

⁵Antenne de la Division Provinciale de la santé du Nord Kivu, Butembo, Nord Kivu, RD Congo

Copyright © 2018 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: *Introduction:* This study analyzes hospital maternal death factors in six health zones in the East of the Democratic Republic of Congo. The objective of this study is to identify the determinants and the circumstances of the maternal deaths. *Methodology:* This study is descriptive and analyzes the content of the medical files and death review of the mother deaths occurred between 2009 and June 2014 in 22 referral hospitals of 6 zones of health of the province of the North Kivu in the East of the RDC. The data collected by binomials of well experimented nurses and physician about 74 mother deaths were analyzed by SPSS software. *Results:* The hospital maternal mortality is high (106,9 deaths for 100.000 living Births). 87, 5% cases of maternal deaths arrived in time to the referral hospitals and 69,2% of cases were well taken in charge to the primary health level centers. On the other hand, the hospital care has been judged inadequate in 83,1 % of the cases, notably because of non-suitable medical and nursing care and limited availability either of the medicines and transfusion blood. The hemorrhage was the first reason of maternal death (63,4 % of the cases) and also the eclampsia (8,5%) and infections (7%). The indirect reasons were incriminated in less than 6% of the cases. *Conclusion:* The high level of hospital maternal deaths, the importance of the hemorrhages and limited medical and nurse competencies in maternal deaths, put in evidence the interest to reinforce the nurse and medical competencies and the clinical governance in reference hospitals.

KEYWORDS: Maternal mortality, hospital, determinant, competencies, Democratic republic of Congo.

RESUME: *Introduction :* La présente étude analyse les facteurs explicatifs des décès en milieu hospitalier dans six zones de santé à l'Est de la République Démocratique du Congo, l'objectif étant d'identifier les causes et les circonstances des décès Maternels intra-hospitaliers. *Méthodologie :* L'étude est descriptive et a procédé par analyse documentaire de données des dossiers et des rapports des revues des décès et par entretiens avec les prestataires, en rapport avec les décès maternels survenus entre

2009 et juin 2014 au niveau de 22 structures hospitalières de 6 zones de santé de la province du Nord Kivu à l'Est de la RDC. Ces données collectées sur fiches par des binômes d'infirmiers et médecins expérimentés, ont été encodées et analysées grâce au logiciel SPSS. *Résultats* : La mortalité maternelle intra-hospitalière est élevée (106,9 décès pour 100.000 Naissances vivantes) ; 87,5% des cas de décès maternels sont arrivés à temps au niveau hospitalier et 69,2% bien pris en charge au niveau des centres de santé. En revanche, la prise en charge intra hospitalière a été jugée inadéquate dans 83,1% des cas, notamment pour des raisons des prestations médicales, de nursing non appropriées et de disponibilité limitée soit des médicaments et de sang pour la transfusion. Les hémorragies ont constitué la première cause de décès (63,4% des cas), suivies des éclampsies (8,5%) et des infections (7%). Les causes indirectes sont incriminées dans moins de 6% des cas. *Conclusion* : Le niveau élevé de décès maternels intra-hospitaliers, l'importance des hémorragies et de l'inadéquation de prise en charge intra hospitalière dans la survenue des décès maternels, mettent en évidence l'intérêt de renforcer les compétences des prestataires et la gouvernance clinique en milieu hospitalier dans la lutte contre la mortalité maternelle.

MOTS-CLEFS: Mortalité maternelle, hôpital, déterminants, compétences, République Démocratique du Congo.

1 INTRODUCTION

Dans le monde, près de 300.000 femmes meurent chaque année de suite d'une grossesse, d'un accouchement ou en période du postpartum. Environ 99% de ces décès surviennent dans les pays en développement [1]. Les efforts menés au cours deux dernières décennies ont permis d'enregistrer quelques progrès dans la réduction du taux de mortalité maternelle. D'après des études de tendances réalisées par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) [2], le taux global de mortalité maternelle est passé de 385 à 216 décès maternels pour 100.000 naissances vivantes (Nv), entre 1990 et 2015, soit une réduction globale de 44%. Ces efforts sont certes réels mais demeurent insuffisants, particulièrement en Afrique Subsaharienne. Cette région compte, à elle seule, 66% de la charge globale de décès maternels en 2015 et un taux moyen de 546 décès maternels pour 100.000 Nv [3]. Dans cette région du monde, des milliers de femmes en couches continuent à mourir à la suite des causes pourtant évitables [4].

La République démocratique du Congo (RDC) compte parmi les pays de l'Afrique Sub-saharienne, dont la charge de décès maternels, figure parmi les plus élevées, avec 22.000 décès maternels en 2015 [3]. Les progrès enregistrés dans la lutte contre la mortalité maternelle restent bien minces en RDC. D'après les statistiques sanitaires mondiales, le taux de mortalité maternelle dans ce pays, est passé de 930 à 690 décès maternels pour 100.000 Nv entre 1990 et 2015 [5, 6]. Les trois dernières décennies marquées d'une instabilité socio politique récurrente, avec ses effets sur l'accessibilité et les performances des services de santé, pourraient en partie expliquer ce niveau élevé de mortalité maternelle. La province du Nord Kivu, à l'Est de la République Démocratique du Congo, a été particulièrement touchée par cette instabilité socio politique, depuis le début de la décennie 1990.

Certaines études ont contribué à identifier les causes de décès maternels au niveau global et de certaines régions. D'après une étude menée par Say et al. [7], près de 73% de décès maternels survenus entre 2003 et 2009 sont liés à des causes obstétricales directes, tandis que seulement 27,5 % de décès sont consécutifs à des causes indirectes. Parmi les causes directes, les hémorragies obstétricales viennent en tête avec 27,1% des décès maternels surtout en postpartum, suivies de l'hypertension artérielle (14% des décès), des infections (10,7% des décès), des avortements (7,9% des décès), de l'embolie et d'autres causes directes (12,8% des décès). L'importance de ces causes varie d'une région à une autre, en fonction des contextes liés aux dynamiques sociales, aux facteurs économiques et géographiques, culturels ainsi qu'aux modes d'organisation et aux performances des services de santé. En région africaine, par exemple, l'hémorragie vient en tête avec 33,9% des cas, suivie des causes indirectes (26,5%), des infections (9,7%), de l'éclampsie (9,1%), des dystocies mécaniques (4,1%), des avortements clandestins (3,9%); Enfin, 5,4% de décès surviennent à la suite des causes non précisées [8].

La difficulté de réduire la mortalité maternelle est particulièrement liée à la complexité de ce phénomène, ce qui impose une action systémique [1]. Cette action peut être envisagée avec efficacité en intégrant et en contextualisant des interventions qui ont fait leurs preuves face aux causes de mortalité maternelle [9]. Au-delà des causes médicales (directes et indirectes), figurent des circonstances et des contextes dans lesquelles surviennent les décès maternels. Ces circonstances et contextes ont été modélisés par Thaddeus et Maine [10] sous forme de trois retards : (i) le retard à la suite de la non reconnaissance par la gestante de la nécessité des soins d'urgence, (ii) le retard d'arrivée à l'établissement de soins et (iii) le retard lié à la carence dans la prestation pour des raisons de personnels, d'équipements et bien d'autres facteurs qui impactent les processus de prestations. Ces circonstances sont variables d'une région à une autre, d'un pays à un autre selon les contextes. Certaines circonstances qui renvoient au premier retard sont liées à la prise de décision par les mères et leur entourage à recourir à temps

aux soins [11] ; d'autres traduisent des dysfonctionnements plus ou moins importants des processus de prise en charge de la morbidité grave des mères en milieu de soins [12]. Il importe donc d'identifier les causes de décès maternels en les insérant dans les contextes dans lesquels ils surviennent, aux fins de mieux cerner les leviers sur lesquels agir et ainsi mener des processus les plus adaptés pour réduire l'incidence des décès maternels.

Dans cette perspective, l'objectif assigné de cette étude est d'identifier les déterminants des décès maternels survenus au sein des hôpitaux généraux de référence (HGR), des centres de santé de référence (CSR) et des centres hospitaliers (CH) de 6 zones de santé de la province du Nord Kivu à l'Est de la République Démocratique du Congo.

2 METHODOLOGIE

Cette étude est descriptive et transversale, réalisée dans les formations sanitaires de référence des zones de santé de Biena (HGR de Mambowa, CSR de Biambwe, CSR de Mwenye), Kyondo (HGR de Kyondo, CSR de Kyavinyonge, CSR Kyalumba, CH Bwalyana, CSR Burusi), Manguredjipa (HGR de Mangurejipa, CSR de Kambau), Masereka (HGR de Masereka, CSR de Muhati, CSR de Kitsimba, CSR de Magherya), Musienne (HGR de Musienene, CH de Mukongo, CH de Vusamba, CH de Vughaliha, CH de Tumaini et CSR de Buyinga) et Vuhovi (HGR de Vuhovi, CSR de Bulambo et CH de Vuhimba) dans la province du Nord Kivu. Les six zones de santé (ZS) développent, depuis l'an 2006 et grâce notamment au support financier de l'Union Européenne, des stratégies visant la réduction des barrières aux soins, l'amélioration de la qualité des soins et la réduction de la mortalité maternelle et infantile.

Cette étude a procédé par une analyse approfondie des causes et des circonstances ayant entouré les décès maternels survenus au sein des structures de référence ciblées, de 2009 à juin 2014. Cette analyse approfondie des causes et des circonstances des décès maternels est inspirée de la méthodologie décrite par Bullough et Graham [13]. A été considéré comme décès maternel dans cette étude, tout décès survenu au cours d'une grossesse ou dans un délai de 42 jours après sa terminaison, pour une cause quelconque déterminée ou aggravée par la grossesse ou les soins prodigués dans ce contexte. Les décès maternels ont été répertoriés au niveau des registres de sortie des services d'obstétrique, de gynécologie et des soins intensifs des structures hospitalières.

Tout cas de décès répondant à cette définition et survenu au niveau des structures de référence et disposant d'un dossier de patient a été inclus dans l'étude. Ont été exclus, tous les cas de décès maternels pour lesquels le dossier de patient n'était pas retrouvé. Au total 74 décès maternels sur les 83 décès enregistrés au niveau des structures de référence, soit 88,0% de décès, ont été analysés. Le tableau 1 ci-dessous donne un aperçu sur le nombre de décès analysés par zone de santé (ZS) et par structure de référence.

Tableau 1. Distribution des décès maternels enregistrés et analysés entre janvier 2009 et juin 2014 dans les 6 zones de santé du Nord Kivu, Est de la RDC.

Zones de santé	Populations totales en 2014	Nombre de Structures de référence	Total décès enregistrés	Total décès analysés	Proportions (%)
Kyondo	208.281	5	23	21	28,8
Musienene	241.404	6	24	9	24,7
Manguredjipa	70.123	1	3	2	2,7
Masereka	171.988	4	10	10	13,9
Vuhovi	117.638	3	12	12	16,4
Biena	115.010	3	11	10	13,7
Total	924.444	22	83	74	100,0

COLLECTE DES DONNÉES

Les données ont été collectées, du 25 septembre au 8 octobre 2014, en binômes, par six enquêteurs disposant chacun d'une expérience de plus de 6 ans dans la prise en charge des grossesses et des accouchements. Ces enquêteurs sont des médecins cliniciens (n=5) et infirmier (n=1). Les six enquêteurs ont été préalablement formés pendant trois jours sur la méthodologie et les techniques de collecte des données par analyse documentaire et par entretiens de groupe. Pour la collecte des données, ils ont travaillé en binôme. Les données collectées ont concerné : (i) les caractéristiques socio-économiques, (ii) le parcours dans le système sanitaire, (iii) les paramètres cliniques, diagnostiques et de prise en charge et (iv) les conditions de prise en charge de chaque cas de décès maternel.

Deux sources des données de données ont été utilisées: (i) les sources documentaires et (ii) les groupes de discussions avec les prestataires hospitaliers. Les sources documentaires étaient constituées des (i) dossiers des patientes, (ii) des certificats de décès et (iii) des rapports d'audit ou revues de décès. Concrètement, les données ont été collectées pour chaque cas par le binôme au niveau des sources documentaires, ensuite soumises à une échange approfondie dans le cadre d'un groupe focalisé avec les personnels impliqués dans la prise en charge des patientes décédées et ceux ayant participé aux audits du décès afin de dégager un consensus sur les données. Une fois les données validées, elles ont été portées sur un formulaire de collecte des données. Le formulaire de collecte des données a été préalablement testé au niveau d'un hôpital général de référence (HGR Butembo).

ANALYSE DES DONNÉES

Les données sur formulaire ont été encodées dans une base de données sur SPSS version 20. Les analyses statistiques réalisées sont essentiellement descriptives pour les variables ci- dessous:

1° Variables relatives aux caractéristiques socio-économiques des femmes/ filles décédées: âge, l'ethnie, la religion pratiquée, le niveau d'instructions, la situation matrimoniale, la résidence principale, la distance de la résidence de la défunte du CS de son aire de santé, la profession ;

2° Les variables relatives aux antécédents et au parcours de soins des mères décédées: la taille , le poids à l'admission, l'utilisation des méthodes de planning familial, le nombre de consultations prénatales, le nombre de césarienne antérieures, la référence du CS à la structure de référence, le moyen d'évacuation utilisé, la distance de la formation sanitaire ayant référé à la structure de référence, l'indication de la référence;

3° Les variables relatives à l'adéquation de la prise en charge au niveau de la structure de référence: la promptitude de prise en charge, la qualité des processus médicaux, la qualité du processus infirmier et du nursing, la disponibilité d'équipements, la disponibilité des médicaments, du sang et d'autres intrants;

4° Des variables relatives aux causes et aux circonstances de décès maternels: causes directes, causes indirectes, circonstances de décès. Les statistiques descriptives usuelles ont été utilisées pour décrire l'échantillon : moyenne et déviation standard (DS), médiane et minimum, maximum (Min-Max) et les proportions. Quand la distribution des variables quantitatives était asymétrique, dans ce cas, la médiane décrivait le mieux la tendance centrale de la distribution. Pour des variables quantitatives à distribution normale, la moyenne était utilisée. Dans certains cas de comparaison des proportions, le test Khi-Deux de Pearson a été utilisé quand le nombre de sujets dans chaque cellule était de plus de 5 et dans le cas contraire le test de Fischer Exact a été utilisé.

CONSIDÉRATIONS ÉTHIQUES

Le protocole d'étude a été approuvé par le service d'Information-Communication et Recherche de la Division provinciale de la santé du Nord-Kivu. Un consentement verbal éclairé a été préalablement requis systématiquement auprès de chaque participant à l'étude. L'anonymat et la confidentialité leur ont été assurés et observés tout au long du processus collecte et d'analyse des données.

3 RESULTATS

3.1 EVOLUTION DES DECES MATERNELS : UNE TENDANCE A L'AUGMENTATION

L'évolution du nombre de décès maternels pour 100.000 naissances vivantes (Nv), montre une tendance à l'augmentation des cas au niveau des structures de référence à partir de l'année 2012, avec des taux à trois chiffres au cours de trois années consécutives. La figure 1 ci-dessous donne un aperçu de l'évolution annuelle du nombre décès maternels rapportés.

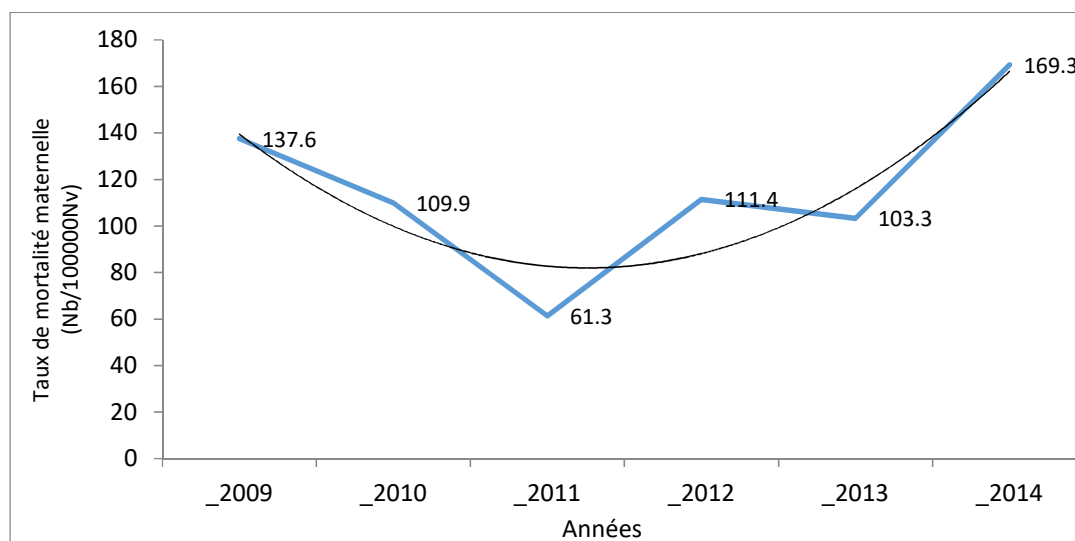


Fig. 1. Evolution des décès maternels hospitaliers entre janvier 2009 et juin 2014.

La distribution de décès par zone de santé montre un taux de décès maternels le plus élevé dans la ZS Biena (149,6 décès maternels pour 100.000Nv) tandis que le taux le plus bas est rapporté par la ZS voisine de Manguredjipa, avec 59,5 décès maternels pour 100.000 Nv.

Tableau 2. Distribution par zone de santé (ZS) de décès maternels enregistrés entre janvier 2009 et juin 2014 dans les 6 zones de santé du Nord Kivu, Est de la RDC.

Zones de santé	Total de naissances vivantes	Total décès enregistrés	Taux mortalité maternelle
Kyondo	19.972	23	115,2
Musienene	22.062	24	108,8
Manguredjipa	5.045	3	59,5
Masereka	12.799	10	78,1
Vuhovi	10.440	12	114,9
Biena	7.353	11	149,6
Total	77.661	83	106,9

3.2 CARACTERISTIQUES SOCIOECONOMIQUES DES MERES DECEDEES

L'âge moyen des mères décédées est de 30 ans. Elles sont majoritairement de l'ethnie Nande (94,4%) et de profession religieuse catholique (73,9%). Elles sont en général peu scolarisées (54,1% non scolarisées), en majorité mariées (65,2%) et de profession cultivatrice (71,0%). Leurs résidences sont en majorité situées en milieu rural (81,9%), à une distance médiane de 3 Km du Centre de santé. Les centres de santé sont à leur tour situés à une distance médiane de 7 Km de la structure de référence où est survenu le décès.

3.3 ANTECEDENTS ET PARCOURS DES SOINS DES MERES DECEDEES

Les femmes/filles décédées ont eu un poids moyen de 57,1Kg et une taille moyenne de 154,8 Cm. La gestité médiane est de 4,5 et la médiane d'enfants vivants de 3. La médiane des consultations prénatales est de 4. La majorité d'entre elles a été vaccinée contre le Tétanos (84,9%) et a été supplémentée à la Sulfadoxine-pyriméthamine (73,0%) pour prévenir le paludisme sur grossesse. En revanche la proportion de celles supplémentées en fer-acide folique est assez basse (57,7%). La majeure partie de femmes/filles n'a pas été référée (57,9%). Dans la majeure partie de cas, la mère décédée est arrivée au niveau de la structure de référence à pieds (60%), à moto (15%) ou par Tipoy (15%).

3.4 CIRCONSTANCES ET ADEQUATION DE LA PRISE EN CHARGE DES MERES DECEDEES AU NIVEAU HOSPITALIER

Les mères décédées sont arrivées en majorité à temps au niveau des structures de référence (62%) et près du tiers d'entre elles a séjourné au village d'accueil (31%). Les décès sont survenus sur des grossesses soit nombreuses soit rapprochées, pour environ 4 cas sur 10. Dans plus de 65% de cas, il n'a pas été objectivé ni retard individuel, ni familial dans le recours aux services de santé. En outre et dans plus de 65% de cas, il n'a pas été objectivé ni une mauvaise prise en charge avérée au niveau du centre de santé (CS), ni un retard d'évacuation de la patiente du CS vers la structure de référence.

La prise en charge a consisté dans près de 2/3 des cas à une césarienne (64,5%) pour des indications diverses. L'indication de la césarienne la plus fréquente a été l'utérus cicatriciel (17,4%). Les autres indications des césariennes réalisées sont le placenta praevia (15,2%), la pré éclampsie (15,2%), la disproportion foeto-pelvienne (15,2%), les dystocies dynamiques (6,5%), une présentation vicieuse (4,2%) et bien d'autres causes (23,9%).

Dans près de la moitié des cas, cette prise en charge a été confrontée à la non disponibilité ou non fonctionnalité des équipements (48,6%) ainsi que non disponibilité des médicaments et d'autres intrants (42,9%) nécessaires pour une prise en charge efficace des patientes. Les processus de prise en charge ont été évalués insuffisantes dans 35,5% des cas pour les médecins et dans 47,3% des cas pour les infirmiers. Tous ces facteurs associés, la prise en charge des mères au niveau hospitalier a été évaluée inadéquate dans 83,1% des cas des mères décédées.

Le tableau 3 ci-dessous donne les détails sur le contexte et l'adéquation des processus de prise en charge des mères décédées

Tableau.3. Circonstances et adéquation de la prise en charge des cas de décès maternels enregistrés entre janvier 2009 et juin 2014 dans les 6 zones de santé du Nord Kivu, Est de la RDC.

Circonstances et adéquation de la prise en charge des mères décédées	Valeurs
Grossesses nombreuses (n=68)	
<i>Grossesses nombreuses</i>	40,1%
<i>Grossesses pas nombreuses</i>	52,9%
Grossesses trop rapprochées (n=57)	
<i>Grossesses rapprochées</i>	45,6%
<i>Grossesses pas rapprochées</i>	54,4%
Grossesses tardives (n=64)	
<i>Grossesses tardives</i>	12,5%
<i>Grossesses non tardives</i>	87,5%
Retard individuel ou familial (n=70)	
<i>Pas de retard</i>	67,1%
<i>Retard individuel/familial</i>	32,9%
Mauvaise prise en charge au CS (n=57)	
<i>Pas de mauvaise prise en charge objectivée</i>	69,2%
<i>Mauvaise prise en charge avérée au CS</i>	30,8%
Retard d'évacuation du CS vers la structure de référence (n=57)	
<i>Pas de retard d'évacuation objectivé</i>	87,7%
<i>Retard avéré d'évacuation</i>	12,3%
Conditions de référence du CS vers la structure de référence (n=57)	
<i>Conditions d'évacuation difficiles</i>	17,4%
<i>Conditions d'évacuation non difficiles</i>	82,6%
Disponibilité (fonctionnalité) des équipements de prise en charge (n=70)	
<i>Equipements disponibles</i>	51,4%
<i>Equipements non disponibles</i>	48,6%
Disponibilité des médicaments (sang et autres) de prise en charge adéquate (n=70)	
<i>Médicaments (sang et autres) disponibles</i>	57,1%
<i>Médicaments (sang et autres) non disponibles</i>	42,9%
Retard de prise d'une décision thérapeutique (n=70)	
<i>Retard avérée de prise de décision thérapeutique</i>	48,6%
<i>Pas de retard de prise de décision thérapeutique</i>	41,4%

Suivi/surveillance de la patiente (n=70)	
<i>Surveillance adéquate</i>	34,6%
<i>Surveillance non adéquate</i>	65,4%
Adéquation des soins prestés en faveur de la patiente au niveau de la structure de référence (n=71)	
<i>Soins adéquats</i>	12,9%
<i>Soins non adéquats</i>	83,1%

Dans plus de 80% de cas de décès, il a été objectivé une prise en charge non adéquate, assortie d'une surveillance déficiente de la patiente dans près de deux cas sur trois. En effet, l'insuffisance des processus de prise en charge des patients s'est matérialisée par le retard dans la prise en charge de la décision thérapeutique dans 41,4% des cas et une surveillance insuffisante dans 65,4% des cas, alors que ces patientes nécessitaient parfois une surveillance continue dans un service de soins intensifs.

1.1. Causes Et Circonstances De Survenue Des Deces Maternels

Près de deux tiers de décès analysés sont consécutifs aux hémorragies (63,4%). Les hémorragies sont suivies loin derrière par l'éclampsie (8,5%) et les infections (7,0%). Ces trois causes directes réunies ont été à la base de près de 80% de décès maternels.

Tableau 4. Causes directes et indirectes de décès maternels enregistrés entre janvier 2009 et juin 2014 dans les 6 zones de santé du Nord Kivu, Est de la RDC.

Causes directes et indirectes de décès maternels	Valeurs
Causes directes de décès maternels (n=71)	
<i>Hémorragies</i>	63,4%
<i>Eclampsie</i>	8,5%
<i>Infection</i>	7,0%
<i>Rupture utérine</i>	4,2%
<i>Hématome retro placentaire</i>	4,2%
<i>Avortement</i>	1,4%
<i>Autres causes</i>	11,3%
Causes indirectes des décès	
<i>Paludisme (n=68)</i>	2,9%
<i>Cardiopathie (n=67)</i>	1,5%
<i>Tuberculose (n=68)</i>	1,5%

La modalité de prise en charge la plus fréquente des mères décédées a été la césarienne (64,5%) (n=70).

L'hémorragie est incriminée comme cause directe de décès dans 62,2% des cas mères décédées prises en charge par Césarienne et dans 37,8% des cas des mères décédées mais non prises en charge par Césarienne.

Tableau 5. Proportion de décès par Hémorragie selon la modalité de prise en charge pour les cas de maternels enregistrés entre janvier 2009 et juin 2014 dans les 6 zones de santé du Nord Kivu, Est de la RDC.

Modalité de Prise en charge (n=71)	Décès par Hémorragie (proportions)	
Prise en charge par Césarienne	62,1%	P= 0,06
Prise en charge hors césarienne	37,8%	

Cette apparente proportion élevée de décès par hémorragie chez les mères décédées prises en charge par Césarienne (versus celles non prise en charge par Césarienne) n'est pas statistiquement significative, en considérant le test Exact de Fisher à 5,060 (P=0,06).

4 DISCUSSION

Cette étude avait pour objectif d'identifier les facteurs explicatifs des décès maternels en milieu hospitalier, en particulier les causes et les circonstances de survenue des décès maternels. Avant de discuter les principaux résultats de cette étude, il importe d'aborder les quelques limites de cette étude.

L'effectif des cas de décès étudiés (74 décès) semble a priori bien limité. Toutefois, la durée de la période observée (plus de 5 ans) et la population couverte par les 6 zones de santé (près d'un million d'habitants) semblent plaider en faveur de la puissance de cette étude; En outre, les résultats de cette étude sont basés sur une analyse guidée par le protocole de recherche, par six cliniciens bien expérimentés. L'expérience de ces cliniciens et la validation des données dans le cadre d'une discussion avec les prestataires ayant participé à la prise en charge des mères décédées ou aux revues des décès, permet de renforcer la validité des données collectées.

Dans notre série, la première cause directe de décès maternels est constituée par les hémorragies. Ce résultat rejoint les observations d'autres auteurs pour la région africaine [1,14]. Par contre, la proportion de décès maternels consécutifs aux hémorragies trouvée dans notre étude (63,4%) est particulièrement élevée. Elle constitue quasi le double du taux enregistré en région africaine et qui est estimé à 33,9% [1]. Une étude menée aux cliniques Universitaires d'Antanarivo (Madagascar) en 2009 a montré des taux de décès liés à l'hémorragie postpartum beaucoup plus faibles, de l'ordre de 31,48% et de 10,18% pour les hémorragies pré-partum [15]. A Bangui (RCA), les hémorragies du postpartum représentent 30,0% des décès maternels [16]. Les taux de décès maternels liés aux hémorragies sont nettement plus bas au niveau des pays développés [1]. En France par exemple, ce taux a été évalué entre 20 et 25% de décès maternels, avec un taux d'évitabilité des décès maternels évalué à 73% [17].

Dans notre étude les hémorragies, ensemble avec les éclampsies et les infections, constituent près de 80% de décès maternels.

Contrairement aux difficultés habituelles d'évacuation sanitaire, comme celles décrites dans certains pays d'Afrique de l'Ouest [18], dans notre série, ces décès sont survenus dans un contexte où les soins du premier échelon ont été bien prestés et les patientes arrivées à temps au niveau de la structure de référence. En revanche, les processus de soins de référence se sont plutôt avérés non adéquats dans 83,1% des cas. Le contexte de décès maternels a été caractérisé au niveau des structures de référence par (i) la non disponibilité d'équipements fonctionnels (48,6%), (ii) des médicaments et/ou du sang pour la transfusion sanguine (42,9%), (iii) des processus médicaux de soins insuffisants dans 35,5% de cas et des processus infirmiers et de nursing non adéquats dans 47,1% des cas. Ces processus de soins insuffisants sont illustrés par le retard de décision thérapeutique dans 48,6% de cas, dont ceux caractérisés par le retard des prestataires dans la prise de décision thérapeutique dans 41,4% de cas de décès. Enfin, ce déficit de processus médicaux couplé au sous-équipement a été à la base d'une surveillance insuffisante de patientes dans 65,4% des cas. Ces trois derniers facteurs rejoignent ceux identifiés au cours d'une étude menée au Madagascar [15].

La compétence, comprise comme un savoir agir en situation [19] ou la mobilisation pertinente de ressources pour résoudre un problème complexe, n'a pas été au rendez-vous. Les résultats relevés ci haut montrent des dysfonctionnements par rapport à l'anticipation sur la disponibilité d'intrants, la fonctionnalité des équipements, interactions entre les membres de l'équipe de soins, identification et résolution à temps des problèmes,... bref des compétences limitées des prestataires, dans le management clinique des urgences obstétricales.

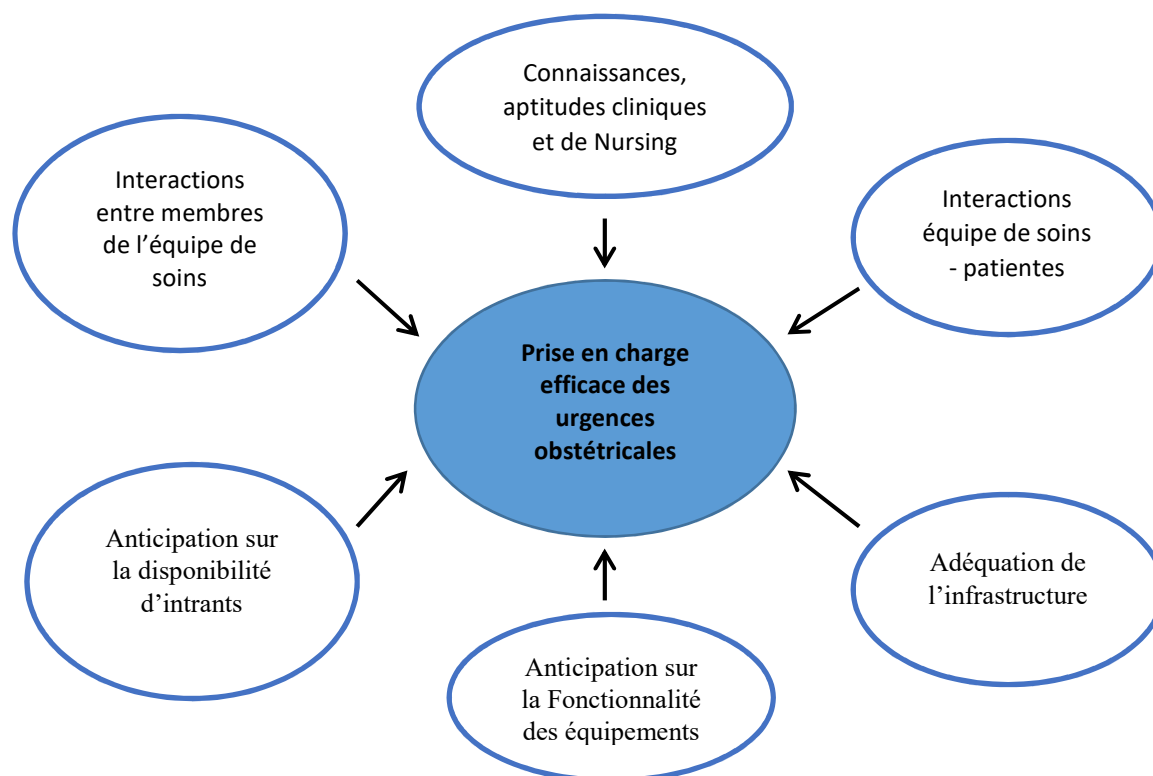


Fig. 2. Leviers essentiels d'amélioration de la prise en charge des urgences obstétricales

Ces limites questionnent non seulement la formation de base, mais aussi les approches habituelles de renforcement des capacités (formations et d'autres formes d'accompagnement des prestataires hospitaliers). Dans un tel contexte, des approches d'accompagnement et de renforcement des compétences individuelles et collectives, qui intègrent le paradigme de l'approche par compétences et qui agissent sur les leviers essentiels d'amélioration de la prise en charge des urgences obstétricales, pourraient être privilégiées.

5 CONCLUSIONS

La première cause directe de décès maternels enregistrés au niveau des structures de référence de 6 zones de santé a été l'hémorragie dans 63,4% des cas. Les hémorragies, ensemble avec les éclampsies et les infections, sont incriminées dans près de 80% des cas. Ces décès sont survenus dans un contexte d'une prise en charge jugée adéquate au premier échelon et d'une arrivée à temps de la gestante au niveau de la structure de référence, mais des processus insuffisants de soins insuffisants ; Ces processus insuffisants de soins étant consécutifs à des compétences limitées, des carences d'équipements et une disponibilité limitée de médicaments et ou de sang pour la transfusion sanguine.

Les résultats de cette étude confirment bien la variabilité des causes des décès selon les contextes et l'intérêt de contextualiser les stratégies de lutte. Dans le cas présent, le premier et le deuxième retard, selon Thaddeus et Maine ont été d'importance relativement marginale dans la survenue des décès maternels, les stratégies développées ayant permis d'améliorer la sensibilité des gestantes et de leur entourage à percevoir le risque et à se rendre à temps au niveau des structures de prise en charge des urgences obstétricales. Par contre, c'est plutôt la qualité des processus de prise en charge et plus globalement la gouvernance clinique au niveau des structures de référence, qui ont posé problème. Dans ce contexte, des stratégies visant à renforcer au minimum les compétences des prestataires, le plateau technique de transfusion sanguine et les chaînes d'approvisionnements en médicaments essentiels de qualité et d'autres commodités, doivent être développées, pour espérer influencer de manière significative sur la mortalité maternelle.

CONFLIT D'INTÉRÊT

«Les auteurs déclarent qu'ils n'ont pas de relation financière ni personnelle qui pouvait les avoir influencé de manière inappropriée en rédigeant cet article.»

CONTRIBUTION DES AUTEURS

JBK a coordonné et participé à toutes les phases (formulation du protocole de recherche, collecte des données, analyse des données, rédaction de l'article), H.K, PM, OK, MW et LN ont participé à l'analyse des données et à la révision de l'article.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'Union Européenne pour avoir contribué au financement cette étude.

REFERENCES

- [1] Dujardin, B., Mine, F., De Brouwere, V., *Améliorer la santé maternelle: un guide pour l'action systémique*. L'harmattan, Paris 2014, 303p
- [2] Who 2015. *Trends in Maternal Mortality: 1990 to 2015. Estimates by WHO, UNICEF, UNFPA, the World Bank and the United Nations Population Division*. Geneva: WHO
- [3] Filippi, V., et al., *Levels and Causes of Maternal Mortality and Morbidity*. In Reproductive, Maternal, Newborn, and Child Health. 2016.
- [4] Gülmezoglu, A.M., et al., *Interventions to Reduce Maternal and Newborn Morbidity and Mortality*. In Reproductive, Maternal, Newborn, and Child Health. 2016.
- [5] OMS, *Statistiques sanitaires mondiales 2013*. OMS, Genève, 2013.
- [6] WHO, *World health statistics 2016. Monitoring health for the sustainable development goals*. World Health Organization, Geneva, 2016.
- [7] Say, L., D. Chou, A., Gemmill, O., Tuncalpo, A.-B., Moller, and others. 2014. "Global Causes of Maternal Death: A WHO Systematic Analysis." *The Lancet Global Health*, 2014. 2 (6): p.323-233
- [8] Kahn, K.S., Wojdyla, D., Say, L., et al., *Who analysis of causes of maternal death: a systematic review*. *Lancet* 2006. 367: p.1066-1074.
- [9] Requejo, J.H., Bryce, J., Barros, A., et al., *Countdown to 2025 and beyond: fulfilling the health agenda for women and children*. *The Lancet* 2014. Published online June 30, 2014 [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60925-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60925-9).
- [10] Thaddeus, S., and D. Maine. 1994. "Too Far to Walk: Maternal Mortality in Context." *Social Sciences and Medicine* 1994. 38 (8): p.1091-110
- [11] Coppieters, Y., Bivort, P., Madani, K., Metboul, M., *Analyse des facteurs de la mortalité maternelle dans le Sud Algérien*. *Santé Publique* 2011. 23 (5): p.413-426.
- [12] Touré B, Koffi NM, Gohou V, Dagnan S, Diarra-Nama AJ. *Identification des dysfonctionnements dans la prise en charge de la morbidité maternelle grave à Abidjan (Côte d'Ivoire)*. *Santé Publique* 2011. 17 (1): p.135-144.
- [13] Bullough et Graham. *Etude sur les décès maternels dans les établissements de soins*. In OMS Eds. *Au-delà des nombres: Examiner les morts maternelles et les complications pour réduire les risques liés à la grossesse*. Genève, 2004: p.61-82.
- [14] Prual A. *Réduction de dysfonctionnements dans la prise en charge de la morbidité maternelle grave à Abidjan (Côte d'Ivoire)*. *Med Trop* 2004. 64 :p. 569-575.
- [15] Fenomanana, M.S., Rakotomena, S.D., Andrianjatovo, J.J., Andriampanalinarivo, H.R., *Les facteurs de risque de mortalité par hémorragies du post-partum à la Maternité de Befelatanana - CHU Antananarivo - Madagascar*. *Revue d'Anesthésie-Réanimation et de Médecine d'Urgence* 2009(July-August). 1(3): p.4-7.
- [16] Sepou, A., Yanza, M.C., Nguembi, E., *Analyse des évacuations sanitaires en gynécologie obstétrique à Bangui Centrafrique*. *Médecine d'Afrique noire* 2000. 6 : p.399-405.
- [17] Bouvier-Colle, M.H., et Philibert, M., *Épidémiologie de la mortalité maternelle en France, fréquence et caractéristiques*. *Réanimation* 2007. 16 :p. 358-365.
- [18] Ouédraogo, C., Bouvier-Colle, M.H., *Mortalité maternelle en Afrique de l'Ouest : comment, combien et pourquoi ?* *J Gynecol Obstet Biol Reprod* 2002. 31 : p.80-89.
- [19] Le Boterf, G., *De la compétence. Essai sur un attracteur étrange*, Paris, Les Editions d'organisation, p. 16-18.

The substrate thickness effect on the magnetic properties of some atomic plans of cobalt

A. Adanlété Adjanoh¹ and R. Belh²

¹Département de Physique, Faculté des Sciences et Techniques, Université de Kara, B.P : 404, Kara, Togo

²Département de Physique, Faculté des Sciences de Tunis, Université de Tunis El Manar, Tunis 1060, Tunisia

Copyright © 2018 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: We study the influence of the thickness of the glass substrate on the magnetic properties of the Au/Co(1 nm)/Au systems deposited on thick (2 mm) and thin (100 μm) glass by electron beam evaporation. The magnetic investigations were carried out by using Polar Magneto-Optic Kerr Effect (PMOKE).

KEYWORDS: Thin glass; Domain wall; nucleation; nucleation field; magnetic anisotropy constant; Barkhausen volume.

1 INTRODUCTION

The magnetization reversal dynamics in thin solid films with perpendicular anisotropy has been extensively studied during the last years for fundamental reason [1-3], as well as for magnetic recording applications [4,5], where the reversal process of domain is inherently involved. Thus to continue by improving the devices of the magnetic recording, it is crucial to understand and control the parameters which govern the magnetism in the condensed matter.

2 MATERIAL AND METHODS

2.1 ELABORATION OF THE SAMPLES

The Au/Co films are grown by electron beam evaporation on two-float glass substrate after prior deposition of a 30 nm gold buffer layer at room temperature. The two-float glass used has respective thicknesses of 2 mm (thick glass) and 100 μm (thin glass). The Au polycrystalline buffer is annealed at 450 K during one hour. Annealing increases the grain size and smoothes the surface. We then obtained a well-textured polycrystalline film. The (111) close-packed planes on the face centered cubic structure of gold are preferentially parallel to the surface film and the lateral size of the grains is about 100 - 200 nm. At room temperature, cobalt grows epitaxially on this Au buffer with hcp (0001) structure. For each sample, 1 nm of cobalt layer (approximately four atomic plans of cobalt) was deposited intermittently with an object to favor a good relaxation of the successive atomic plans and to have an hexagonal compact structure [6,7]. The relaxation favors the reduction of constraints and consequently minimizes the magneto-elastic contribution anisotropy. A 10 nm thick Au capping layer is finally deposited for protection. The magnetic properties of these films were measured, at room temperature, by Kerr magnetometer in polar configuration. Measurements are realized using a modulation technique of polarization state of the light.

2.2 MAGNETIC MEASUREMENTS

Quasi-static hysteresis loops and magnetic anisotropy were performed at room temperature on the two samples, by applying the magnetic field perpendicular to the plan of the magnetic layer. On the figure 1 are presented the hysteresis loops of the two samples. We note in both cases that the full remanence (the remanence magnetization M_r and that of saturation M_s are the same). Thus, the two square cycles show that the magnetization easy axis is perpendicular to each magnetic layer.

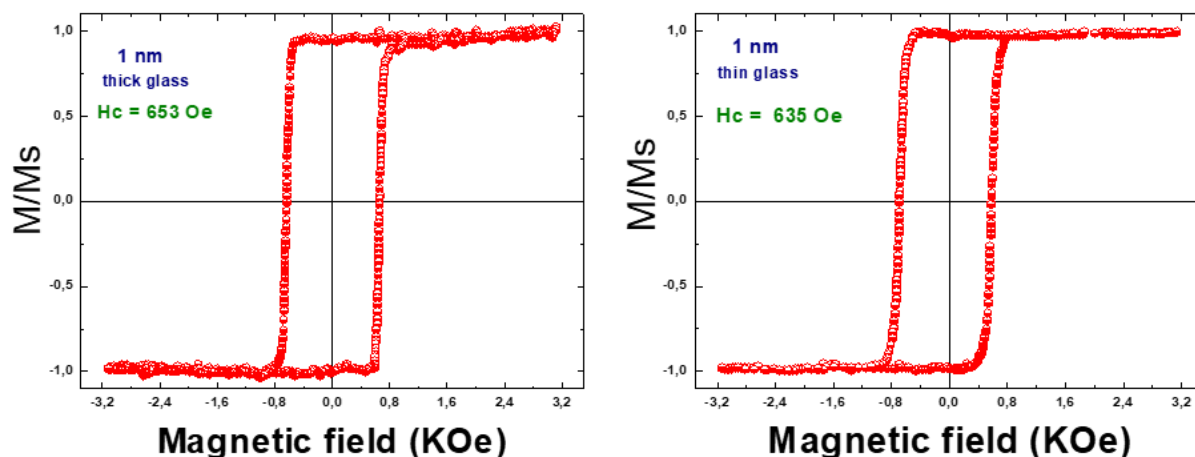


Fig. 1. Quasi-static loops at room at 300 K of Au/Co (1 nm)/Au on thick and thin glass.

We have measure for the two samples the nucleation field (H_n), the coercive field (H_c) and the first and second order of constants of anisotropy (K_1 and K_2). The measurement technique of the anisotropy constants was described in our previous works [8]. The values obtained are consigned in table 1.

Table 1. Values of K_1 and K_2 obtained by fitting the coherent rotation parts of loops measured in tilted field.

Substrate	thick glass	thin glass
Cobalt thickness, t_{Co} (nm)	1	1
Remanence (M_r/M_s)	1	1
H_c (Oe)	653	635
H_n (Oe)	552	353
K_1 (10^6 erg/cm ³)	3.4 ± 0.1	2.32 ± 0.1
K_2 (10^6 erg/cm ³)	0.89 ± 0.05	0.73 ± 0.05

3 RESULTS AND DISCUSSIONS

The value of the field of nucleation in the sample deposited on thin glass is relatively low. This lets think that nucleation would have started early in the sample deposited on thin glass.

With regard to the uniaxial anisotropy, we note that it passes from 3.4×10^6 erg/cm³ in the sample on thick glass to 2.32×10^6 erg/cm³ in that on thin glass. According to our former work [8], this reduction of anisotropy could influence the magnetization reversal dynamics or the parameters that control it. This correlation will be discussed in this paper.

To clarify more the above results and precisely on the magnetization reversal dynamics we have used the Raquet's model [9, 10]. This model, which is an extension of the one of Labruno [11] in the case of a variable applied field in the time, allows a modeling of hysteresis while considering simultaneously the dynamical effects and the complex competition between domain wall motions and domain nucleation and assume that the elementary mechanisms of the reversal magnetization are thermally activated process. The calculations are lead in the same way as in the initial publication of Fatuzzo [12] while introducing a number of nucleation centers depending of $\frac{dH}{dt}$ and verifying the differential equation:

$$\frac{dN(H, dH/dt)}{N_0 - N(H, dH/dt)} = \frac{R(H)dH}{dH/dt}, (1)$$

where N_0 is the number of centers who can be nucleated on the sample, $R(H)$ the apparition frequency of the centers. So the temporal variation of magnetization is, after calculations, given by:

$$\frac{M(x, dx/dt)}{M_s} = 2 \exp \left(-2\alpha k^2 \left[\frac{N[x, (dx/dt)]}{N_0} \left(1 - \frac{1}{k} + \frac{1}{2k^2} \right) \right] \right) \times \exp \left(\frac{R_0}{(dx/dt)} [\exp(-x) - 1] \left(1 - \frac{1}{k} \right) + \frac{R_0^2}{2(dx/dt)^2} [\exp(-x) - 1]^2 \right) \quad (2)$$

R_0 , x ($x = \frac{V_B M_s H}{k_B T}$) and dx/dt are, respectively, the nucleation rate in zero field, the reduce field and the reduce field variation rate. V_B is Barkhausen volume, α represents the density of nuclei sites and k defines the relative importance of nucleation and domain wall propagation in the reversal [a predominance of wall motion (nucleation) implies $k \gg 1$ (respectively, $k \ll 1$)]. Fig. 2 presents the adjustment of the measured dynamic hysteresis loops to the model (2).

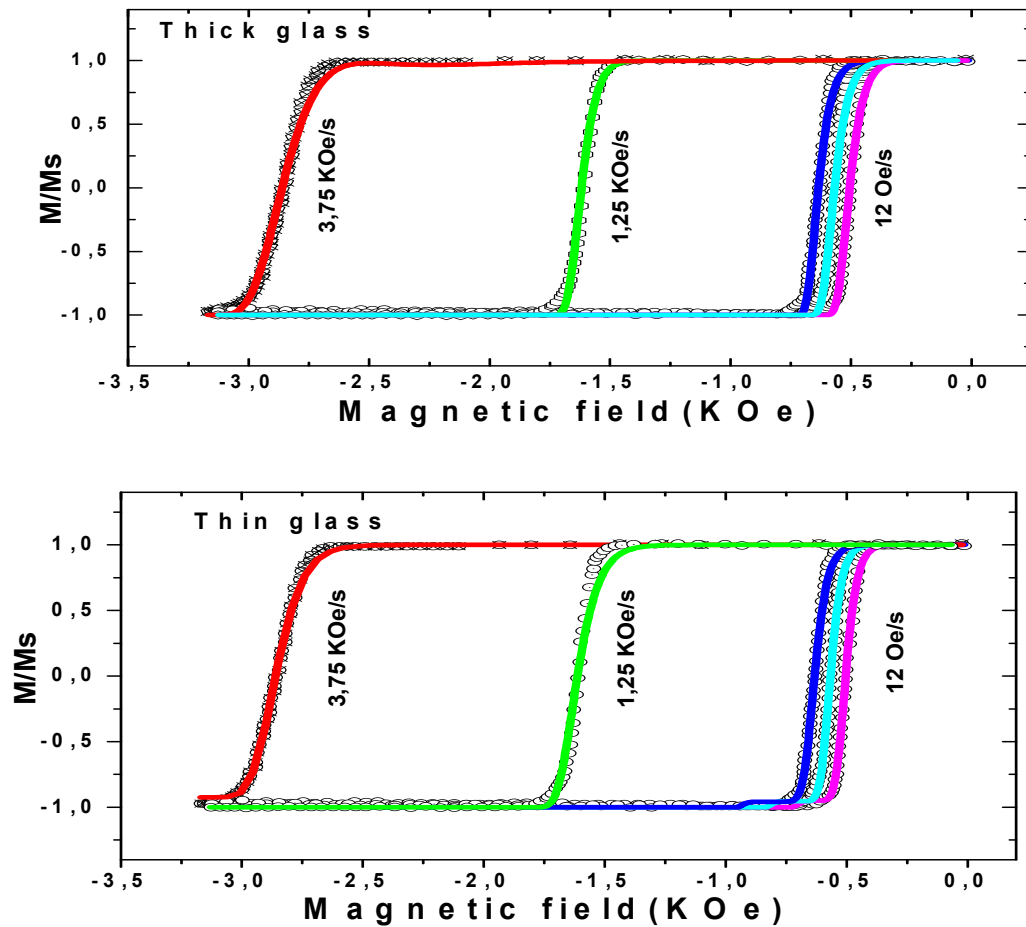


Fig. 2. Simulation by the model of Raquet (solid lines) of the measured dynamic hysteresis loops. The symbolic values represent the low, intermediate and strong $\frac{dH}{dt}$.

One notices that a good theory-experience agreement exists whatever $\frac{dH}{dt}$. The agreement is very remarkable around the coercive field. The only disagreements are at the nucleation and the saturation. These disagreements are due to the fact that this model considers that the nucleation starts from the imperfections having same amplitude. These disagreements at the nucleation and the saturation let think that the energy barrier would not be single in the layers and let suggest that layers contain imperfections of several natures having different energies.

In the table II and III are consigned the values of the parameters (k , α , R_0 and V_B) deduced from the fits (line) of the hysteresis loops in negative field (point).

Table 2. Values of k , α , R_0 and V_B obtained by fitting the hysteresis dynamic loops of the sample on thick glass, for several values of $\frac{dH}{dt}$ with Eq. (2).

$\frac{dH}{dt}$ (Oe/s)	k	$\alpha(10^{-2})$	$R_0(10^{-8})$	$V_B(10^{-19}cm^3)$
12	14.14	6.37	3.03	6.84
62	10.20	6.50	3.54	7.18
125	8.01	6.60	3.14	7.03
187	2.97	6.20	3.78	7.35
250	1.35	6.02	3.60	7.46
Average		6.33	3.41	7.17
312	0.96	6.47	3.33	7.30
375	0.84	6.70	3.86	6.83
437	0.80	6.44	3.70	6.52
500	0.79	6.81	3.56	6.15
563	0.70	6.69	3.26	5.94
Average		6.62	3.54	6.54
1250	0.46	6.41	7.26×10^2	2.97
2500	0.35	6.30	2.50×10^4	1.64
3750	0.23	6.70	1.39×10^5	1.24

Table 3. Values of k , α , R_0 and V_B obtained by fitting the hysteresis dynamic loops of the sample on thin glass, for several values of $\frac{dH}{dt}$ with Eq. (2)

$\frac{dH}{dt}$ (Oe/s)	k	$\alpha(10^{-2})$	$R_0(10^{-7})$	$V_B(10^{-19}cm^3)$
12	9.10	2.15	3.38	5.80
62	8.01	2.55	4.73	5.79
125	6.30	2.20	5.48	5.83
187	2.30	2.05	3.60	6.43
250	1.19	2.47	3.79	6.60
Average		2.28	4.19	6.09
312	0.92	2.31	6.43	6.19
375	0.70	2.14	5.28	6.12
437	0.63	2.50	4.36	5.96
500	0.60	2.20	4.11	5.80
563	0.55	2.23	4.97	5.52
Average		2.27	5.03	5.91
1250	0.42	2.04	1.30×10^4	2.26
2500	0.36	2.10	2.20×10^4	1.52
3750	0.30	2.51	7.60×10^4	1.09

For the two samples, results reveal three intervals of the sweep rate corresponding to three different possible situations. For sweep rate lower than 250 Oe/s k is superior to 1 what implies that the reversal by wall motion thermally activated is dominant. In each layer the model used find some same magnitude order of Barkhausen volume for this range sweep rate. The magnitude order of V_B found is, overall, included between $0.6 \times 10^{-18}cm^3$ and $0.7 \times 10^{-18}cm^3$ and this result is in harmony with the previous works [9,13]. Beyond a $\frac{dH}{dt}$ value superior to 250 Oe/s k becomes inferior to 1 indicating that the wall motion with thermal activation becomes less efficient compared to the nucleation [14]. A rigorous observation of data permits

to divide this range of $\frac{dH}{dt}$ in two parts on which two behaviors of reversal magnetization can be considered. Between 250 Oe/s and 1.25 KOe/s the parameters values stay coherent, in every layer, with the values of the first range of field sweep rate, the average values of α , R_0 and V_B are, respectively, very near of those of the first range. The fact that, in the two layers, the k ratio is consisted between 1 and 0.5 on this second range of $\frac{dH}{dt}$ lets think that the wall motion by thermal activation contributes slightly to the magnetization reversal.

For $\frac{dH}{dt}$ values superior to 1.25 KOe/s the k parameter becomes lower than 0.5 what lets suppose that a mode of pure nucleation appears gradually in the two systems. On this range the parameters R_0 and V_B are not constant any more in each sample. Concerning the sample on thick glass, for example, the nucleation rate in zero field (R_0) passed 10^{-8} order to the one of 10^{-3} for the strongest sweep rate, the Barkhausen volume passes $7 \times 10^{-19} \text{cm}^3$ order to the one of $1 \times 10^{-19} \text{cm}^3$, whereas for the second sample the values of these parameters pass respectively from 10^{-7} order to 10^{-3} for R_0 and $5.8 \times 10^{-19} \text{cm}^3$ to $1.09 \times 10^{-19} \text{cm}^3$ for V_B on all the range of $\frac{dH}{dt}$ applied.

Even if the nucleation rate in zero field (R_0) should be constant its increase according to $\frac{dH}{dt}$ could be due to a probable remanence of the coil at the high sweep rate of the magnetic field.

The reduction of the Barkhausen volume could be assigned to the disappearance of domain wall motion on this last range. Indeed the model used supposes that volumes of nucleation and propagation are identical to an elementary volume called the Barkhausen volume. The fact that this elementary volume decreases on a range of $\frac{dH}{dt}$ where the magnetization reversal seems to be done by a pure of nucleation process lets suggest that the volume of nucleation in our two samples is lower than the elementary volume of the wall jump.

Regarding the parameters, we note that only the rate of nucleation in zero field is sensitive to the reduction of the substrate thickness. Indeed, the magnitude order of $R_0(10^{-7})$ in the sample on thin glass shows that the probability to have a nucleation site would be high in this sample. This was confirmed by the rounded corner on its quasi-static hysteresis loop and by the low value found for the nucleation field ($H_n = 353 \text{ Oe}$). In this sample, even if the process of magnetization reversal at weak sweep rate of field seems to be done by propagation of wall, the nucleation of the sites would play also a considerable part. We can consequently affirm that the reduction of the constant of uniaxial anisotropy can be correlated with this mode of the magnetization reversal that would not exist in the sample on thick glass.

4 CONCLUSION

We have deposited approximately four atomic plans (4PA) of cobalt on thick glass and thin glass. The magnetic measurements revealed that the nucleation field (H_n) and the constant anisotropy (K_1) are reduced when one reduces the thickness of the substrate of glass. We used the model of Raquet to study the magnetization reversal in these two samples. The study showed that the reduction of the anisotropy constant was accompanied by a change of the magnetization reversal mode. Indeed, for low values of $\frac{dH}{dt}$ the magnetization reverse essentially by the domain wall motion in the sample on thick glass (2 mm) whereas in that on thin glass (100 μm) magnetization reverse by domain wall motion is accompanied by several nucleation sites.

ACKNOWLEDGMENTS

This work is the result of a collaboration between the LMOP laboratory (Tunisia) and the Université de Kara (Togo). We acknowledge the help of LMOP.

REFERENCES

- [1] J. Ferré, J. P. Jamet, and P. Meyer, Phys. Status Solidi (a) 175, 213, 1999.
- [2] S.-B. Choe and S.-C. Shin, Phys. Rev. B 57, 1085, 1998.
- [3] S.-B. Choe and S.-C. Shin J. Appl. Phys. 83, 6952, 1998.
- [4] J. X. Shen, R. D. Kirby, Z. S. Shan, D. J. Sellmyer, and Tl Suzuki, J. Appl. Phys. 73, 6418, 1993.
- [5] J. Pommier, P. Meyer, G. Pénissard, J. Ferré, P. Bruno, and D. Renard, Phys. Rev. Lett. 65, 2054, 1990.
- [6] R. Belhi, S. Jomni, N. Mliki, K. Abdelmoula, M Ayadi, G. Clugnet, A. Chrai, C. Leroux et G. Nihoul, Can. J. Phys. 79, 1011, 2001.
- [7] R. Belhi, A. Adanlété Adjanoh, J. Vogel, M. Ayadi, K. Abdelmoula, J. Appl. Phys. 108, 093924, 2010.
- [8] A. Adanlété Adjanoh, R. Belhi, J. Vogel, O. Fruchart, M. Ayadi, K. Abdelmoula, J. Magn. Magn. Mater. 322, 2498, 2010.
- [9] B. Raquet, M. D. Ortega, M. Goiran, A. R. Fert, J. P. Redoules, R. Mamy, J, C. Ousset, A. Sdaq, and A. Khmou. J. Magn. Magn. Mater. 150, L5, 1995.
- [10] B. Raquet, R. Mamy, and J. C. Ousset, Phys. Rev B 54, 4128 (1996); J. Magn. Magn. Mater. 165, 492, 1997.
- [11] Labrune M., Andrieu S., Rio F., and Bernstein P. Time dependence of the magnetization process of re-tm alloys. J. Magn. Magn. Mater. 80:211, 1989.
- [12] Fatuzzo E. Theoretical considerations on the switching transient in ferroelectrics. Phys. Rev., 127(6):1999, 1962.
- [13] B. Raquet, M. D. Ortega, A. Sdaq, R. Mamy, M. Goiran, A. R. Fert, C. Armand, J, C. Ousset, J. Magn. Magn. Mater. 156, 197-198, 1996.
- [14] A. Adanlété Adjanoh, Int. J. Adv. Res. 6 (3), 1215-1220, 2018.

***Panicum maximum* density effect upon the efficiency of pilot-scale vertical flow constructed wetlands treating domestic wastewater**

Jean-Marie Pétémanagnan Ouattara, Béatrice Assamoi Ama, and Lacina Coulibaly

Laboratory of Environment and Aquatic Biology, Department of Sciences and Environment Management, University of Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

Copyright © 2018 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: Plant density may have an influence on constructed wetlands (CWs) operation. In this study, the effect of plant density on the efficiency of vertical-flow CWs planted with *Panicum maximum* treating domestic wastewater was investigated. Two beds were planted with *P. maximum* at 10 plants/m² (low density) and two others at 20 plants/m² (high density). Two unplanted beds were used as control. During six months, domestic (0.05m³) raw wastewater was applied on each bed intermittently. Wastewater samples were taken once a week into the influent and the filtrate of each bed and preserved at 4°C until analysis. The results showed that pollutants were significantly more removed in the planted beds than in the controls. But, the plant densities used were not significantly impact the treatment efficiency. However, the bed planted at low density was clearly distinguished as the one that provided the higher pollutants removal rates (TSS = 91.8%, DCO = 91.6%, P = 69%, PO₄³⁻ = 74.9%, NTK = 86.5%, NH₄⁺ = 86.5%, *Escherichia coli* = 87.1%, *Clostridium perfringens* = 96.7%).

KEYWORDS: Constructed wetlands, *Panicum maximum*, plant density, wastewater treatment.

1 INTRODUCTION

Nowadays, developing countries are faced with enormous environmental problems like collection and treatment of municipal wastewaters [1]. The conventional wastewater treatment systems, such as activated sludge systems which were realized in these countries, are unsuited and are difficult to operate and maintain with stable removal efficiencies [2]. These wastewaters are released to receiving waters without any treatment because of the costs of conventional technologies. Therefore, these countries are in great need of low-cost, low-maintenance wastewater management strategies that offer a good investment for such countries where funding for infrastructure building is scarce. Constructed wetlands (CW) are an inexpensive option for wastewater treatment in developing countries and can often be constructed out of locally available materials [3], [4], [5]. Conventional treatment systems are maintenance- and energy-intensive [6]. Consequently, their performance is affected when these requirements cannot be properly provided. Thus, in regions where conventional treatment technologies cannot be effectively maintained, wastewater treatment by wetland technology could result in improved water quality, benefiting the health, economy, and aesthetics of the region [7].

Many studies have been focused on engineering aspects (organic load, hydraulic retention time, plant species) of this technology [6], [8], [10]. CWs are ecosystems designed to recreate natural processes that leverage the interactions of soil, microorganisms and plants to treat a wide range of wastewater [11]. There are several types of CW among which the concept developed by [12] included beds composed of sand or gravel supporting emergent aquatic plants (vertical flow CW) proves to be the most appropriate because of the non-requirement of large areas for operating, and no risks of odors, nitrogen gas or nitrous oxide and methane emission to the atmosphere [13], [14]. Aquatic plants offer a simple, cheap, energy-efficient method for treating wastewater [15]. They require little technical back-up and are easy to maintain [16]. Certain rooted plants have bactericidal properties [17] and the ability to breakdown chemical pollutants, while submerged aquatics are important as oxygenators [16]. Moreover, their rhizosphere enhances density and activity of the CW organisms by providing root surface for their growth, source of carbon and a micro-aerobic environment via root oxygen release [18] therefore improving the CW

effectiveness. But plants species and planting density can impact on the CW organism's activities by their different potentialities to release exudates and oxygen in the beds [19], [20]. Plants canopies intercept solar rays and preserve favorable hygrometry for biological activities in the planted beds [21].

Previous study had shown that the presence of a fodder plant like *P. maximum* on the CW increases the effectiveness in removing domestic wastewater pollutants [22]. Pollutant removal was significantly superior in the planted beds than in the control. But, the density of this plant can affect CW performance, particularly, plants growth and wastewater infiltration, thus modifying the activities of organisms responsible for pollutants degradation in the beds media.

The purposes of this study were to evaluate the impact of *P. maximum* density upon to (i) plant aboveground biomass, (ii) beds hydraulic and (iii) pollutant removal efficiencies.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 EXPERIMENTAL DEVICE

The pilot-scale vertical flow CW was composed of six rectangular beds (Length $\times$ wide $\times$ depth = 1.75 m $\times$ 0.75 m $\times$ 0.45 m) made of cement, giving a bed surface of 1.31 m² (Figure 1). The beds were filled from the bottom to the surface by respectively 0.1m of gravel (size = 15/25 mm), textile and 0.3 m of white lagoon sand (mean sand diameter = 513 μ m, uniformity coefficient = 0.4, porosity = 59%). The sand and gravel used for beds filling were both washed to remove clay, loam and organic matter. Four beds were planted at different densities with young *P. maximum* taken from endemic adult plants: two beds at 10 roots/m² (low density) and two other beds at 20 roots/m² (high density). Two unplanted beds were used as control. The beds were taken in pair to make repetition. The advantages of using *P. maximum* are: fodder plant, growth in natural wetland, high production rate, easy for manual harvest, ammonia preference uptake and high protein content. During six months corresponding to three growth cycles of *P. maximum*, each bed was fed three times per week (Monday, Wednesday and Friday) with 0.05 m³ of domestic wastewater (hydraulic loading = 16.3 $\times$ 10⁻³ m/d) taken from the sewerage system in Abidjan (Côte d'Ivoire) at each feeding. Homogeneous wastewater distribution on the surface of each bed was ensured using an irrigation device. The filtrates were drained out of the beds through a PVC pipe (diameter: 0.032 m).



Fig. 1. View of the experimental device (A) and the vertical completely drained beds planted with *P. maximum* (B); 1: bed, 2: irrigation device, 3: feeding tank, 4: *P. maximum* growing on the beds.

2.2 PLANT ABOVEGROUND BIOMASS DETERMINATION

At the beginning of grains production (every two months approximately), plants were harvested according to [22] and the plant aboveground biomass produced was determined by weighing. The diameter of the plants stumps was also measured at each harvesting. Three measures of plant biomass and stumps diameter were carried out during the experiment and data obtained in each pair of beds were used for analyses.

2.3 BEDS HYDRAULIC CHARACTERIZATION

Bed hydraulic was achieved by determining wastewater infiltration rate in the beds, the hydraulic residence time and the beds plugging rate according to [23]. Wastewater infiltration rate was obtained from the measurement of the infiltration time of wastewater film applied on each bed by feeding. It represents the ratio of the wastewater volume applied and the infiltration time corresponding following the relation (1).

$$Q = \frac{V_w}{t} \quad (1)$$

Q = Infiltration flow rate (m^3/min),

V_w = Feeding wastewater volume (m^3),

t = Infiltration time (min).

The hydraulic residence time or hydraulic retention time (HRT) corresponding to the average time that makes a drop of wastewater in the beds was determined according relation (2).

$$\text{HRT} = \frac{V}{Q} = \frac{\rho \cdot A \cdot h}{Q} \quad (2)$$

HRT = Hydraulic retention time (d),

V = Media pore volume (m^3),

ρ = Porosity,

A = Bed surface (m^2),

h = Bed depth (m),

Q = Water flow rate (m^3/d).

From the wastewater infiltration rate determined at the beginning of the experiment (initial infiltration rate) and those obtained after each bed feeding (instantaneous infiltration rate), the bed plugging rates were calculated according to relation (3).

$$\text{Plugging rate (\%)} = \left(\frac{Q_{\text{init.}} - Q_{\text{inst.}}}{Q_{\text{init.}}} \right) * 100 \quad (3)$$

$Q_{\text{init.}}$ = Initial water flow rate (m^3/min),

$Q_{\text{inst.}}$ = Instantaneous infiltration flow rate.

When the bed plugging rate was superior to 85%, solid matters accumulated on the beds surface were removed and beds media was plough on the first 5 cm to regenerate wastewater infiltration.

2.4 WATER SAMPLING AND PARAMETERS ANALYSIS

Wastewater samples were taken once a week into the influent and the filtrate of each bed in an ethylene bottle and preserved at 4°C until analysis. During the experiment, 26 water samples were taken in each bed. All analyses were completed within 24 hours of sample collection. For each water sample, total suspended solids (TSS), pH, chemical oxygen demand (COD), total nitrogen (NTK), ammonium (NH_4^+), total phosphorus (P), orthophosphate (PO_4^{3-}), *Escherichia coli* and *Clostridium perfringens* were analyzed using standard laboratory procedures and methods [24]. TSS was measured by filter method. pH was determined with a model WTW pH-meter 95. COD was measured by the potassium dichromate-boiling method. NTK was determined with by kjeldahl method after mineralization with selenium. NH_4^+ and PO_4^{3-} were measured by the distillation–nesslerization and ascorbic acid-molybdate methods, respectively. *E. coli* were determined by miniaturized method by inoculation in liquid medium and *C. perfringens* by general method for incorporation in agar deep tubes. Pollutant removal was calculated using pollutant concentrations in the influent and in the bed filtrates (relation 4).

$$\text{Efficiency removal (\%)} = \left(\frac{X_{\text{inf.}} - X_{\text{fil.}}}{X_{\text{inf.}}} \right) * 100 \quad (4)$$

X_{inf} = Parameter concentration into the influent (mg/l),

X_{fil} = Parameter concentration into the filtrate (mg/l).

2.5 DATA ANALYSIS

Data of plant biomass and stumps diameter were not normally distributed (Shapiro–Wilk normality test), so Kruskal–Wallis and Mann–Whitney tests were used to make comparison. Concerning pollutant data, Mann–Whitney test showed no significant difference between data of both beds of each pair (planted beds at high density, planted beds at low density and unplanted beds). Consequently, the mean values of pollutant data for each pair have been used. These data were normally distributed (Shapiro–Wilk normality test) with homogeneous variances. Thus, ANOVAs (HSD of Tukey test) was used to compare those. In all cases, the significance level was $p < 0.05$. The statistical analyses were done with STATISTICA software, version 7.1.

3 RESULTS

3.1 PLANT BIOMASS PRODUCTION

Figure 2 shows the variations of plant biomass produced by the planted beds (Figure 2A) and the diameter of plant stumps (Figure 2B). Plant biomass produced varied between 77.9 and 92.2 t/ha and between 80.2 and 116.6 t/ha, respectively on the planted beds at high and low densities. Concerning the diameter of plant stumps, they oscillated between 7.2 and 10.7 cm on the beds planted at high density and between 9.6 and 16.5 cm on those planted at low density. Globally, plant biomass and stump diameter of the beds planted at low density were superior to those planted at high density. However, the difference between plant biomasses of these planted beds was not significant (Mann–Whitney tests: $U = 6$, $Z = -1.92$, $p > 0.05$). But plant stumps diameter was significantly different (Mann–Whitney tests: $U = 2$, $Z = -2.56$, $p < 0.05$) between the planted beds at high and low densities.

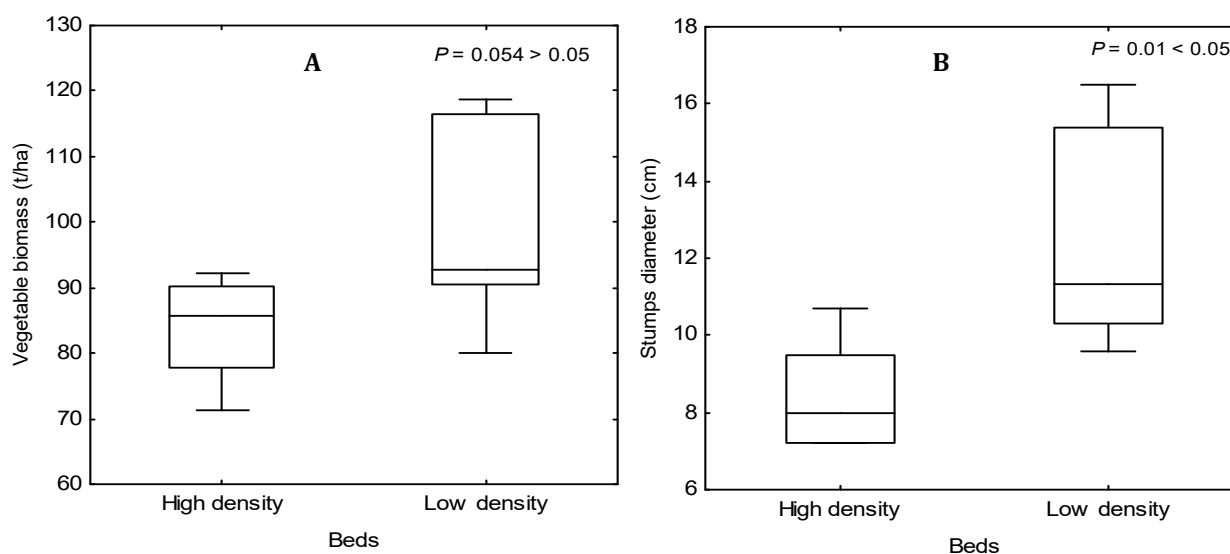


Fig. 2. Variation of plant biomass produced (A) and diameter of plant stumps (B) in the planted beds at high and low density.

3.2 EFFECTS OF PLANT DENSITY ON THE BEDS HYDRAULIC

The evolution of wastewater infiltration rate in the beds is showed on the figure 3. The profiles of infiltration rate in these beds presented three distinct phases (I, II and III) characterized by two periods of the removal of solids retained on the beds surface and cooling in 5 cm of sand surface at the days 53 and 133. Overall, one observes a decrease in the wastewater infiltration rate with time for the three phases. In the bed planted at high density, infiltration rate decreases from 704.7 to 232.3 mL/min (Phase I), from 730.5 to 212.6 mL/min (Phase II) and from 694 to 414.7 mL/min (Phase III). On the bed planted at low density, infiltration rate varies from 709.6 to 236.7 mL/min in Phase I, from 763.8 to 265.1 mL/min in phase II and 736.8

to 476.6 mL/min in Phase III. In the unplanted bed (control), the infiltration rate decrease from 717 to 118 mL/min, from 378.3 to 132.4 mL/min and from 334 to 208.7 mL/min respectively during phases I, II and III. During the three phases, the rate of wastewater infiltration is significantly higher in planted beds than in the control (Tukey HSD test: $p < 0.05$). Considering both types of planted beds, the infiltration rate in the planted bed at low density is relatively higher (LD (503.5 ± 146 mL/min) > HD (465.1 ± 135.6 mL/min)). However, the difference in infiltration rate between the two planted beds is not significant ($p > 0.05$).

Unlike the infiltration rate of the wastewater, the percentage of beds fouling and the hydraulic retention time (HRT) are significantly lower in planted beds than in the control (Tukey HSD test: $p < 0.05$). However, planted beds (low and high density) have values of the same order of magnitude. For example, during Phase I, the percentage of beds fouling was 67%, 66.6% and 83.5%, respectively in the planted beds at high and low densities, and in the control. As for HRT, it is 18 h 30 min in the bed planted at the high density, 18 h 10 min in the bed planted at the low density and 36 h 26 min in the control.

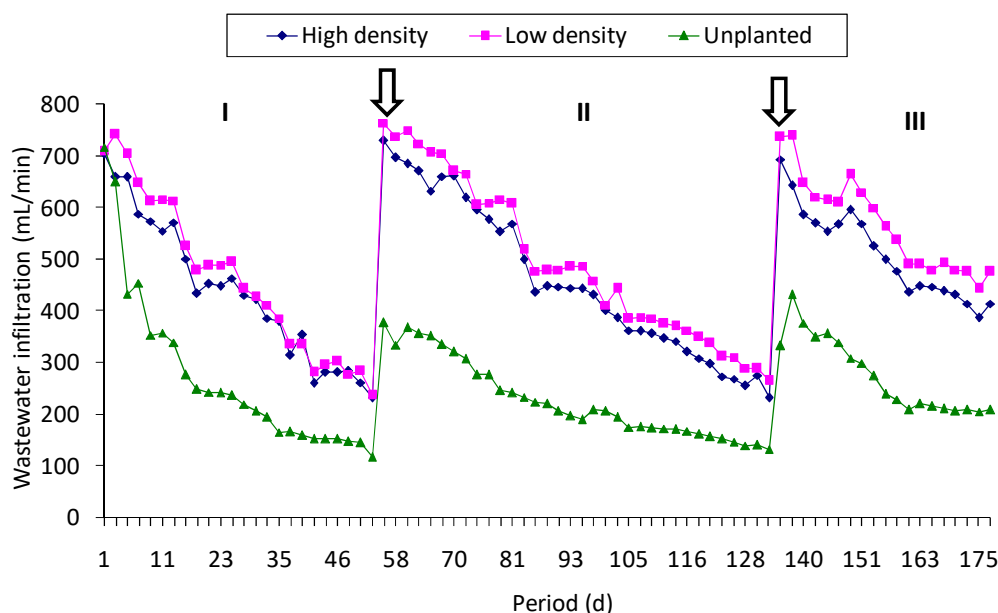


Fig. 3. Evolution of wastewater infiltration rate in the beds; arrows indicate the two periods of the removal of solids retained on the beds surface and cooling in 5 cm of sand surface; FD = density; BD = low density; NP = not planted; I = first phase; II = second phase; III = third phase.

3.3 PLANT DENSITY EFFECTS ON CW PERFORMANCE

The mean values of the physico-chemical parameters of the raw wastewater and the bed filtrates are consigned in Table 1. pH of the influent decreased from 7.6 to 6.2 in the bed filtrates. The sequence of pH mean values was: influent (7.6) > filtrate of planted bed with *P. maximum* at high density (6.7) > filtrate of planted bed with *P. maximum* at low density (6.6) > filtrate of unplanted bed (6.2). These values were not significantly different (HSD of Tukey test: $p > 0.05$). Concerning COD, NTK, NH_4^+ , P and PO_4^{3-} , they were more removed in the filtrates of the planted beds than in the control one. Furthermore, these pollutants were more removed in the filtrates of the bed planted at low density than in those of the bed planted at high density. The sequence of pollutant removal in the CW beds was:

- For COD: bed planted at low density (91.4 %) < bed planted at high density (86.3 %) < unplanted bed (72.2 %).
- For NTK: bed planted at low density (65.4 %) < bed planted at high density (57.5 %) < unplanted bed (52.7 %).
- For NH_4^+ : bed planted at low density (86.5 %) < bed planted at high density (79.3 %) < unplanted bed (65.9 %).
- For P: bed planted at low density (69 %) < bed planted at high density (63.7 %) < unplanted bed (36.4 %).
- For PO_4^{3-} : bed planted at low density (69 %) < bed planted at high density (63.5 %) < unplanted bed (49.7 %).

Except for TSS, the aforesaid wastewater pollutant parameters were significantly more removed in the planted beds than in the control (HSD of Tukey test: $p < 0.05$). But between the planted beds at low and high densities, the treatment efficiency

was not significantly different ($p > 0.05$). Globally, the treatment efficiency of the planted beds with *P. maximum* at low density was superior to that of the planted bed at high density.

Table 1. Mean averages and standard deviations of physico-chemical and bacteriological parameters of the domestic wastewater and the beds filtrates and average removal rates (N = sample number)

Parameters	N	Raw wastewater	bed planted at high density		bed planted at low density		Unplanted bed	
			Filtrates	Removal rate (%)	Filtrates	Removal rate (%)	Filtrates	Removal rate (%)
pH	32	7.6 ± 0.5	6.7 ± 0.6	–	5.6 ± 0.4	–	6.2 ± 0.4	–
TSS (mg/L)	32	1 518.9 ± 247	191.2 ± 173.9	86.8 ± 13.3	206.7 ± 168.7	85.6 ± 13.2	177.9 ± 177	87.7 ± 13.3
COD (mg O ₂ /L) ^a	26	1 256 ± 571.5	154.9 ± 54.3	86.3 ± 5.7	99.9 ± 60.5	91.4 ± 5.1	328.1 ± 119.1	72.2 ± 6
NTK (mg/L) ^a	26	306 ± 101.1	126 ± 50	57.5 ± 13.7	106 ± 41.5	65.4 ± 7.9	140.8 ± 47.4	52.7 ± 15.3
NH ₄ ⁺ (mg/L) ^a	26	128.1 ± 57.6	20.9 ± 10.1	79.3 ± 12.3	15.6 ± 12.4	86.5 ± 8.6	42.1 ± 21.7	65.9 ± 11
P (mg/L) ^a	26	8.8 ± 2.8	2.8 ± 1	63.7 ± 7.3	2.4 ± 0.9	69 ± 6.4	5.1 ± 2.2	36.4 ± 10.1
PO ₄ ³⁻ (mg/L) ^a	26	6.2 ± 2.2	2.1 ± 0.8	63.5 ± 15.1	2.4 ± 0.9	69 ± 6.4	3.1 ± 1.6	49.7 ± 20.8
<i>E. coli</i> (UFC/100 mL)	26	94 033.69	3 280.08	96.5 ± 3.4	2 182.04	97.7 ± 1.8	9 547.69	89.8 ± 16.6
<i>C. perfringens</i> UFC/100 mL)	26	6 411.54	834.62	87 ± 8.6	869.46	86.4 ± 12.6	789.15	87.7 ± 15.2

^a High significant different (HSD of Tukey test: $p < 0.05$) between the average removal rates of the planted and unplanted beds

Relating to *Escherichia coli* and *Clostridium perfringens*, the number was considerably reduced in the filtrates of the planted beds and the control. This reduction was similar in the planted beds and in the unplanted bed. In the control it was 89.8 % for *E. coli* and 87.7 % for *C. perfringens*. In the planted beds, 97.7 % and 96.5 % of *E. coli* removal, and 86.4 % and 87 % of *C. perfringens* removal were obtained respectively in the filtrates of the beds planted at low and high densities. The statistical analysis did not show a significant difference (HSD of Tukey test: $p > 0.05$) between pathogens removal in the CW beds.

4 DISCUSSION

The study showed more or less significant effects of *Panicum maximum* density on its growth and its biomass produced, as well as on the beds hydraulic and the CW performance. With regard to plant growth, the results obtained indicate that plants were well adapted to the environment whatever the plants density used. This good plant growth could be due to the characteristics of domestic wastewater used which were loaded with organic and nutritious matters. However, the plant biomass and the stump diameter of the beds planted at low density were superior to those planted at high density. This difference was likely due to the competition phenomena of the plants which would be more important in the bed planted at high density. In fact, more the plants density increase, more plants tend to satisfy their nutritional needs rather than their growth [25]. This could reduce the plant biomass production.

Considering the beds hydraulic, there is a decrease in the wastewater infiltration rate into the beds with time. This situation could be attributed to the reduction of the pore space of the beds media by the coarse and colloidal matters contained in the wastewater used. According to [26], during wastewater infiltration, the coarse matters are retained on the surface and the thinnest in the pores, which obstructs them. As a result, beds hydraulic decreases. This hypothesis is confirmed by the increase in the infiltration rate on days 56 and 133 due to the scraping of the solids crust formed on the surface of the reactors and the cooling of the first five centimeters of the media.

In comparison with the unplanted bed, significantly higher values of wastewater infiltration rate recorded in planted beds were likely related to *P. maximum* root development. Indeed, this plant has a dense root system, and the rhizomes could create galleries in the planted beds to maintain a relatively high porosity and hydraulic conductivity [27], [28]. However, the two plant densities used were not significantly affecting the wastewater infiltration rate. But, the low density (10 roots/m²) preserves an infiltration rate superior than that of the high density (20 roots/m²). This plant density (10 roots/m²) is more favorable to maintain a low clogging of the CW beds.

During wastewater treatment, the values of all parameters measured were decreased considerably in the bed filtrates compared to the raw wastewater regardless of the planting density used. The pH decrease in the bed filtrates could be explained by the oxidation of wastewater organic matters, the nitrification of nitrogen containing compounds [29] and the adsorption of alkalis in the beds [6]. That could also be due to CO₂ production which may form in aqueous environment carbonic acids and reduce the pH [30]. Concerning TSS removal in the CW, this could be explained by physical mechanisms and chemical reactions in the bed sediments [31], [32]. The removal of TSS in the planted beds was lower than that in the unplanted one. This result could be due to the plant roots that create tunnels in the sediments of planted beds through which wastewater TSS

can migrate. Compared to the control, the best removal of COD, NTK, NH_4^+ , P and PO_4^{3-} in the planted beds could be due to the both plants uptake and microbial oxidation [5], [33]. In regard to nutriment removal, the high performances obtained were probably enhanced by the high *P. maximum* uptake for nutriment (11.2 % for nitrogen and 13.5% for phosphorus) [22]. Generally, the treatment efficiency was not significantly different between the planted beds. However, it was better in planted bed at low density than in planted bed at high density. The higher efficiency of the planted bed at low density could be explained by an abundant oxygen transfer in the bed when plant density was 10 roots/m² (low density). Indeed, plants at low density grow and extend faster than those at high density. Consequently, there could be a higher quantity of oxygen produced that could optimize microbial activities for pollutants degradation in the planted bed at low density.

Concerning *Escherichia coli* and *Clostridium perfringens*, their removal in beds filtrates could be explained by a physical retention and their adsorption in the bed media. The reduction of these human pathogens could be also supported by biological mechanisms such as competition, parasitism and predation between microorganisms which grow in the beds media [30]. The mean values of *E. coli* and *C. perfringens* removal in the different beds filtrates were similar. However, *E. coli* removal was slightly important in the planted beds filtrates compared to the control filtrate. This result was probably due to the action of some exudates secreted by *P. maximum* which would contribute to reduce *E. coli* [34]. The two plant densities used were not significantly affecting the efficiency of the constructed wetland developed. But, the planting at 10 roots/m² improved globally the CW efficiency.

5 CONCLUSION

The study showed that the constructed wetland planted with *Panicum maximum* was suitable for domestic wastewater treatment. *P. maximum* planted at low and high densities was well adapted to the environment and produced optimal vegetable biomass. Biomass production decreased with the increase of plants density. The bed hydraulic study showed that CW developed could operate without clogging problem for two months despite the high concentration of wastewater TSS. The constructed wetland planted with *P. maximum* was effective in removing domestic wastewater pollutants (TSS, COD, NTK, NH_4^+ , P and PO_4^{3-}). Pollutant removal, except for TSS, was significantly superior in the planted beds than in the control. Plant density did not impact significantly on the CW efficiency. However, the bed planted at 10 roots/m² provided the highest performance.

REFERENCES

- [1] J. Nouri, R. Nabizadeh, M. Younesian, H. A. Norouzi, S. M. "Tehrani, Environmental and health impact assessment of wastewater treatment plant", *J. Med. Sci.* 6 (1), pp. 34-37, 2006.
- [2] S. Sirianuntapiboon, M. Kongchum, W. Jitmaikasem, "Effects of hydraulic retention time and media of constructed wetland for treatment of domestic wastewater", *Afr. J. Agricult. Res.* 1 (2), pp. 027-037, 2006.
- [3] D. A. Mashauri, D. M. M. Mulungu, B. S. Abdulhussein, "Constructed wetland at the University of Dar Es Salaam", *Water Res.* 34, pp. 1135-1144, 2000.
- [4] J. Puigagut, H. Salvadó, D. García, F. Granés, J. García, "Comparison of microfauna communities in full scale subsurface flow constructed wetlands used as secondary and tertiary treatment", *Water Res.* 41, pp. 1645-1652, 2007.
- [5] R. H. Kadlec, S. D. Wallace, "Treatment Wetlands, Second Edition", CRC Press, Boca Raton, Florida, 2009
- [6] Metcalf and Inc. Eddy, "Wastewater Engineering, Treatment, Disposal, and Reuse. In: Tchobanoglous, G., Burton, F.L., Stensel, H.D. (Eds.)", Fourth Edition, McGraw-Hill, New York, 2003.
- [7] M. E. Arias, M. T. Brown, "Feasibility of using constructed treatment wetlands for municipal wastewater treatment in the Bogotá Savannah, Colombia", *Ecol. Eng.* 35, pp. 1070-1078, 2009.
- [8] G. Maltais-Landry, F. Chazrenc, Y. Comeau, S. Troesch, J. Brisson, "Effects of artificial aeration, macrophyte species and loading rate on removal efficiency in constructed wetland mesocosms treating fish farm wastewater", *J. Environ. Eng. Sci.* 6, pp. 409-414, 2007.
- [9] A. L. Chew, "Nutrient removal from leachate using horizontal subsurface constructed wetlands", Tesis of Universiti Teknologi Malaysia, 114 p., 2006.
- [10] P. D. Sindilariu, A. Brinker, R. Reiter, "Factors influencing the efficiency of constructed wetlands used for the treatment of intensive trout farm effluent", *Ecol. Eng.* 35, pp. 711-722, 2009.
- [11] J. Vymazal, "Constructed wetlands for wastewater treatment", *Water Res.*, pp. 2 530-549, 2010.
- [12] K. Seidel, "Reinigung von Gewässern durch höhere Pflanzen", *Deutsche Naturwissenschaft.* 12, pp. 298-297, 1966.
- [13] R. H. Kadlec, R. L. Knight, J. Vymazal, H. Brix, P. F. Cooper, R. Haberl, "Constructed wetlands for water pollution control: processes, performance, design and operation", IWA Scientific and Technical Report N° 8, London, UK, 156 p., 2000.

- [14] W. J. Mitsch, L. Zhang, C. J. Anderson, A. E. Altor, M. E. Hern'andez, "Creation riverine wetlands: Ecological succession, nutrient retention and pulsing effects", *Ecol. Eng.* 25, pp. 510-527, 2005.
- [15] S. Sirianuntapiboon, S. Jitvimolnimit, "Effect of plantation pattern on the efficiency of subsurface flow constructed wetland (sfcw) for sewage treatment", *Afr. J. Agricult. Res.* 2 (9), pp. 447-457, 2007.
- [16] R. Mars, K. Mathew, G. Ho, "The role of the submergent macrophyte *Triglochin huegelii* in domestic greywater treatment", *Ecol. Eng.* 12, pp. 57-66, 1999.
- [17] A. Batchelor, W. Scott, A. Wood, "Constructed wetlands research program in South Africa. In: Cooper, P., Findlater, B. (Eds.), *Constructed Wetlands in Water Pollution Control*", Pergamon Press, Oxford, 1990.
- [18] V. Gagnon, F. Chazarenc, Y. Comeau, J. Brisson, "Influence of macrophyte species on microbial density and activity in constructed wetlands", *Water Sci. Technol.* 56, pp. 249-254, 2007.
- [19] H. Brix, "Do macrophytes play a role in constructed wetlands systems?", *Wat. Sci. Tech.* 35 (5), pp. 11-17, 1997.
- [20] J. Kyambadde, F. Kansime, L. Gumaelius, G. Dalhammar, "A comparative study of *Cyperus papyrus* and *Miscanthidium violaceum*-based constructed wetlands for wastewater treatment in a tropical country", *Wat. Res.* 38, pp. 475-485, 2004.
- [21] Agence de l'eau RMC, "Epuraton des eaux usées par des filtres plantés de macrophytes: une étude bibliographique", Agence de l'eau, Picardie, France, 79p., 1999.
- [22] P. J-M .Ouattara, L. Coulibaly, P. Manizan, G. Gouène, "Traitement des eaux résiduaires urbaines par un marais artificiel à drainage vertical planté avec *Panicum maximum* sous climat tropical", *Eur. J. of Sci. Res.* 23 (1), pp. 25-40, 2008.
- [23] M. Abissy, L. Mandi, "The use of rooted aquatic plants for urban wastewater treatment: case of *Arundo donax*", *Rev. Sci. Eau* 12 (2), pp. 285-315, 1999.
- [24] AFNOR, "Recueil Normes et Réglementation Environnement : Qualité de l'eau", vol. 1 (552 pp.) et vol. 2(502 pp.), 2005.
- [25] K. W. Loades, A. G. Bengough, M. F. Bransby, P. D. Hallett, "Planting density influence on fibrous root reinforcement of soils", *Ecol. Eng.* 36, pp. 247-257, 2010.
- [26] A. Liénard, H. Guellaf, C. Boutin, "Choise of the sand for sand filters used for secondary treatment of wastewater", *Water Sci. Technol.* 44, pp. 189-196, 2001.
- [27] L. Chao-Xiang, H. Hong-Ying, X. Huang, S. Hang-Chang, Y. Qian, F. Koichi, "Performance of a combined constructed wetland system for treating village sewage in Lake Dianchi valley", *J. Water Env. Tech.* 2, pp. 49-56, 2004.
- [28] S. E. Mbuligwe, "Comparative treatment of dye-rich wastewater in engineered wetland systems (EWS) vegetated with different plants", *Water Res.* 39, pp. 271-280, 2005.
- [29] C. Münch, P. Kusch, I. Röske, "La stimulation racinaire de l'élimination de l'azote concerne-t-elle des zones limitées ou l'ensemble d'un marais artificiel ?", *Ingénieries N° spécial*, pp. 5-11, 2004.
- [30] Y. Dommergues, F. Manguet, "Ecologie microbienne du sol", Masson ad Cie Ed., 796 p., 1970.
- [31] R. H. Kadlec, R. L. Knight, "Treatment wetlands", CRC Press/Lewis Publishers, Boca Raton, Floride, Etats-unis, 1996.
- [32] A. Liénard, Y. Racault, "Epuraton sur supports granulaires : Principes et mise en œuvre", EUROVITI, Montpellier, 26-27 Novembre, 9 p., 2003.
- [33] P. Molle, A. Liénard, C. Boutin, G. Merlin, A. Iwema, "Traitement des eaux usées domestiques par marais artificiels : état de l'art et performances des filtres plantés de roseaux en France" *Ingénieries N° spécial*, pp. 23-32, 2004.

Inhibition de la cristallisation in vitro de l'oxalate de calcium par extrait aqueux de Zizyphus Lotus

Latifa baddade, Mustapha El Bir, Mustapha Oubenali, Malika Echajia, Souad Rabi, Mohamed Berkani, and Mohamed Mbarki

University of Sultan Moulay Slimane, Faculty of Science and Technology, P.B 523, Beni Mellal, Morocco

Copyright © 2018 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 context of sustainable development and promoting natural resources, some forgotten fruits such as the Zizyphus Lotus can be developed as local products. In addition, the frequency of Urolithiasis multiplied increasingly rapidly in the world. The Urolithiasis involves the formation of crystalline aggregates called "urinary stones" developed in the urinary tract, usually in the kidneys or ureters, but may also affect the bladder or urethra. The objective of this study is to study in vitro the crystallization of calcium oxalate as a lithogenic species and to investigate the inhibitory effect of aqueous jujube extracts on the crystallization of calcium oxalate in order to exploit it. Six jujube fruit samples were taken from six geographical zones from Beni Mellal-Khenifra region. These fruit - seed samples were separated from their seeds. The pulps were subjected to a grinding mortar so as to have fine powder. The samples have been subsequently, submitted a cold maceration during 48 hours. The study of the crystallization of calcium oxalate is carried out by the optical microscope with polarized light (MLP). Some aqueous extracts have an anti-lithiasic effect on the aqueous solution of the lithogenous species studied.

KEYWORDS: Urolithiasis, calcium oxalate, crystallization, PLM, valorization, Zizyphus Lotus, anti-lithiasic effect.

RÉSUMÉ: Dans le contexte du développement durable et de la valorisation des ressources naturelles, certains fruits dits oubliés comme le cas de Zizyphus Lotus peut être développés en tant que produits locaux. En outre, la fréquence d'urolithiase augmente de plus en plus dans le monde. L'urolithiase consiste à la formation des agrégats cristallins appelés « pierres urinaires » développés dans l'appareil urinaire, habituellement dans les reins ou les uretères, mais peut également affecter la vessie ou l'urètre. L'objectif de cette étude est d'étudier la cristallisation in vitro d'oxalate de calcium comme espèce lithogène et de chercher l'effet inhibiteur des extraits aqueux du jujube sur la cristallisation de l'oxalate de calcium pour le valoriser. Six échantillons de fruits de jujube ont été prélevés sur six zones géographiques de la région de Béni Mellal-Khenifra. Ces échantillons fruits - graines ont été séparés de leurs graines. Les pulpes ont été broyées à l'aide d'un mortier de façon à avoir une poudre fine. Les échantillons par la suite ont été soumis à une macération à froid pendant 48 heures. L'étude de la cristallisation de l'oxalate de calcium est réalisée grâce au microscope optique à lumière polarisé (MLP). Certains extraits aqueux présentent un effet anti- lithiasique sur la solution aqueuse de l'espèce lithogène étudié.

MOTS-CLEFS: Urolithiase, oxalate de calcium, cristallisation, MLP, valorisation, Zyziphus Lotus, effet anti-lithiasique.

1 INTRODUCTION

L'incidence mondiale de l'urolithiase augmente et l'oxalate de calcium (CaC_2O_4) est le principal constituant de la majorité des pierres formées dans le système urinaire des patients atteints d'urolithiase [1]. L'oxalate de calcium peut rencontrer sous trois formes cristallographiques différentes qui sont déterminées par le nombre de H_2O dans la formule unitaire. On distingue l'oxalate de calcium monohydraté $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$: COM ou Whewellite ; l'oxalate de calcium dihydraté $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: COD ou Weddellite et l'oxalate de calcium trihydraté $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$: COT ou CaOxite [2]. Le jujubier (zizyphus lotus) est un arbuste épineux appartenant à la famille des Rhamnacees et communément appelé au Maroc *Sedra*, *Zarb*, *Azouggar* ou *Tazougart* [3].

Il est réparti dans les régions tropicales et subtropicales, tel que l'Asie, l'Afrique, le nord d'Amérique, le sud d'Amérique, les océans et l'Europe avec une diversité qui se centre dans l'Asie [4]. Au Maroc, cette espèce est localisée dans différentes régions, principalement des zones semi-arides telles que la région de Béni Mellal - Khenifra. Zizyphus Lotus (Z. Lotus) est dormant d'octobre à mars et fleurit des plantes matures en mai et juin et produit des fruits en août [5]. Les fruits de cette plante sont utilisés dans la médecine traditionnelle pour le traitement de diverses maladies telles que la bronchite, diabète, diarrhée et abcès [6]. D'ailleurs, elle possède des activités thérapeutiques : activité anti-ulcère [7]; activité anti-inflammatoire, analgésique [8] et activité antispasmodique [9]. Le présent travail a pour but de chercher l'activité anti-lithiasique des extraits aqueux de Zizyphus Lotus. La première démarche de la recherche consiste à étudier la cristallisation de l'oxalate de calcium in vitro en tant qu'espèce lithogénique rencontrée aux calculs urinaires. La deuxième étape de ce travail est de chercher l'effet inhibiteur de Z. Lotus sur la cristallisation de l'oxalate de calcium.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Les fruits de jujubier ou Zizyphus Lotus (Z. Lotus) ont été collectés depuis le mois septembre 2015-2016 de six zones de la région de Béni Mellal - Khenifra : Oulad Ayyad, Ouad Zem, Tagelft, El Ksiba, Tagzirt et Béni Mellal. Chaque échantillon comporte une centaine de grains de fruit. Les fruits ont été d'abord dénoyautés puis la pulpe a été broyée à l'aide d'un mortier afin de conserver leurs composantes principales et pour obtenir une poudre fine qui va servir à la préparation des extraits aqueux (figure 1).

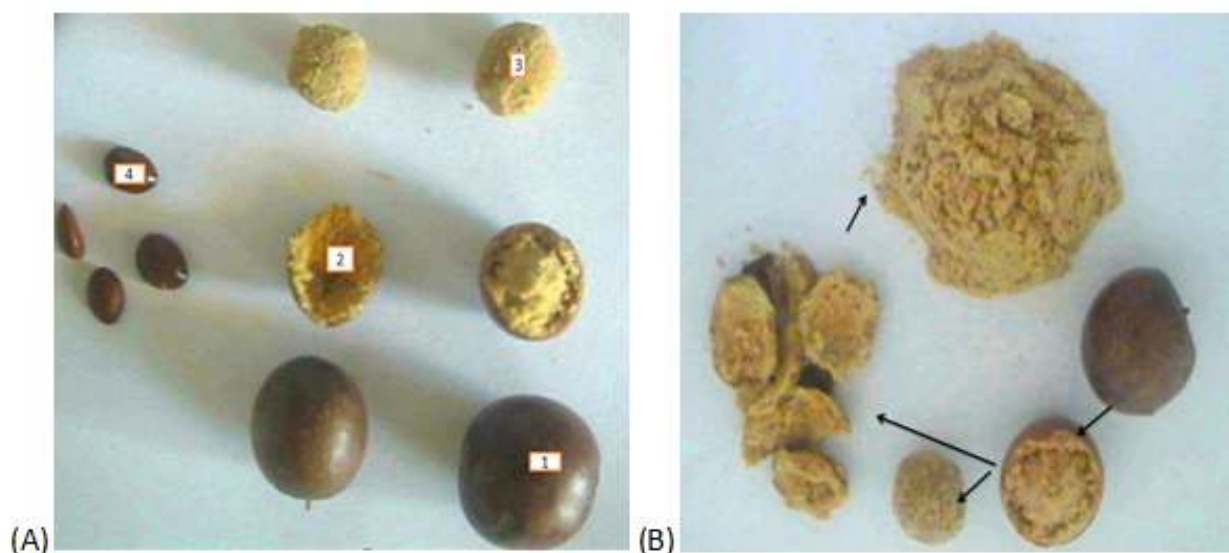


Fig. 1. (A) : les différents constituants de Zizyphus Lotus, 1 : fruit, 2 : pulpe, 3 : noyau, 4 : amandes. (B) : étapes d'obtention de la poudre fine de la pulpe de Zizyphus Lotus

2.2 PRÉPARATION DES EXTRAITS AQUEUX

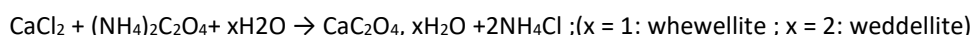
Les extraits aqueux ont été préparés dans l'eau distillée à des concentrations de 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 et 10 mg/ml de la poudre de Z. Lotus. Chaque extrait aqueux soumis à une macération à froid dans l'eau distillée durant 48 heures à 4°C.

2.3 CRISTALLISATION DE L'OXALATE DE CALCIUM IN VITRO

2.3.1 SANS EXTRAITS AQUEUX

Les cristaux de CaC_2O_4 ont été préparés en mélangeant dans l'eau distillée les deux réactifs suivants : chlorure de calcium (CaCl_2) et l'oxalate d'ammonium ($(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$) à des concentrations dans l'ordre croissant : 10^{-5} ; 10^{-4} ; 10^{-3} ; $5 \cdot 10^{-3}$ et 10^{-2} mol/l d'oxalate de calcium cristallisé. Ensuite les deux solutions du chlorure de calcium (CaCl_2) et l'oxalate d'ammonium ($(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$) ont été mises au Bain Marie à $T = 37^\circ\text{C}$ et $\text{pH} = 6,5$ sous agitation comme dans le cas des conditions physiologiques de l'urine.

Le précipité CaC_2O_4 une fois formé tend à subir une hydratation selon la réaction :



L'indice d'hydratation (x) est évalué par Microscope Optique à Lumière Polarisée (MLP)

2.3.2 EN PRESENCE D'EXTRAITS AQUEUX

La cristallisation de $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ en présence d'extraits de pulpe de jujube dans la solution de choix a été suivie en milieu aqueux à $T=37^\circ\text{C}$ et $\text{pH}=6,5$. Les extraits aqueux ont été préparés à des concentrations de 1, 2, 4, 5, 6, 8 et 10 mg/ml de la poudre de *Zizyphus Lotus* afin de détecter la concentration correspondant à l'effet anti-lithiasique de l'espèce litho-génique étudiée.

2.4 MICROSCOPE OPTIQUE A LUMIERE POLARISEE

Après 2heures d'agitation de la solution aqueuse de l'oxalate de calcium, on pose une goutte entre lame et lamelle à l'aide d'une pipette pasteur et grâce au microscope optique à lumière polarisée, marque YJ2005 et OLYMPUS (Figure 2), pour visualiser la morphologie et observer le développement des cristaux de l'oxalate de calcium dans la solution aqueuse en fonction de la concentration. En présence de l'extrait aqueux de *Z. Lotus* on observe sur microscope leur effet inhibiteur sur la cristallisation de l'oxalate de calcium.

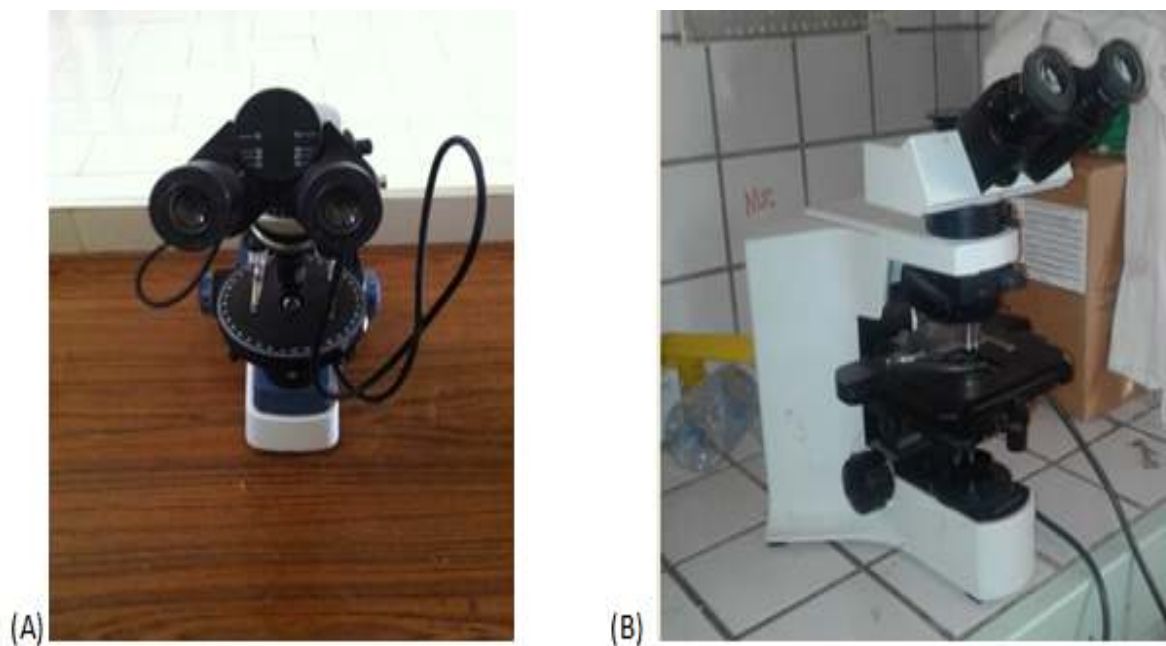


Fig. 2. Microscope optique à lumière polarisée. (A) : marque YJ2005, (B) : marque OLYMPUS

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 CRISTALLISATION DE L'OXALATE DE CALCIUM IN VITRO EN MILIEU AQUEUX SANS EXTRAITS

Le développement des cristaux de l'oxalate de calcium sur la cellule de Malassez a eu lieu après agitation magnétique des deux réactifs dans de l'eau distillée en fonction de la teneur croissante de l'oxalate de calcium : 10^{-5} , 10^{-4} , 10^{-3} , $5 \cdot 10^{-3}$ et 10^{-2} mol/l.

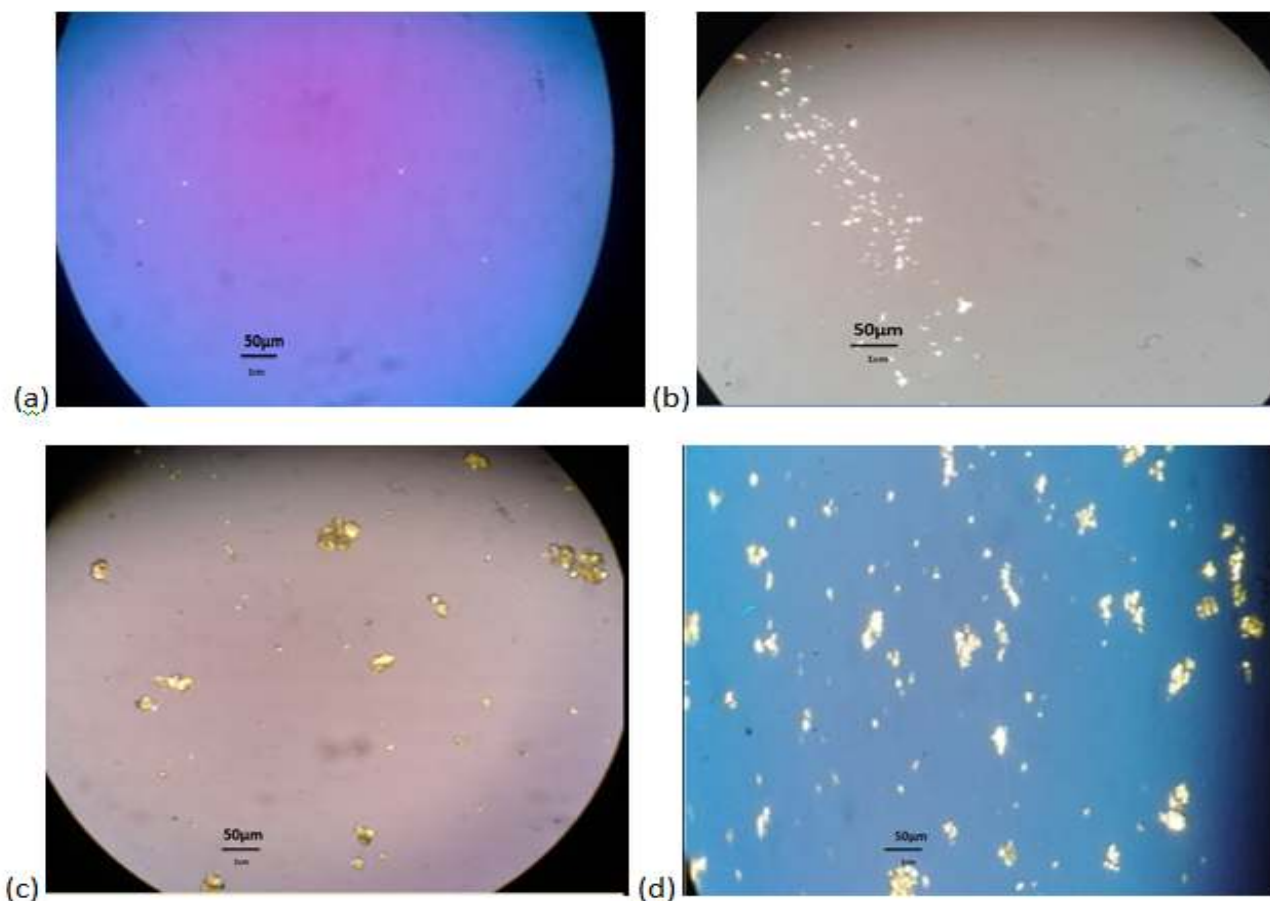


Fig. 3. Photographie à partir du microscope optique à lumière polarisé (Grossissement=200) de solution aqueuse de l'oxalate de calcium sans extrais : (a) 10^{-5} mol/l de l'Oxalate de calcium, (b) 10^{-4} mol/l de l'Oxalate de calcium, (c) 5.10^{-3} mol/l de l'Oxalate de calcium et (d) 10^{-2} mol/l de l'Oxalate de calcium

D'après ces résultats on remarque que le nombre des cristaux augmentent et forment des agrégats de manière proportionnelle avec l'augmentation de la concentration de l'oxalate de calcium (Figures 3).

3.2 RESULTATS DE CRISTALLISATION DE L'OXALATE DE CALCIUM EN PRESENCE DE L'EXTRAIT

On utilise une méthode classique de synthèse de l'urine super saturé avec dichlorure de calcium CaCl_2 et l'oxalate d'ammonium $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ pour déterminer le développement et l'agrégation des cristaux de l'oxalate de calcium. D'après les résultats de la cristallisation de l'oxalate de calcium in vitro, on trouve que la dilution par l'eau distillée fait réduire les agrégats de l'oxalate de calcium en nombre et quantité. Ainsi en effectuant trois essais pour chaque concentration, le développement des cristaux de l'oxalate de calcium a été effectué après agitation magnétique de la solution aqueuse de l'oxalate de calcium de concentration de 10^{-2} mol/l en fonction de la teneur de l'extrait aqueux de la pulpe de Z. Lotus. On prend un même volume ($V=10$ ml) de l'extrait aqueux de Z. Lotus et de la solution aqueuse de l'oxalate de calcium de concentration de 10^{-2} mol/l et on observe au microscope à un grossissement de 200. Ensuite on modifie la teneur de l'extrait aqueux de Z. Lotus afin de détecter la concentration minimale de l'extrait aqueux de la pulpe de Z. Lotus susceptible d'inhiber la cristallisation de l'oxalate de calcium. D'où une solution de l'oxalate de calcium 5.10^{-3} mol/l en présence de l'extrait aqueux de Z. Lotus. Deepti et al [10], ont étudié l'effet anti-lithiasique d'extrait aqueux de feuilles d'album de Chenopodium, album qui inhibait la cristallisation in vitro du cristal d'oxalate de calcium. Aussi l'extrait de Blumea. balsamifera de dose de 0,5 et 1 mg/ml a diminué la taille du cristal d'OxCa de 5,22% et 82,69%, a déplacé la phase des cristaux en COD et a inhibé l'agrégation des cristaux, cherché par [11]. Sarsimtha et al [12], ont travaillé sur des extraits aqueux et alcoolique de rhizome de Bergenia Ciliata afin de trouver leur effet inhibiteur de la nucléation et l'agrégation des cristaux de l'oxalate de calcium. Charles et al [13] ont étudié l'effet de di sodium ethane -1-hydroxy -1,1-diphosphonate(EHDP) sur la cristallisation de l'oxalate de calcium en solution aqueuse in vitro. EHDP augmente le produit de formation de l'oxalate de calcium ce qui indique une inhibition de la nucléation de l'oxalate de calcium. Une recherche faite par Frackwiak et al [14], décrit une méthode d'isolement des fractions solubles et insolubles dans

le méthanol provenant de *Humulus lupulus* L. enrichi en composés qui inhibent la formation d'oxalate de calcium. Les deux fractions pourraient être efficaces dans le traitement de la maladie des calculs rénaux. Sarsimtha et al [15], ont cherché l'effet anti-cristallisant vis-à-vis de l'oxalate de calcium par extrait de la graine de *dolichos biflorus* in vitro. Le Magnésium, le citrate et le phytate sont des Inhibiteurs de cristallisation de l'oxalate du calcium, empêchant la formation de monohydrate et de trihydrate de l'OxCa et évite la cristallisation de l'oxalate de calcium en diminuant sa supersaturation c'est une étude faite par Rodriguez et al [16]. Pour ce travail, la prise d'un même volume de la solution aqueuse de l'oxalate de calcium et de l'extrait aqueux de *Z. Lotus* élimine l'effet de la dilution sur l'agrégation par l'ajout de la solution aqueuse de l'extrait aqueux de *Z. Lotus*. Les cristaux de l'oxalate de calcium de concentration 5.10^{-3} mol/l sans extrait sont de grande taille et forment des agrégats (figure 4). Avec extrait aqueux et avec la croissance de la teneur de l'extrait aqueux de la pulpe de *Z. Lotus*, il y a inhibition de la cristallisation de l'oxalate de calcium à partir de la concentration de l'ordre de 4 mg/ml de *Z. Lotus*. En présence de 10 mg/ml de *Z. Lotus* il y a une dissociation remarquable des agrégats (Figure 5).

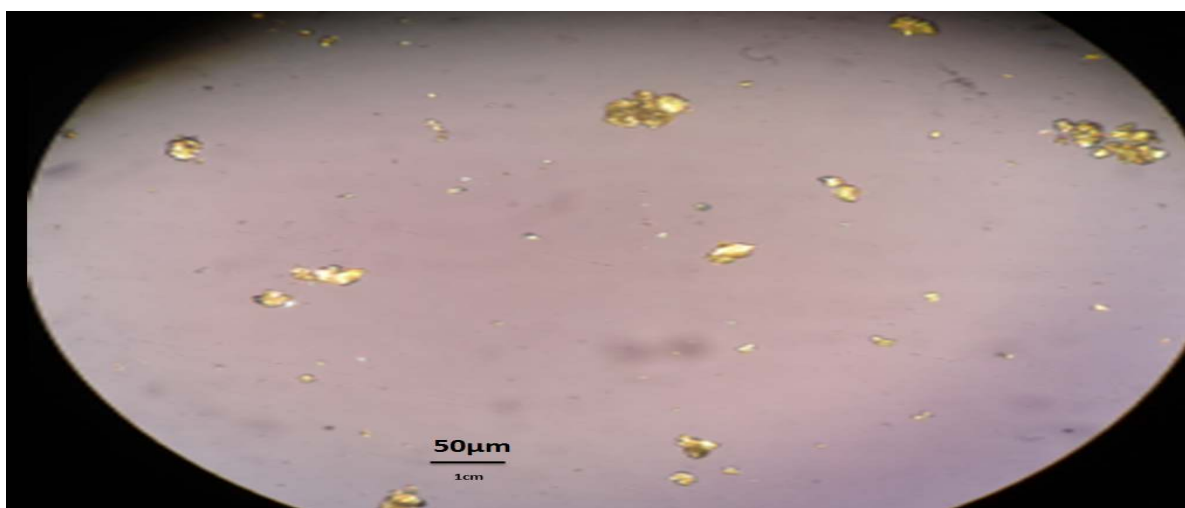


Fig. 4. Photographie à partir du microscope optique à lumière polarisé (Grossissement=200) de la solution aqueuse de l'Oxalate de calcium sans extrais de concentration de 5.10^{-3} mol/l

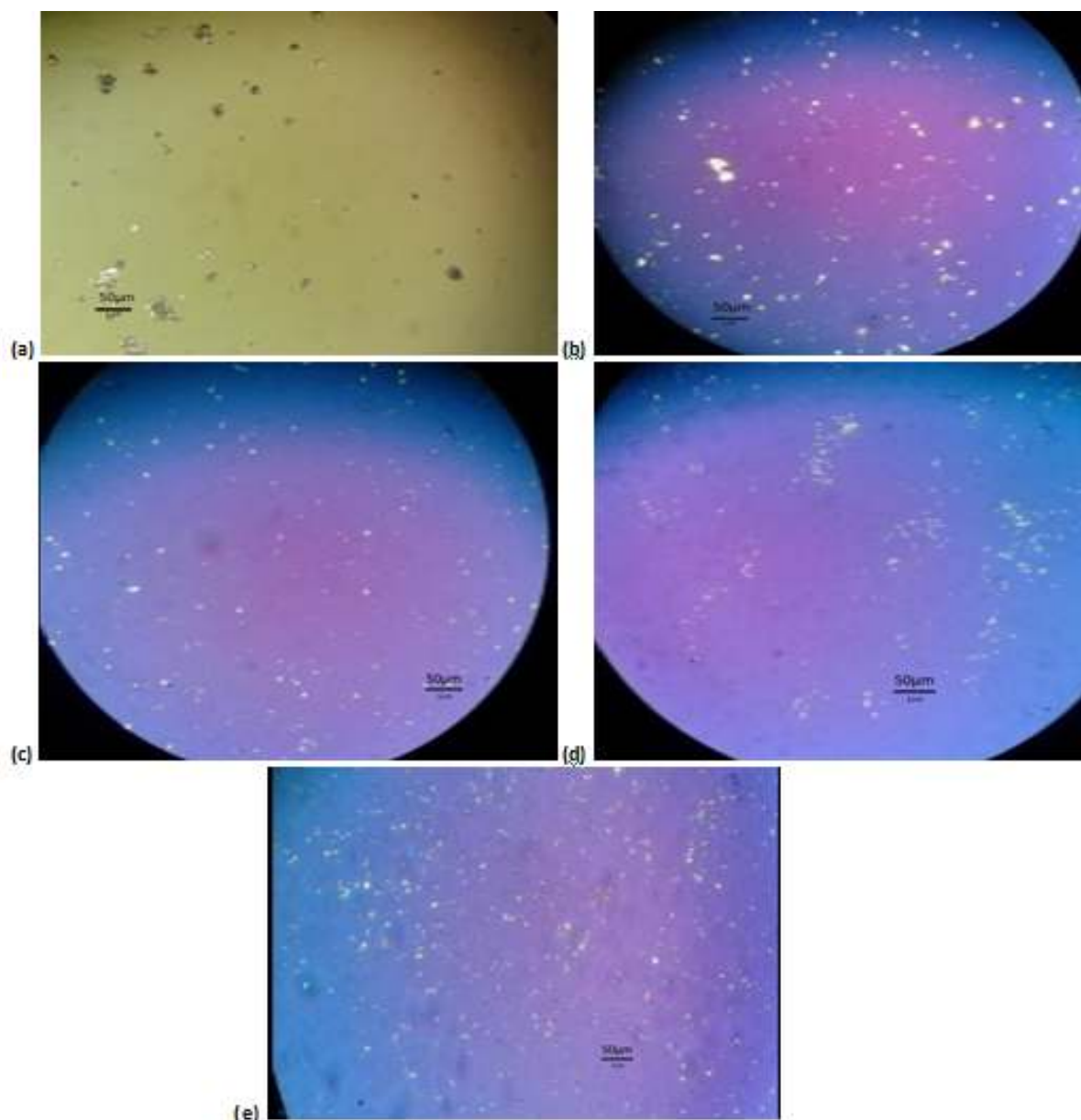


Fig. 5. Photographie à partir du microscope optique à lumière polarisé (Grossissement=200) de la solution aqueuse de l'oxalate de calcium de concentration 5.10^{-3} mol/l avec extrait : (a) 1 mg/ml de l'extrait aqueux de Z. Lotus, (b) 4 mg/ml de l'extrait aqueux de Z. Lotus, (c) 7 mg/ml de l'extrait aqueux de Z. Lotus, (d) 8 mg/ml de l'extrait aqueux de Z. Lotus et (e) 10mg/ml de l'extrait aqueux de Z. Lotus.

4 CONCLUSION

Cette étude montre que l'extrait aqueux de Zizyphus Lotus présenterait un effet anti cristallisant vis-à-vis de l'oxalate de calcium in vitro à partir d'une concentration de 4 mg/ml. On a pu aussi arriver à valoriser une technique d'analyse de routine dans les laboratoires d'analyse qui est le Microscope Optique à Lumière Polarisé (MOLP) afin d'être exploiter l'étude de la lithiase. Une étude complémentaire sur l'urine humaine devrait porter un éclaircissement à ce niveau. C'est l'étude in vivo et les essais cliniques qui sont déterminants et tranchants dans la question de la valorisation thérapeutique de la plante de jujubier. Comme perspective de présent travail il y a besoin d'une étude plus poussée in vitro et in vivo sur d'autres constituants du fruit de jujubier (Zizyphus Lotus) tels que le noyau.

REFERENCES

- [1] A. Trinchierie, "Epidemiology of urolithiasis an update", *Clin Cases Miner Bone Metab*, vol. 5, no. 2, pp. 101-6, 2008.
- [2] C. Conti, M. Casati, C.Colombo, E. Possenti, M. Realini, G. Diego Gatta, Marco Merlini, Luigi Brambilla, and G. Zerbi, "Synthesis of calcium oxalate trihydrate: New data by vibrational spectroscopy and synchrotron X-ray diffraction", *Spectrochimica Acta Part : Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, vol. 150, pp. 721-730, 2015.
- [3] N. Rsaissi and M. Bouhache, "lutte chimique contre le jujubier, programme national de transfert de technologie en agriculture" (*PNTTA*), *DERD*, no. 94, pp. 4, 2002.
- [4] J.E. Richardson, L.W. Chatrou, J.B. Mols, R.H.J. Erkens, and M.D. Pirie, "Historical biogeography of two cosmopolitan families of flowering plants: Annonaceae and Rhamnaceae", *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, vol. 359, pp. 1495–1508, 2004.
- [5] M. Maraghni, M. Gorai, and M. Neffati, "Seed germination at different temperatures and water stress levels, and seedling emergence from different depths of *Zizyphus lotus*", *South African Journal of Botany*, vol. 76, pp. 453–459, 2010.
- [6] Le-Floc'h, Édouard., 1983. "Contribution à une étude ethnobotanique de la flore de la Tunisie", *Publication Scientifique Tunisiennes*, p.150.
- [7] W. Borgi, A. Bouraoui, and N.Chouchane, "Antiulcerogenic activity of *Zizyphus lotus* (L.) extracts", *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 112, pp. 228–231, 2007.
- [8] W. Borgi, K. Ghedira, and N. Chouchane, "Anti- inflammatory and analgesic activities of *Zizyphus lotus* root barks", *Fitoterapia*, vol. 78, pp. 16-19, 2007.
- [9] W. Borgi, and N. Chouchane, "Anti-spasmodic effects of *Zizyphus lotus*(L) Desf. extracts on isolated rat duodenum", *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 126, pp. 571–573, 2009.
- [10] S. Deepti, Y.N. Dey, I. Sikarwar, R. Sijoria, M.M. Wanjari, and A.D. Jadhav, "In vitro study of aqueous leaf extract of *Chenopodium album* for inhibition of calcium oxalate and brushite crystallization", *Egyptian journal of basic and applied sciences*, vol. 3, pp. 164-171, 2016.
- [11] C. M. Montealegre, R. L. De Leon, "Effet of *Blumea balsamifera* extract on the phase and morphology of calcium oxalate crystals", *Asian Journal of Urology*, vol. 4, pp. 201-207, 2016.
- [12] S. Sarmistha, R. J. Verma, "Inhibition of calcium oxalate crystallization in vitro by an extract of *Bergenia ciliata*", *Arabe Journal of Urology*, vol. 11, pp. 187-192, 2013.
- [13] Y.C.P. Charles, M. Ohata, K. Holt, "Effect of diphosphonate on crystallization of calcium oxalate in vitro", *Kidney International*, Vol. 7, pp. 154-160, 1975.
- [14] A. Frackwiak, T. Kozlecki, P. Skibinski, W. Gawel, E. Zaczynska, A. Czarny, K. Piekarska, R. Gancarz, "Solubility, inhibition of crystallization and microscopic analysis of calcium oxalate crystals in the presence of fraction from *Humulus lupulus* L", *Journal of Crystal Growth*, vol. 312, pp. 3525-3532, 2010.
- [15] S. Sarmistha, R.J. Verma, "Evaluation of hydro-alcoholic extract of *Dolichos biflorus* seeds on inhibition of calcium oxalate crystallization", *Journal of Herbal Medicine*, vol. 5, pp. 41-47, 2015.
- [16] A. Rodriguez, A. Costa-Bauza, R.M. Prieto, F. Berga, F. Grases, "Magnesium, citrate and phytate: Effect binary mixtures as calcium oxalate crystallization inhibitors in urine", *European urology supplements*, vol. 14, pp. 29-78, 2015.

Epidemiology and risk factors of Poisoning in the north central region of Morocco (2013-2014)

Meryem BOUKILI¹, Fouzia RHAZI FILALI¹, Sanaa BENLARABI², Abdelmajid SOULAYMANI³, Zakaria ABIDLI³, Rachida SOULAYMANI-BENCHEIKH²⁻⁴, and Majda SEFIANI¹

¹Team of Microbiology and Health, Laboratory of Chemistry-Biology Applied to the Environment, Department of biology, Faculty of Sciences, Moulay Ismail University, BP: 11201 Zitoune, Meknes, Morocco

²Moroccan Anti-Poison and Pharmacovigilance Center, Rabat, Morocco

³Laboratory of Genetics and Biometry, Faculty of Sciences of Kenitra, University Ibn Tofail, Kenitra, Morocco

⁴Mohammed V University, Rabat, Morocco

Copyright © 2018 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 was aimed at determining the epidemiological profile and risk factors of poisonings in the north central region of Morocco (Meknes-Tafilalet) in 2013-2014. The data collected from a survey that was carried out on the poisonings registered by health delegations and hospitals in the region in 2013 and 2014, in addition to poisonings reported to the poison control and pharmacovigilance center of Morocco (PPCM) during the same period were subjected to a descriptive epidemiological analysis. The survey detected 2530 intoxications of different types outside of the scorpion stings. Following transmission to the PPCM and elimination of 1185 duplicates, our survey was able to list 1345 new cases, to have 4142 cases in 2013 -2014. According to the data analyzed: 58.6% of the intoxicated was adults, the Sex ratio (male / female) = 0.68, 83.37% of cases were recorded in urban areas. 54.49% progressed favorably, while 23 patients died. Poisoning was symptomatic in 40.24% of cases. The highest incidence was recorded in Ifrane city (2.15 ‰), but Meknes city registered the highest fatality rate (1.2%). these poisonings were caused by gaseous products in 41.6% of cases. The number of new poisonings collected during our survey was important: 1345 cases not reported to the PPCM, which means that Health officials should intervene in time to the statements of poisoning, in order to participate in the fight against their harmful effect on the health.

KEYWORDS: Poisoning, health surveys, Epidemiology, Risk assessment, Incidence.

1 INTRODUCTION

Poisoning is a serious public health problem in the world. In 2012, the world health organization announced that an estimated of 193,460 people died worldwide from unintentional poisoning [1]. In Morocco, according to the official report of the Ministry of Health "Health in figures 2009", the mortality rate by traumatic lesions, poisonings and other consequences of external causes is 8.8%, and it comes in third place after that of diseases of the circulatory system and tumors [2]. By age group, this rate holds the leading position among the other causes of death for the 1-4 year (22.4%) and 5-19 (48.4%) age groups [3]. Poisoning occurs when people drink, eat, breathe, inject, or touch enough of a hazardous substance (poison) to cause illness or death. Some poisons can cause illness or injury in very small amounts. Illness may occur very quickly after exposure to a poison, or it may develop over several years with long-term exposure [4]. The World Health Organization (WHO) reported in 2004 that 345,814 people of all ages died worldwide, due to accidental poisoning, or 5.4 deaths per 100,000 inhabitants [5]. Since 1980, and according to Ministerial Circular No. 19 829DR / BF / MM, the poison control and pharmacovigilance center of Morocco (PPCM) receives reports of poisoning cases and he is responsible for ensuring the functions of vigilance and health alert. He collected 78,374 cases of poisoning between 1980 and 2007 (except Scorpion stings) in the 16 regions of Morocco

(case-fatality rate = 15.34 ‰) and 9,525 cases in 2012 [7]. In 2013-2014, the PPCM was able to determine 11881 cases of poisoning in 2013 and 13057 in 2014, or 24938 cases in all country in this period [8], of which the region of north central (Meknes-Tafilalet) represents a percentage of 16.60%. According to this center, this region occupied the first position regarding reporting poisoning cases in 2013 (64.47 statements per 100 000 inhabitants) [7], and the third position in 2014 (66.93 per 100,000 inhabitants) [8], which indicate that poisonings in this region are worrying. However, surveys aimed at collecting poisoning cases that are not reported to the center from hospitals and health delegations are still essential for determining and assessing the severity of poisoning.

2 MATERIALS AND METHODS

This work consists of a descriptive epidemiological statistical study of poisoning cases in 2013-2014 collected during a survey carried out in the north central region of Morocco. We also took into account the other cases of poisonings that were reported to the PPCM during two years through two information systems: Toxicovigilance and Toxicological Information, and risk factors that may threaten the health of patients.

The data used in this study is medical files in delegations and hospitals of the region (survey), in addition to files set up in the service of toxicological information in the PPCM:

- Declaration card on which are recorded the poisoning cases declared by health professionals.
- Telephone answer sheet.
- Monthly statements sent by provinces [7].

This study takes into consideration all cases of poisonings recorded by health facilities in the north central region of Morocco during 2013 and 2014.

Whit regard to studied parameters, they are characteristics related to the intoxicated patient (sex, age, origin), characteristics of the toxic agent (product family), characteristics of the intoxication (type, circumstance, gradation, evolution, Lethality, Incidence and risk factors), as well as the time and place of intoxication.

The INTOX classification method [9] was used to determine age ranges, while the Poisoning Severity Score (PSS) [10] was used to determine grades of health status change of the patient, we distinguish:

- Grade 0: Absence of functional or physical sign.
- Grade 1: Minor, transient and spontaneously regressing symptoms.
- Grade2: Marked or persistent symptoms.
- Grade 3: Severe or life-threatening symptoms.
- Grade 4: Fatal poisoning.

IBM SPSS Statistics 22 software was used for data mining.

2.1 REGION AND POPULATION OF STUDY

The ancient region of Meknes-Tafilalet was located in the north central of Morocco, is one of sixteen regions in the country since the regional division of 1996 (before the territorial redrawing of 2015), which has dedicated the region as a local community. The region currently counts after the new administrative division of 2009, the prefecture (Meknes) as chief town and five provinces (El Hajeb, Ifrane, Khenifra, Errachidia and Midelt). Its surface area is 73,253 Km², which is 10.3% of the Moroccan territory and it is characterized by a diversity of physical environments and natural conditions.

Demographically, the region population would reach 2267,000 inhabitants in 2012, representing 6.9% of total population of Morocco, and 2,280,000 inhabitants in 2013. In 2014, the region registered a population of 2,292,000 in the provinces of Meknes (795,000 inhabitants), Errachidia (449,000 inhabitants), Khenifra (388,000 inhabitants), Midelt (263,000 inhabitants), El Hajeb (244,000 inhabitants), and Ifrane (153,000 inhabitants). [11]

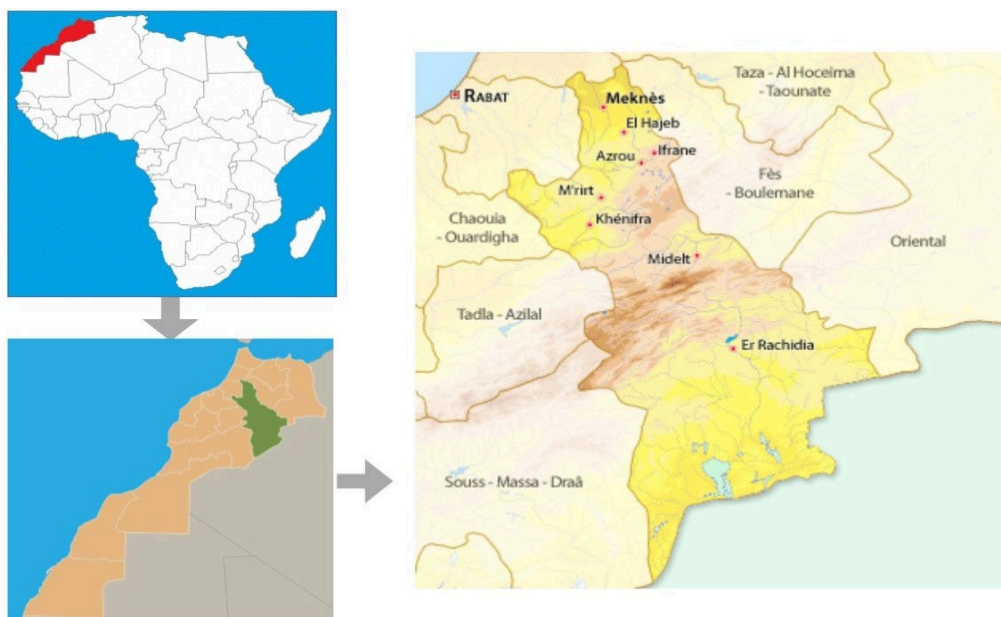


Fig. 1. Geographic location and data on the population of Meknes-Tafilalet region in Morocco

- Population: 2,280,000 inhabitants in 2013, and 2,292,000 inhabitants in 2014.
- Area: 73 253 Km²
- Source: Office of the High Commission for Planning, Regional Directorate of Meknes. Monograph of Meknes-Tafilalet region.

3 RESULTS

The survey detected 2530 poisoning cases from different origins, while 2797 cases were already reported to the PPCM in both years. After elimination of 1185 duplicates, our survey was able to index 1345 new cases to have a final number of 4142 poisoning cases in the study area during 2013-2014.

The average age of the patients was 25.18 ± 16.23 years. The age group most affected by this problem was adults (19-75 years of age with 58.6%), followed by adolescents (15-19 years with 16.6%). According to obtained results, Females were most often affected. The sex ratio (male / female) was 0.68 ($p < 0.001$). Urban population was the most affected with 83.37% of cases against 16.63% in rural areas. Poisonings occurred mainly in spring (27.77%) and in winter (27.35%). Pareto diagram below (Figure 2) represents the most incriminated toxicants according to the cumulative percentage. This diagram presents the most important toxic substances involved in the total number of intoxications. From the results of the diagram, we found that 35.44% of the poisonings were caused by gaseous products, 14.3% caused by pharmaceuticals, and then the foodstuffs that are responsible for 13.4% of poisonings.

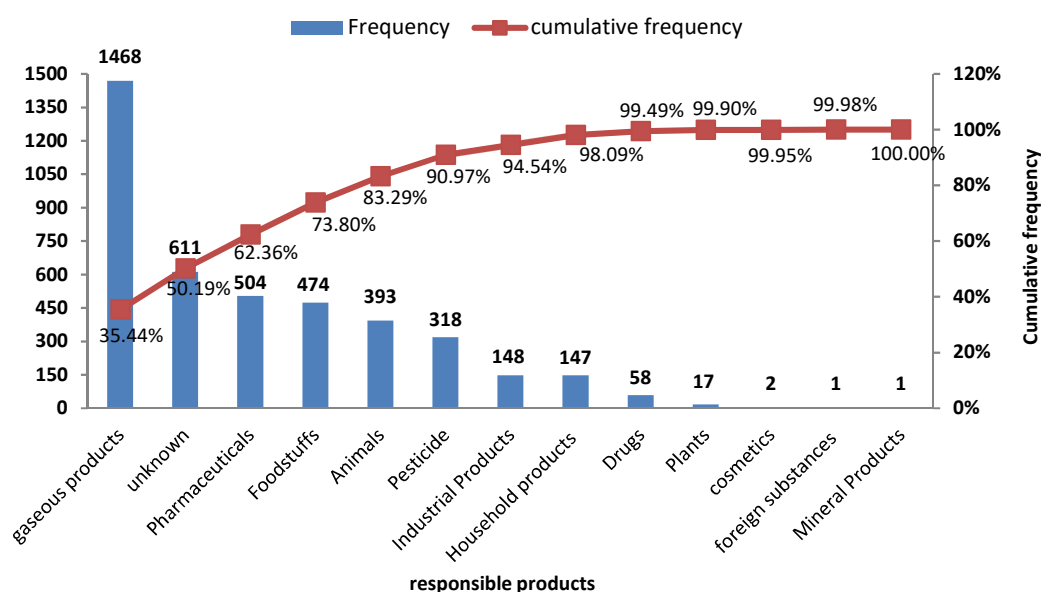


Fig. 2. Pareto diagram of toxic products in function of cumulative frequency

Clinical manifestations were present in 64% of cases (presence of at least one clinical sign), while 36% were asymptomatic. Regarding the severity of poisonings, it was predominantly moderate (grade 2) (73%). Fatal condition (grade 4) was not insignificant (5%) with 23 cases of death corresponding to a fatality rate of 100% (Table 1).

Table 1. Characteristics of the subjects who experienced poisoning

Variables	Cases	Clinical status			Fatality rate (%)	p-value
		Recovery	Death	Unknown		
Age group						<0.001
Newborns	1	0	0	1	0	
Nursling	20	0	15	5	0	
Toddlers	382	2	257	123	0.52	
Children	572	0	294	278	0	
Teenagers	676	4	355	317	0,59	
Adults	2385	17	1264	1104	0,71	
Elderly	33	0	21	12	0	
Unknown	73	0	51	22	0	
Sex						<0.001
Female	2354	12	1259	1083	0,51	
Male	1621	11	908	702	0,68	
Unknown	167	0	90	77	0	
Place of residence						<0.001
Urban	2946	13	1658	1275	0,44	
Rural	588	7	399	182	1,19	
Unknown	608	3	200	405	0,49	
Pathway						<0.001
cutaneous	204	2	187	15	0,98	
Inhalation	1520	10	817	693	0,66	
Ocular	3	0	2	1	0	
Oral	1562	11	1170	381	0,7	
percutaneous	62	0	59	3	0	
rectal	4	0	4	0	0	

Unknown	94	0	16	78	0	
Type of intoxication						<0.001
Collective	635	0	496	139	0	
isolated	3507	23	1761	1723	0,66	
Grade						<0.001
Grade 0 (none)	241	0	234	7	0	
Grade 1 (minor)	196	0	193	3	0	
Grade 2 (moderate)	1492	0	1329	163	0	
Grade 3 (severe)	78	0	71	7	0	
Grade 4 (fatal)	23	23	0	0	100	
Unknown	1862	0	429	1682	0	
Provinces						<0.001
Errachidia	1662	3	280	201	0,61	
Ifrane	1319	1	752	566	0,07	
Khenifra	535	2	384	149	0,37	
Meknes	484	17	783	862	1,02	
Midelt	138	0	55	83	0	
EL Hajeb	4	0	3	1	0	

With regard to the distribution of poisoning cases according to circumstances, accidental circumstances accounted for 87.54% of cases against 12.45% occurred in voluntary circumstances including 471 cases (91.27%) of suicide attempts, 33 (6.39%) addiction, 9 (1.74%) abortion and 3 (0.58%) in criminal conditions.

Table 2. Distribution of poisonings circumstances according to responsible products.

Toxic Product	Accidental	Voluntary	Total
Foodstuffs	469	5	474
Animals	391	2	393
Foreign substances	1	0	1
cosmetics	1	1	2
Drug	27	31	58
pharmaceuticals	290	214	504
pesticides	167	151	318
plants	12	5	17
Gas Products	1468	0	1468
Industrials	124	23	147
Household products	124	24	148
Mineral Products	1	0	1
Unknown	551	60	611

The geographical distribution of intoxications and deaths in Meknes-Tafilalet region showed that all cities in this region were affected by this problem. However, the province of Meknes recorded the maximum rate of cases (40.12%), while the province of Ifrane registered the highest incidence rate (2.15 ‰). Meknes city had a significant lethality of 1.06 ‰ (Figure 3).

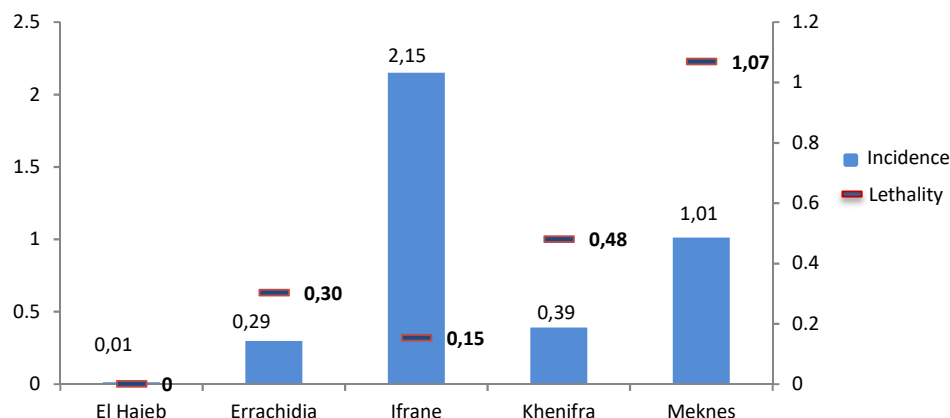


Fig. 3. Distribution of incidence and lethality per thousand inhabitants in the region of Meknes-Tafilalet

To determine the factors influencing the prognosis of patients, we examined the effect of gender, age, environment, clinical status, and circumstances of intoxication. Sex, origin and clinical status were risk factors with a significant influence on the health status of patients. Rural addicts have a twice fold risk of death from those in urban areas (RR = 2.24, 95% CI: 0.89-5.64), as well as intoxications that occurred under voluntary circumstances in relation to involuntary circumstances (RR = 1.48, 95% CI: 0.5-4.37) (Table 3).

Table 3. Effects of the studied characteristics on the outcomes of the patients

Variables		Healings	Death	RR (95% CI)	p-value
Sex	Male	908	11	1.27(0.56, 2.89)	0,33
	Female	1259	12	1.00 (reference)	
Origin	Rural	399	7	2.24 (0.89, 5.65)	3.07
	Urban	1658	13	1.00 (reference)	
Clinical status	Symptomatic	1667	14	0.53 (0.23, 1.23)	2.23
	Asymptomatic	563	9	1.00 (reference)	
Circumstances	Voluntary	516	4	1.48 (0.5, 4.37)	0.51
	Accidental	3626	19	1.00 (reference)	

4 DISCUSSIONS

In 2013-2014, the region of Meknes-Tafilalet registered 4142 poisoning cases of which 23 people died. The most incriminated toxins were gaseous products (41.6%), drugs (14.3%) and food products (13.4%).

According to the analyzed data: The average age of patients was 25.18 ± 16.23 years, of which adults were the most affected (58.6%), followed by adolescents (16.6%), 1011 at least been hospitalized. Women were the most affected with a percentage of 59.2%. In 64% of cases, patients had clinical symptoms of which 73% were Grade 2 (Moderate). 87.50% of poisonings were accidental, while 12.50% were in voluntary circumstances, with 473 suicidal attempts of which 92.81% were adolescents and adults. Meknes city had the highest fatality rate (1.02%), while the highest incidence was recorded in the city of Ifrane (2.15 ‰).

During the two years, 1468 poisonings caused by gaseous products were detected, with a remarkable evolution of the number of cases: 415 cases in 2013 against 536 in 2014. According to the PPCM, 5235 intoxication by the same toxic was recorded in Morocco in 2013-2014 with 2682 cases in 2014 (20.1% of all intoxications), of which carbon monoxide (CO) represent a percentage of 97.65% [8]. The center stated that the notification rate of poisonings caused by gaseous products has changed in 2014; this rate has evolved by 5% compared to 2013, and the region of Meknes-Tafilalet was the most represented in 2014 (19.6%) [8]. During the years 1991-2007, this region was the first in the declaration of poisonings by carbon monoxide (CO) (16.1%), as well as the center registered 79 cases of death due to poisoning by gaseous products in Morocco [12]. During the study period, only Meknes city recorded 542 cases of intoxication, followed by the province of Ifrane with 504 cases, and then the province of Khenifra with 298 cases. Among 722 poisonings registered in the city of Ifrane which is

considered the coldest city in the region [13], 379 intoxications were caused by gaseous products (52.49%). In all region, 74.13% of these poisonings occurred in winter and autumn, compared to 25.86% in spring and summer, showing that most poisonings are related to heating means, especially gas heaters, braziers (kanoun) and gas water heaters, which represents a real risk especially in non-ventilated rooms [14,15].

In France, carbon monoxide is the leading cause of death by intoxication (4000 to 6000 poisoning per year), in 2010 the National Institute for Prevention and Health Education in France (Inpes) reported 1,509 episodes of carbon monoxide poisoning involving 5,195 people [16,17], which means that it is a problem that threatens public health globally.

Whit regard to pharmaceutical poisonings, they represent 14.3% of all cases, or 504 intoxications recorded in the region in 2013-2014. According to the PPCM, pharmaceuticals represent the most incriminated toxin out of scorpion stings during the same period of our study in all Morocco with 6376 cases (25.56%) [8]. Comparing with data of the previous years, the center reported 6605 pharmaceutical intoxications throughout the kingdom during the years 2004 and 2008, including 427 cases in Meknes-Tafilalet (3.9 per 100,000 population), as well as 19204 cases from 1980 to 2008 [18]. Pharmaceuticals remain largely responsible for domestic poisoning and one of the most common causes of emergency hospitalizations in several countries around the world [19] [20]. In France, for example, the annual incidence of this type of intoxications is 151,000 cases per year with 2,000 deaths [20]. In Quebec, 49.6% of calls to the Quebec Poison Center (CAPQ), from 2008 to 2012, involved potential poisoning by pharmaceuticals [21].

As in Mali, a retrospective study of all types of intoxications in the city of Bamako shows that pharmaceuticals were the most incriminated toxin recorded during the years 2000 to 2010 [22].

Despite the low rate of pharmaceuticals consumption by the Moroccan population compared to other countries [18], the reporting of medication poisonings is growing remarkably each year. During the study period, 42.37% cases of pharmaceutical poisonings were in voluntary conditions including 98.13% suicidal case, which means that the use of the pharmaceuticals in suicide is common because they are easy to obtain and to consume [23].

In third place, we distinguish food poisonings by 474 cases (13.4%), with a remarkable decrease in the number of cases between the two years: 265 cases in 2013 against 167 in 2014, that is the same thing concerning all food poisonings throughout Morocco according to the PPCM which received 4842 declaration of poisoning: 2670 cases in 2013 against 2172 in 2014 [8]. The center stated that Foodstuffs are the leading cause of poisoning during the period of 1999 and 2008 (22%) [24], which can be explained by the improvement of food hygienic conditions, and the awareness of population in this context.

Comparing with previous years, gaseous products, pharmaceuticals and foodstuffs, still occupy the first three positions as the most incriminated toxics.

According to the PPCM, Since the announcement of national system of Toxicovigilance (NSTV) in 1980 in Morocco, poisonings declarations have known a growing increase according to the years [7], indeed, since 2009, the CAPM realized several activities that have contributed to increased reporting, from 6,000 cases (annual average) reported before 2009 to more than 15,000 cases in 2015 [25]. Despite this progress, these figures remain below what is really happening in comparison with other countries. In Quebec, for example, the Anti-poison center received 317098 calls for poisoning during the period from 2008 to 2014, or an average of 45,300 calls per year [21]. In France, 197,042 cases of poisoning were recorded by the French poison control center in 2006 [26].

5 CONCLUSION

Despite the efforts and activities of the PPCM that have contributed to increase the report of poisonings in Morocco, the number of new cases collected during the survey is interesting: 1345 cases of poisoning undeclared to the center, what means that health professionals in delegations and hospitals in Morocco must be more responsible for declaring poisonings to the PPCM, as well as the population must be sensitized to report intoxications by phone calls to the center, in order to give real figures and to participate in the fight against their effects on health.

ACKNOWLEDGMENT

The authors would like to gratefully acknowledge the Moroccan Anti-Poison and Pharmacovigilance Center, and the participants are also acknowledged for their contribution to this study.

REFERENCES

- [1] World Health Organization. International Programme on Chemical Safety, poisoning prevention and management. Available from: <http://www.who.int/ipcs/poisons/en/>
- [2] Ministry of Health. Health in figures 2013, Morocco; 2014. Available from: http://www.sante.gov.ma/Publications/Etudes_enquete/Pages/default.aspx
- [3] Poison control and pharmacovigilance center of Morocco. Official publications of the poison center of Morocco, Toxic deaths, Rabat, Morocco: Ministry of health; 2012. 16p. Report No.: 13-2nd quarter.
- [4] World Health Organization. Environmental health in emergencies, poisoning. Available from: http://www.who.int/environmental_health_emergencies/poisoning/en/
- [5] M. Peden, K. Oyegbite, J. Ozanne-Smith, A. Hyder, C. Branche, A. Fazlur Rahman, et al. World report on child injury prevention. Genève: world health organization, UNICEF; 1 December 2008. 232 p.
- [6] L. Ouammi, N. Rhalem, R. Aghandous, I. Semlali, M. Badri, J. Jalal, et al. Anti-Poison and Pharmacovigilance Center of Morocco: epidemiological profile of poisoning in Morocco. *Toxicol Maroc* 2009; 1: 8-13
- [7] Poison control and pharmacovigilance center of Morocco. Official publications of the poison center of Morocco. Rabat, Morocco: Ministry of health; 2014. 16p. Report No.: 20-1st quarter.
- [8] Poison control and pharmacovigilance center of Morocco. Official publications of the poison center of Morocco. Rabat, Morocco: Ministry of health; 2014. 16p. Report No.: 23-4th quarter.
- [9] World Health Organization. INTOX Definitions. Available from: http://www.who.int/ipcs/poisons/definitions_en.pdf
- [10] HE. Persson, GK. Sjöberg, JA. Haines, J. Pronczuk de Garbino. Poisoning severity score. Grading of acute poisoning. *J Toxicol Clin Toxicol* 1998; 36: 205-213. PMID: 9656975
- [11] Regional management of Meknes. Monograph of Meknes-Tafilalet region. Morocco: High Commission for Planning; 2013. 125p.
- [12] Poison control and pharmacovigilance center of Morocco. Official publications of the poison center of Morocco. Rabat, Morocco: Ministry of health; 2009. 16p. Report No.: 1
- [13] Ministry of Tourism, air transport, handicrafts and social economy. Focus : the province of Ifrane. Available from: <http://www.tourisme.gov.ma/en/actualites/focus-province-ifrane>.
- [14] PS. Heckerling. Occult carbon monoxide poisoning: a cause of winter headache. *Am J Emerg Med* 1987. 5:201-4.
- [15] ML. Efthymiou. Main domestic poisoning seen in general practice. *EMC. Practical Encyclopedia of Physician* 1998. 7-1055.
- [16] National Institute for Prevention and Health Education. Carbon monoxide poisoning affects everyone. Good prevention gestures to 2012. Available from: <http://inpes.santepubliquefrance.fr/70000/dp/12/dp121019.pdf>
- [17] P. Desmettres. Knowledge of chronic exposure to carbon monoxide (CO) under the HABIT'AIR Nord Pas de Calais program. Association for the prevention of atmospheric pollution; 2007.
- [18] Poison control and pharmacovigilance center of Morocco. Official publications of the poison center of Morocco. Rabat, Morocco: Ministry of health; 2010. 16p. Report No.: 7-4th quarter.
- [19] M. Baudet, N. Amouroux, G. Houin. Accidental domestic poisoning. *EMC toxicology and pathology* 2004; 1 :29-34
- [20] O. Saviuc, J. Hanna, V. Danel. Epidemiology of poisonings: more than 2000 deaths per year. *RevPract* 1999; 13:2054-7.
- [21] L. Germain, M. Dubé. Descriptive analysis of calls to Poison Center of Quebec from 2008 to 2014. Department of Environmental Health and Toxicology, National Institute of Public Health of Quebec 2015.
- [22] T. Diallo, H. Hami, A. Maïga, A. Mokhtari, A. Soulaymani. Study of the therapeutic management of acute intoxications in the city of Bamako in Mali from 2000 to 2010. *Antropo* 2012; 26:11-18.
- [23] P. Laure, CR. Binsinge. Hijacked pharmaceuticals: crimes, misuse, addictive practices, doping behavior, suicide, euthanasia. Paris France. Elsevier Masson SAS Publisher; 2003. 233p.
- [24] F. Hadrya, S. Benlarabi, D. Benali, H. Hami, A. Soulaymani, BR. Soulaymani. Mapping and analysis of food poisonings data in Morocco. International Seminar VSST Congress Center Ajaccio Corse in the south of France 2012.
- [25] Poison control and pharmacovigilance center of Morocco. Official publications of the poison center of Morocco. Rabat, Morocco: Ministry of health; 2015. 16p. Report No.: 27- 4th quarter.
- [26] A. Villa, A. Cochet, G. Guyodo. Poisonings reported to the French poison centers in 2006. *The Practitioner's Review* 2008; 58:825-83.

La cartographie de la vulnérabilité à la contamination des eaux de surface du bassin versant du Barrage de l'Oued Martil

[The mapping of the vulnerability in the contamination of surface water of the watershed Martil's river dam]

Layla Herhar¹, Jamal Stitou El Messari¹, and Mohamed Draoui²

¹Department of Geology,
University Abdelmalek Essaadi, Faculty of Sciences,
Tétouan, Morocco

²Department de Sciences de la Matière et de la Vie,
ENES, University Abdelmalek Essaadi, Faculty of Sciences,
Tétouan, Morocco

Copyright © 2018 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This work presents a document allowing a good management territorial of the watershed of Martil river situated in the Wilaya of Tétouan, (North of Morocco) to preserve the good quality of the water of the dam. Such document is developed by applying the DKPR method to map the degree of vulnerability in the contamination surface water by means of a software GIS. The obtained map shows the dominance of the high and moderate classes. The first one covers the central part of the of the studied area on approximately 50 % of the total surface, while the moderate class dispartate on all the watershed while being more concentrated towards the Southwest and the East, concern almost 42 % of the studied area. Let us indicate that the extreme East of the watershed nearly 8 % of the total surface is weakly protected against the contamination of its superficial water resources.

KEYWORDS: DKPR method, GIS, Management territorial, Quality of the water, Degree of vulnerability.

RESUME: Ce travail vise à présenter un document permettant une bonne gestion territoriale du bassin versant du barrage de l'Oued Martil situé à la Wilaya de Tétouan, au nord du Maroc afin de conserver la bonne qualité de l'eau du barrage. Un tel document est élaboré en appliquant la méthode DKPR pour cartographier le degré de vulnérabilité à la contamination des eaux de surface en se servant d'un logiciel SIG. La carte obtenue montre la dominance des classes élevée et modérée. La première recouvre la partie centrale de la zone d'étude sur environ 50% de la surface totale, alors que la classe modérée, dispartate sur tout le bassin versant tout en étant plus concentrée vers le Sud-ouest et l'Est, concerne presque 42% de la zone d'étude. Signalons que l'extrême Est du bassin versant sur un peu près de 8% de la surface totale est faiblement protégé contre la contamination de ses ressources hydriques superficielles.

MOTS-CLEFS: Méthode DKPR, SIG, Gestion territoriale, Qualité de l'eau, Degré de vulnérabilité.

1 INTRODUCTION

Le secteur de l'eau au niveau de la région de Tanger-Tétouan connaît encore de sérieux problèmes qui pourraient se répercuter d'une manière grave sur la sécurité hydrique et alimentaire de la région si une gestion globale et intégrée des ressources en eau n'est pas adoptée ; ces problèmes concernent particulièrement l'alimentation en eau potable des populations rurales, la préservation et la protection de l'infrastructure hydraulique, la valorisation de l'eau et la détérioration de sa qualité [1].

Parmi les dispositifs appliqués pour mieux protéger la qualité de l'eau du barrage de l'Oued Martil qui est en cours de construction est l'élaboration des cartes de vulnérabilité à la contamination des eaux des ressources hydriques superficielles appliquant un certains nombres de méthode telle que la méthode DKPR [2], [3] .

Ces cartes montrent une subdivision de la surface du bassin versant concerné en plusieurs zones différentes par leurs degrés de sensibilité à la dégradation de la qualité de l'eau de surface selon les caractéristiques physiques du milieu naturel. Le bassin versant du barrage de l'oued Martil se localise entre les coordonnées Lambert : $X_{\max} = 510026,386035$ et $X_{\min} = 484200,139029$, $Y_{\max} = 544222,33586$ et $Y_{\min} = 516578,078511$; elle se situe dans la chaîne montagneuse du Rif au Nord-Ouest du Maroc. Il a une superficie de **380 Km²**, un périmètre de **107 Km**, une longueur de l'ordre de **45 Km** et une largeur de l'ordre de **8,5 Km** [4], [5].



Fig. 1. Situation géographique du barrage de l'Oued Martil

Il se situe vers l'aval du bassin versant du barrage de l'Oued Martil qui est en cours de construction, ce dernier régularisera un volume annuel de **70 millions de m³**, il disposera d'une capacité de stockage de **120 millions de m³** et d'un apport annuel de **175 millions de m³/an**, la superficie de retenue est d'ordre de **3,8 km²** [6].

La zone d'étude se caractérise par un climat méditerranéen, avec deux saisons bien distinctes, une saison estivale, chaude et sèche entre le mois de Mai et le mois d'Octobre (la moyenne annuelle de la température est de l'ordre de **18,8°C**) et une deuxième saison pluvieuse et fraîche qui s'étale du mois de Novembre jusqu'au mois d'Avril (la moyenne annuelle de la pluie est de l'ordre de **722 mm**) [3], [5].

De point de vue lithologique le bassin versant du barrage de l'oued Martil est constitué des formations très variée, allant du calcaire à l'Est, aux flysch au centre et à l'Ouest ; une bonne partie du bassin versant, localisée au Sud - Ouest est recouverte par les Colluvions [3], [4], [5].

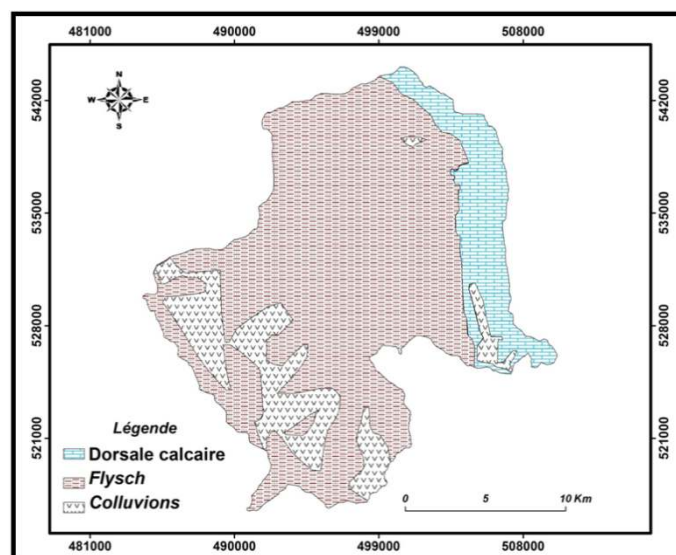


Fig. 2. Carte lithologique du bassin versant du barrage de l'Oued Martil [5]

2 METHODOLOGIE

DKPR [2], est la méthode appliquée pour cartographier le degré de la vulnérabilité à la pollution des eaux de surface du bassin versant du barrage de l'Oued Martil. Elle utilise le principe de la superposition des cartes factorielles relatives aux différents facteurs qu'elle quantifie par des classes allant de zéro à quatre, selon les caractéristiques naturelles du milieu. Ces facteurs sont [2]:

- l'accessibilité du milieu aquatique « D »,
- le fonctionnement hydrique du sol et du sous-sol « K »,
- la physiographie du bassin versant « P »,
- l'érosivité de la pluie « R ».

Le facteur «D» est en relation avec la distance entre la localisation des polluants à la surface du bassin versant et le milieu aquatique. Plus les sources de pollution sont plus proches du milieu récepteur, plus les eaux de surface sont contaminées [7]. La valeur de la classe attribuée à ce facteur est inversement proportionnelle à la distance « D » (Tableau 1).

Pour le facteur « K », il renseigne sur la partition entre les eaux d'infiltration et les eaux de ruissellement. D'une manière générale, plus le sol est imperméable plus le ruissellement et le lessivage seront importants, avec de courts temps de transit. C'est le même principe que le facteur « fonctionnement hydrique » de la méthode ESU [5]. Au point de vue pratique, la détermination de ce facteur se fait à travers l'évaluation des classes de trois paramètres lui composants, à savoir: l'indice de développement et de persistance des réseaux « IDPR », l'indice de battance « IB » et l'occupation du sol « Os ».

$$K = a IDPR + b IB + c Os(a)$$

Avec :

K : index du critère du fonctionnement hydrique du sol et du sous sol,
IDPR : classe de l'indice de développement et persistance des réseaux,
IB : classe de l'indice de battance,
Os : classe de l'occupation du sol,
a, b et c : facteurs de pondération (a = 0,4; b = 0,2 et c = 0,4).

La physiographie du bassin versant régit le ruissellement des eaux de surface à travers l'intensité des pentes « **Pi** » et leur forme (en relation avec les courbures) « **Pc** », sachant que :

$$P = d Pi + e Pc (b)$$

Avec :

P : critère de physiographie du bassin versant,

P_i : classe de l'intensité de la pente,
P_c : classe de la courbure de la pente,
d et **e** : facteurs de pondération ($d = 0,8$ et $e = 0,2$).

Quant à l'érosivité des pluies « **R** », il est en relation avec l'intensité des précipitations. Il intègre dans son calcul, selon la méthode de RUSLE [8], l'intensité de la pluie, l'énergie délivrée durant l'épisode pluvieux et le volume d'eau mobilisable pour le ruissellement. Il est donc nécessaire de connaître la pluie totale et les intensités maximales sur 30 minutes des épisodes pluvieux sur une période de 30 ans. Ce second paramètre est rarement disponible. Ainsi, Renard et Freimund [9], proposent une formule simplifiée intégrant uniquement la hauteur de pluie annuelle moyenne **P** (en mm) :

$$R = 0,04830 P^{1.610}(c)$$

Avec :

R: paramètre d'érosivité (pour $P < 850\text{mm}$)
P : précipitation annuelle moyenne (mm)

Le degré final de vulnérabilité « **V_r** » est le résultat de la somme des produits de chaque classe par son facteur de pondération selon l'expression suivante :

$$Vr = f D + g K + h P + i R (d)$$

Avec :

V_r : indice de vulnérabilité de la ressource,
D : classe en relation avec l'accessibilité aux cours d'eau,
K : classe en relation avec le fonctionnement hydrique du sol et du sous-sol,
P : classe en relation avec les pentes,
R : classe d'érosivité des pluies,

Où **f**, **g**, **h** et **i** sont des facteurs de pondération : $f = 0,3$; $g = 0,4$; $h = 0,2$ et $i = 0,1$.

3 RESULTAT

La classification des différents facteurs se fait à la base de données récoltées de différentes sources : cartes topographiques, cartes géologiques, carte d'occupation du sol, visites de terrain, stations climatologiques ...

La première étape dans l'application de la méthode DKPR au bassin versant du barrage de l'oued Martil consiste à l'élaboration des cartes factorielles qui montrent la répartition spatiale des classes spécifiques à chacun des facteurs.

Au point de vue technique nous avons utilisé le logiciel SIG pour le géoréférencement et la digitalisation des cartes, pour l'analyse des différentes données à fin d'évaluer les classes attribuées aux quatre facteurs et de la méthode et leur répartition spatiale, ainsi que pour la préparation et la présentation finale des cartes factorielles et celle de vulnérabilité.

3.1 ELABORATION DES CARTES FACTORIELLES

Les résultats de traitement et d'analyse des données en relation avec les facteurs et les paramètres de la méthode appliquée dans le but d'évaluer les classes correspondantes, sont représentés dans le tableau 1. La répartition spatiale des classes accordées à chacun de ces facteurs est présentée dans les cartes de la figure 3.

Tableau 1. Classes attribuées aux facteurs de la méthode DKPR pour le bassin versant du barrage de l'Oued Martil

Facteurs		Classes				
		Classe 4	Classe 3	Classe 2	Classe 1	Classe 0
D		0 - 50 m	50 - 100 m	100 - 200 m	200 - 500 m	> 500 m
K	IDPR	-	Ruissellement majoritaire (Flysch)	-	Infiltration (Dorsale calcaire et Colluvions)	-
	Os	- Routes - Carrières	- Douars	-	- Chêne Liège - Chêne Vert - Chêne Zeen - Reboisement résineux - Terrains non boisés - Thuya	- Autres feuillus - Eau : Barrage, Oueds - Mélange - Pin maritime
	K	3,2 – 3,8	2,4 – 3,19	1,6 – 2,39	0,8 – 1,59	0,5 – 0,79
P	Pi	>10°	7 – 10°	3 – 7°	1,5 – 3°	<1,5°
R		-	-	-	- Timezouk (R=2243) - Chibich (R=2020)	- Nakhla (R=1743) - Ben Karrich (R=1734)

3.1.1 CARTOGRAPHIE DU FACTEUR D

Concernant ce facteur on s'est basé principalement sur la carte du réseau hydrographique pour dresser des intervalles de distance autour de celui-ci, comme indiquer par la méthode [3]. Environ 66% de la surface du bassin versant se trouve à moins de 200m des cours d'eau, attribuant une classe supérieure à 2 et par la suite un effet moyen à élever sur la pollution des eaux de surface.

3.1.2 CARTOGRAPHIE DU FACTEUR K

L'évaluation des classes de l'indice de développement et de persistance des réseaux « IDPR » se fait à la base de la lithologie des différentes unités géologiques composant le bassin versant étudié. Ces unités sont :

- Les unités de la Dorsale calcaire et des Colluvions qui s'étendent sur plus de 20% de la surface totale de la zone d'étude. Leur contribution à la pollution des eaux de surface est bien limitée (classe 1) vu leur comportement infiltrant dominant.
- L'unité des flysch de faible perméabilité, sur environ 80% de la surface du bassin versant, dont la participation à la pollution des eaux de surface reste bien notable (la classe 3).

La base de données utilisée pour la détermination du paramètre Os est celle du service des Eaux et Forêts de la ville de Tétouan [10]. Notons qu'en relation avec ce paramètre, plus de 98 % du sol de la zone d'étude contribue faiblement à la pollution des eaux de surface (les classes 1 et 0).

Vu le manque des données pédologiques et son faible facteur de pondération, le paramètre IB a été négligé [3], et son facteur de pondération a été réparti équitablement entre celui de IDPR et de Os. Ainsi, l'évaluation de la classe du facteur K était suivant l'équation suivante :

$$K = 0,5IDPR + 0,5 Os(e)$$

A l'échelle du bassin versant du barrage de l'Oued Martil le fonctionnement hydrique du sol et du sous-sol favorise sur environ 92% de sa surface un degré de vulnérabilité relatif faible (la classe 1 qui est le résultat de la combinaison respectivement des classes 1 de Os et 1 de IDPR et des classes 0 de Os et 3 de IDPR) à modéré (classe 2 suite à la combinaison des classes 1 de Os et 3 de IDPR).

3.1.3 CARTOGRAPHIE DU FACTEUR P

A partir du modèle numérique du terrain de la zone d'étude, nous avons pu extraire la carte de pente que nous avons adaptée à des valeurs du paramètre Pi mentionnées dans la méthode DKPR (tableau 1). Celle-ci montre que sur plus de 83%

du bassin versant en question la topographie développe une pente supérieure à 7°, et par la suite se sont les classes 3 (18.4%) et 4 (64.67%) qui sont largement attribuées à ce paramètre.

Vu le manque de données pour évaluer le paramètre P_c et vu son faible facteur de pondération par rapport à celui de P_i , nous l'avons négligé et considéré :

$$P = P_i(f)$$

Ainsi, la carte du facteur P est similaire à celle du paramètre P_i .

3.1.4 CARTOGRAPHIE DU FACTEUR R

Pour l'évaluation de ce facteur nous avons appliqué la formule de Renard et Freimund (équation c). Pour les précipitations annuelles moyennes, nous avons utilisé les données disponibles sur une trentaine d'années aussi bien pour les trois stations météorologiques localisées à l'intérieur du bassin versant étudié (Timezouk, Nakhla et Chibich) que pour celle située à l'extérieur (Ben Karrich). Les valeurs de R ainsi que les classes attribuées sont représentées dans le tableau 1. Elles reflètent la faible érosivité du bassin versant du barrage de l'Oued Martil. La répartition spatiale de ce facteur à travers l'ensemble la zone d'étude laisse apparaître la dominance de la classe 1 ($2000 < R < 3000$) qui recouvre environ le $\frac{3}{4}$ de la surface totale du bassin versant, alors que la classe 0 ($R < 2000$) s'étale sur le reste du territoire vers les bordures Nord et Sud.

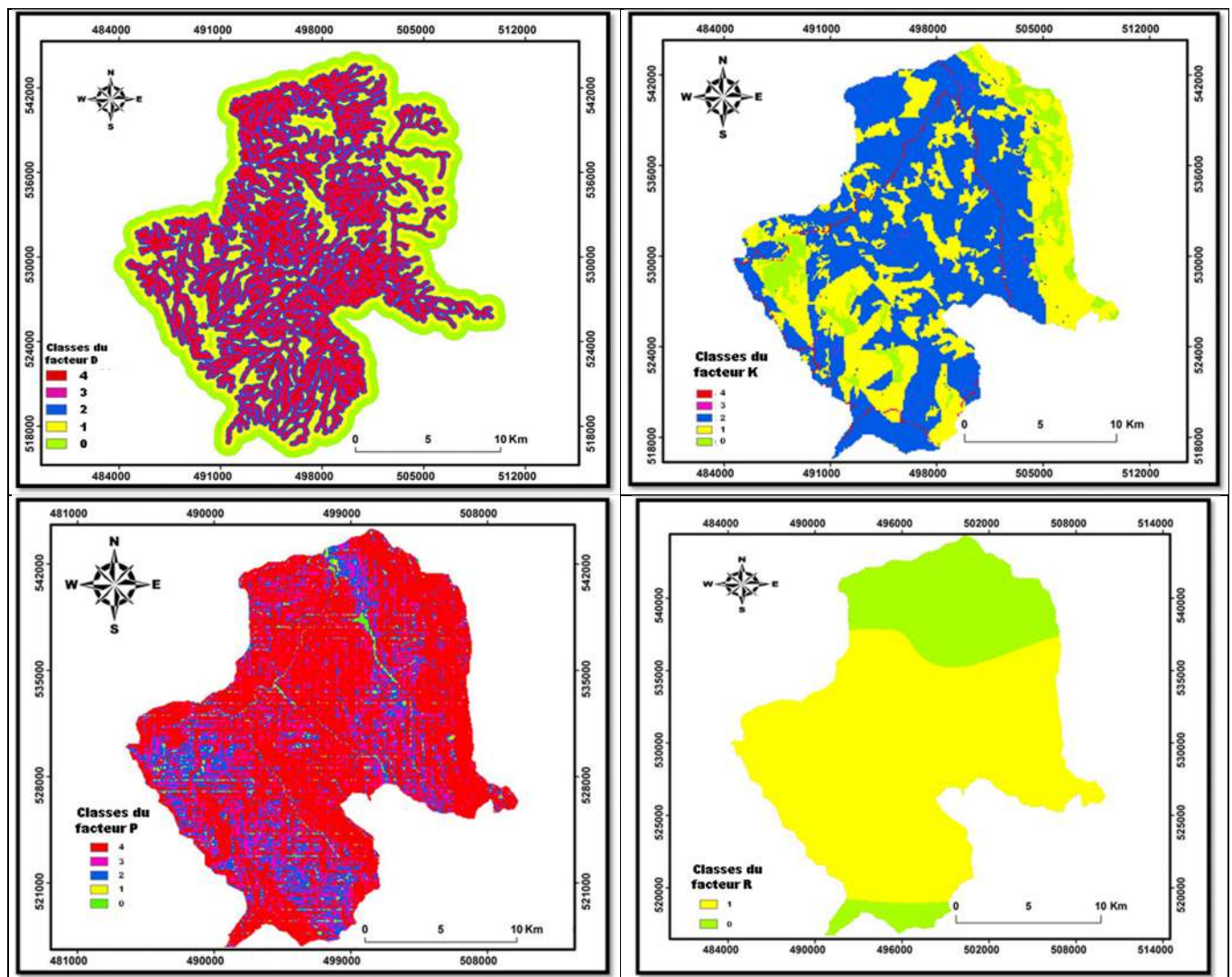


Fig. 3.

3.2 ELABORATION DE LA CARTE DE VULNERABILITE A LA CONTAMINATION DU BASSIN VERSANT DU BARRAGE DE L'OUED MARTIL

Cette carte (Fig. 4) est le résultat de la superposition des cartes de vulnérabilité relatives aux quatre facteurs de la méthode selon l'équation (c) [3]. Les classes de vulnérabilité finales sont attribuées aux différents intervalles de valeur de V_r comme s'est mentionné dans le tableau 2.

Tableau 2. Classes de vulnérabilité selon la valeur de V_r dans le cas du bassin versant du barrage de l'Oued Martil

Classes de vulnérabilité	Classe très élevée	Classe élevée	Classe modérée	Classe faible	Classe très faible
V_r	3,2 – 3,8	2,4 – 3,19	1,6 – 2,39	0,8 – 1,59	0,5 – 0,79

Toutes les classes de vulnérabilité déterminée par la méthode DKPR sont représentées dans la carte de vulnérabilité à la contamination du bassin versant du barrage de l'Oued Martil avec des pourcentages très diversifiés.

La classe très élevée recouvre moins de 1% de la surface totale du bassin versant étudiée tout en coïncidant principalement avec le réseau routier. La classe élevée est la plus développée sachant qu'elle occupe environ 50% de la surface totale de la zone d'étude principalement au niveau de sa partie centrale. La classe modérée est répartie sur environ 42% de la zone d'étude. Elle est disparate sur tout le bassin versant tout en étant concentrée vers le Sud-Ouest et le Nord-Est. La classe faible est bien représentée à l'extrême Est, bien qu'elle recouvre presque 8% de la surface totale du bassin versant étudié. La classe très faible est la moins représentée dans le bassin versant par rapport aux autres classes avec un pourcentage de 0,13%.

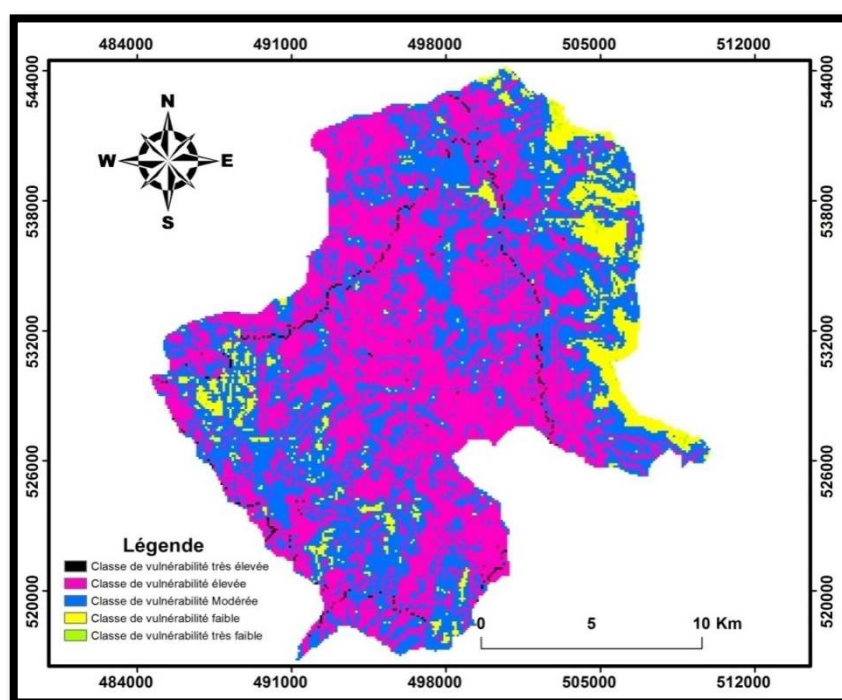


Fig. 4. Carte de vulnérabilité à la contamination des eaux de surface du bassin versant du barrage de l'Oued Martil selon la méthode DKPR)

4 DISCUSSION DES RESULTATS

Nous déduisons que pour la méthode DKPR les classes de vulnérabilité élevée et modérée dominent 92% de la zone d'étude, contre 8% qu'occupent les classes de vulnérabilité faible et très faible. Vu ces pourcentages, la qualité de l'eau de surface du

bassin versant du barrage de l'Oued Martil est fortement à moyennement sensible aux activités anthropiques provenant par lieu à la surface.

Pour le facteur D, les classes correspondantes varient nettement entre les différentes classes de vulnérabilité, sachant qu'allant de la classe élevée à des classes faible et très faible, nous notons une diminution progressive des classes de ce facteur. De ce fait, nous constatons que la classe de vulnérabilité élevée coïncide surtout avec les zones qui sont éloignées à moins de 100 m du réseau hydrographique, tandis que les classes de faible vulnérabilité (classes faible et très faible) marquent les zones les plus éloignées de ce dernier (à plus de 200 m). La même constatation peut être mentionnée pour le facteur K. Ainsi, la classe de vulnérabilité élevée caractérise spécifiquement dans un premier ordre la zone des Flysch dont l'occupation du sol est assez diversifiée (à l'exception des routes et douars) et, dans un deuxième ordre, la zone des Flysch occupée par un mélange, et la Dorsale Calcaire et les Colluvions surmontées par des terrains non boisés et les chênes. En ce qui concerne les classes de faible et très faible vulnérabilité, elles sont réparties à travers aussi bien la Dorsale calcaire que les Colluvions dont les sols sont occupés par les terrains non boisés, les chênes, le mélange et autres feuillus. La variation des classes du facteur P en fonction des classes de vulnérabilité ne permet pas de déduire une relation évidente entre les deux, du fait que les différentes classes de vulnérabilité sont réparties à travers la zone d'étude indépendamment de la pente. Pour le dernier facteur de la méthode DKPR, la relation entre celui-ci et le degré de vulnérabilité est totalement absente du fait de la limitation de ses classes en 0 et 1 et aussi de sa faible pondération (0,1) par rapport à celle des autres facteurs.

5 CONCLUSION

De ce qui précède, nous concluons que ce sont les facteurs D et K de la méthode DKPR qui contrôlent le degré de vulnérabilité à la contamination des eaux de surface du bassin versant du barrage de l'Oued Martil, et par la suite la qualité de l'eau de son barrage. De ce fait cette dernière sera fortement à moyennement vulnérable à la contamination par les produits polluants des différentes activités pouvant avoir lieu à la surface du bassin versant en amont, ainsi il sera recommandé de prendre en considération la carte de vulnérabilité obtenue par une meilleure gestion du bassin versant du barrage de l'Oued Martil à fin de garantir une bonne qualité des eaux au niveau du barrage et d'éviter des coûts supplémentaires pour leur traitement.

REFERENCES

- [1] Bzioui M., (2000) : Politique et stratégies de gestion des ressources en eau au Maroc. Dans « La politique de l'eau et la sécurité alimentaire du Maroc à l'aube du XXI^e siècle ». Publications de l'Académie du Royaume du Maroc. Rabat. 20-22 novembre 2000, pp. 15-52.
- [2] Douay D. et Lardieg E., (2010): Délimitation des aires d'alimentation des captages prioritaires du bassin Adour Garonne : méthodologie de cartographie de la vulnérabilité intrinsèque des captages d'eau superficielle. Rapport Antéa - Ginger – Calligée.
- [3] Herhar L., (2015): Cartographie de la Vulnérabilité à la Contamination des Eaux du Barrage de l'Oued Martil et Contribution à l'Etablissement de la Carte de Risque. Thèse en Science .Université Abdelmalek Essadi. Faculté des Sciences de Tétouan.
- [4] Herhar L. et Afilal F., (2011): Etude de protection du barrage de l'Oued Martil contre la pollution. Projet de fin d'étude du Master spécialisé Ingénierie et Gestion de l'Eau et de l'Assainissement. Université Abdelmalek Essaadi, Faculté des Sciences de Tétouan
- [5] Herhar L., Draoui M. and Stitou El Messari J., (2014): Application of the ESU method for mapping vulnerability to contamination of water Martil's river dam (Morocco North). International Journal of Innovation and Applied Studies, ISSN 2028-9324 Vol. 8 No. 3 Sep. 2014, pp. 1400-1409.
- [6] Rapport ABHL, (2010) : Etude d'impact sur l'environnement d'un projet d'exploitation d'alluvions fluviales, construction du barrage oued Martil", Geosurvey, Geoma. Rapport
- [7] Orhon, L. (1993) : Influence de la distance des épandages au ruisseau collecteur sur le transfert par ruissellement des pesticides, Mémoire de DEA, 28 p.
- [8] Wischmeier, W.H. et Smith D.D., (1965): Predicting rainfall -erosion losses from crop land east of the Rocky Mountains. Agricultural Handbook No. 282, USDA, Washington.
- [9] Renard K.G. et Freimund J.R., (1994): Using monthly precipitation data to estimate the R-factor in the revised USLE. Journal of hydrology, 157, p.287–306.
- [10] Rapport de Synthèse des eaux et forêts, (2009) : Etude technique du bassin versant en amont du futur barrage d'oued Martil. Haut-commissariat des eaux et forêts et à la lutte contre la désertification, direction régionale des eaux et forêts et à la lutte contre la désertification du Rif.

LE COMMERCE DANS LES MARCHES DES RUES DE LA VILLE DE GOMA ET SES EXTERNALITES

Jean Paul HABINAMWISHO LUSHEKE

Docteur et Chef de Travaux à l'institut supérieur pédagogique de Kalehe, RD Congo

Copyright © 2018 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 small business of fixed retail, at sight; itinerant or floating, reaches the open air, along the roads, at intersections and in various places in the city of Goma.

It should be emphasized that in the DRC, the guarantor state of the nation, the welfare of the population has resigned from its responsibilities, leaving undefinable poverty throughout the country, while development as a process of self-improvement of the integral well-being of man requires the deformation of the content of this well-being in the form of state objectives.

Faced with this blatant resignation of the State from its responsibilities and the ever-increasing misery, the population has been led to develop several survival strategies for the fight against poverty. One of the most remarkable of these days and without question is the practice of so-called informal activities.

We wanted to investigate the causes of proliferation and the solutions of adequate formalization of street markets in the DRC in general and in the city of Goma, analyzing the motives which are pushing the merchants to work in the street markets on the one hand and their consequences on the socio-economic life of the users and the country.

Our investigations show that mobility is due to proximity to customers, avoidance of taxes, low capital levels and the absence of organized markets in the surrounding area. The rapid turnover of goods, the permanence of the customers, the tax evasion and finally the proximity with the suppliers and the customers are all advantages that they find there.

For commercial investment, commercial operators find that street economic activities are very beneficial because they contribute to creating employment, reducing unemployment, ensuring the survival of their households, and even absorb people unable to work in the formal. However, as far as the environmental consequences are concerned, waste is deposited in disorder in the useful and gutted environments and in sufficient quantities.

KEYWORDS: informal market, trade, environment, informal sector, investment.

RESUME: Le petit commerce de détail fixe, à vue ; ambulant ou flottant gagnent le plein air, le long des axes routiers, aux carrefours et dans divers endroits de la ville de Goma. Il faut également souligner le fait qu'en R.D.C, l'Etat garant de la nation, du bien-être de la population a démissionné devant ses responsabilités, laissant régner à travers le pays, une pauvreté indéfinissable alors que le développement comme processus d'amélioration du bien-être intégral de l'homme exige la déformation du contenu de ce bien être sous forme d'objectifs étatiques.

Devant cette démission flagrante de l'Etat de ses responsabilités et face à la misère qui ne cesse de prendre l'ampleur, la population a été amenée à développer plusieurs stratégies de survie pour la lutte contre la pauvreté. L'une de plus remarquables de nos jours et sans conteste, est la pratique des activités dites informelles.

Nous avons voulu chercher les causes de prolifération et les solutions de formalisation adéquate des marchés de rue en RDC en général, et dans la ville de GOMA, en analysant les mobiles poussant les marchands d'œuvrer dans les marchés de rue d'une part et relever leurs conséquences sur la vie socio-économique des usagers et du pays.

Nos investigations montrent que les mobiles s'expliquent par la proximité avec la clientèle, échappée au paiement d'impôts et taxes, le faible niveau du capital et l'absence des marchés organisés dans les environs. La rotation rapide des marchandises la permanence de la clientèle, l'évasion fiscale et enfin la proximité avec les fournisseurs et les clients sont autant d'avantages qu'ils y trouvent. Pour l'investissement dans ce genre de commerce, les opérateurs commerciaux trouvent que les activités économiques de la rue sont très bénéfiques, car elles contribuent à créer l'emploi, à réduire le chômage, à assurer la survie de

leur ménages, et même à absorber les gens incapables de travailler dans le formel. Toutefois, en ce qui concerne les conséquences sur l'environnement, des déchets sont déposés en désordre dans les milieux utiles et rigoles et en quantités suffisantes.

MOTS-CLEFS: marché informel, commerce, environnement, secteur informel, investissement.

1 INTRODUCTION

Cette recherche porte sur les marchés informels des rues et se justifie par l'importance de différentes activités qui se déroulent dans presque les grandes artères de la ville de Goma et la pression menée par la Mairie et Communes pour éradiquer ce fléau et conduire les opérateurs dans les marchés structurés où l'État peut tirer sa part et alimenter les finances de ses entités.

Le mode de vie pour tous et définit le mode de conduite de la société où l'État est le seul garant du pouvoir. Celui-ci, c'est-à-dire l'État, est défini comme une institution chargée de veiller non seulement à la sécurité des personnes et de leurs biens, mais aussi et surtout de leur bien-être ^[1].

Pour atteindre cet ultime objectif qui résulte de ses responsabilités en matière d'allocation des ressources et de distribution du revenu, voire de stabilisation de l'économie, l'État a besoin des ressources financières considérables qu'il se procure par la vente de certaines prestations par fiscalité et si ces deux ressources ne suffisent pas, par emprunt².

L'origine de l'économie informelle en RDC³, comme en Afrique, remontent à la colonisation en ce que cette dernière a introduit dans le tissu économique et social local, une dichotomie mettant en présence deux mondes : un monde restreint fait de salariés travaillant dans un système économique dont le fonctionnement est dominé par la logique et la rationalité capitalistes à l'image des sociétés occidentales et dépendants de celles-ci pour une grande part de sa survie (économique) et un grand monde d'acteurs économiques œuvrant en compte propre et constituant sa réserve de main-d'œuvre à certains égards.

Il faut également souligner le fait qu'en R.D.C, l'État garant de la Nation, du bien-être de la population a démissionné devant ses responsabilités, laissant régner à travers le pays, une pauvreté indéfinissable alors que le développement comme processus d'amélioration du bien-être intégral de l'homme exige la déformation du contenu de ce bien être sous forme d'objectifs étatiques. De là, leur réalisation requiert l'identification et la coordination des moyens et des stratégies d'intervention en fonction de besoins ressentis.

Devant cette démission flagrante de l'État de ses responsabilités et face à la misère qui ne cesse de prendre l'ampleur, la population a été amenée à développer plusieurs stratégies de survie pour la lutte contre la pauvreté. Et cette lutte se manifeste au Congo de façon multiple et variée. L'une de plus remarquables de nos jours et sans conteste, la pratique des activités dites informelles.

La législation et la réglementation économique et commerciale en vigueur dans notre pays édictent un certain nombre d'obligations pour les opérateurs économiques. S'agissant particulièrement de l'exercice du commerce, les conditions suivantes doivent être de stricte observation⁴ : Etre constitué dans les formes du code de commerce ; Etre immatriculé au registre de commerce ; Tenir une comptabilité régulière et rigoureuse ; Conserver soigneusement et dans l'ordre, les archives et les inventaires ; Disposer d'un numéro d'identification nationale ; Etre détenteur d'une patente (petit commerce) Il se dégage de ce qui précède que le respect de ces conditions légales, place l'opérateur économique dans une relation régulière vis-à-vis des formes édictées par le législateur. C'est pourquoi une telle entreprise est dans le secteur formel.

^[1] ROUSSEAU J. J. *Du contrat social*, éd, Larousse, Paris, 1973 ; p27

^[2] WEBER L, *l'Etat, acteur économique*, 2^e éd, économique, Paris, 1991, 163

^[3] MBAYA MUDIMBA et FRIEDHELM STREIFFELER, *Secteur informel au Congo Kinshasa ; Stratégies pour un développement endogène*, EUA, Kinshasa, 1999, pp.201-202

^[4] .BUABUA WA KAYEMBE, *la fiscalisation de l'économie informelle au zaïre*, P.U.Z, Kinshasa.1995, pp.11-12.

Pour BUABUA WA KAYEMBE, le secteur informel est toute activité économique entreprise en dehors des exigences légales et qui échappe aux mécanismes de contrôle de l'Etat⁵.

G VERHAEGEN, définit le secteur informel comme toute activité économique, spontanée échappant en grande partie à l'administration, en marge souvent des obligations légales non recensées dans les statistiques officielles bénéficiant rarement des activités promotionnelles de l'Etat⁶. D'une manière positive, le secteur informel regroupe les activités monétaires exercées par les petits commerçants ; les colporteurs, des cireurs de chaussure des artisans et divers groupes des sous employés des grandes villes.⁷

Bien que le pouvoir public parvienne quelque fois à lui imposer et à lui fixer quelques éléments de repérages, ce n'est pas un combat gagné, s'il faut reprendre les termes de G. BARTELEMY⁸. La plupart d'auteurs considèrent qu'il s'agit des activités qui se développent sous forme de sous-emploi, du ménage caché souvent en relation avec les paysans expulsés de leurs terres et le nombre des travailleurs agricoles qui ne trouvent pas de travail mais aussi avec l'accroissement démographique des milieux populaires urbain⁹. En définitive, c'est l'incapacité de l'Etat de répondre aux besoins fondamentaux de la population dans le domaine de l'emploi, de la santé du logement ; de l'éducation qui est à l'origine du foisonnement du secteur informel. L'importance du secteur informel est telle qu'aujourd'hui nul ne peut ignorer sa place dans l'économie¹⁰

En République Démocratique du Congo, l'importance de ce secteur surtout sous la forme du petit commerce n'est plus à démontrer. En effet, du politicien à l'homme de la rue, de l'intellectuel à l'analphabète, de l'Etat à l'individu, du citadin au paysan, tout le monde est soit opérateur, soit bénéficiaire des biens, de services fournis par ce secteur. L'informel agit aussi à la fois comme support de sécurité et amortisseur des chocs sociaux.

Ainsi, il sied de souligner que ce secteur de l'informel a pris son envol en RDC du fait de la situation du non fonctionnement des structures de l'économie formelle. Les congolais se sont lancés dans différentes sortes de débrouillardise imaginables. Si bien qu'aujourd'hui, le pays vit grâce à ces activités.

Il se fait que ces activités de l'économie informelle qu'exercent les congolais sont confrontées à d'énormes difficultés de financements, la plus part de ceux qui évoluent dans ce secteur, travaillent pour leur propre compte.

Le secteur informel est constitué non seulement de l'artisanat, du petit commerce, des petites et moyennes entreprises non formellement identifiées par l'Etat, mais également des opérateurs économiques qui se livrent à des activités lucratives échappant à l'imposition.

Ce secteur existe dans toutes les économies modernes du monde entier et chaque gouvernement s'emploie à l'épargner, à la promouvoir en vue de le focaliser.

KALONJI NTALAJA affirme que plus un pays est sous développé, plus importante est la part de l'économie informelle dans le PIB. Cette proposition implique que dans cette catégorie de pays, la faiblesse du système de gestion macro-économique serait un des facteurs permissifs de l'ampleur de l'économie informelle. Aussi, le sous-développement et l'extension de l'économie informelle ne refléteraient qu'une même réalité être tenue par la qualité managériale de l'Etat¹¹.

Au fur et à mesure que la RDC s'enfonçait dans une crise profonde touchant plusieurs aspects : social, politique, agricole, économique..., la problématique de l'économie informelle prenait dans les mêmes proportions, une ampleur exceptionnelle naturelle dont les effets n'ont pas épargné la fiscalité.

Le secteur informel regroupe des agents économiques qui échappent toujours au recensement officiel des opérateurs économiques, il a un caractère non légal, ne respecte ni règlements fiscaux (il échappe à toute imposition), ni ceux du travail (heures supplémentaires, salaire minimum, sécurité, hygiène, réglementation relative à la concurrence loyale, pension, etc....).

[5] *Idem* p17

[6] VERHAEGEN (G), « rôle du secteur dans le développement économique du zaïre », in revue CADICEC-INFO, n°44, 4^{ème} trimestre, 1985, p37.

[7] DIJK, *Le secteur informel de OUAGADOUGOU*, éd. Harmattan, Tome II, Paris, 1986, p.77

[8] BARTELEMY, *Artisan et développement*, éd. collection des ateliers de développement n°8

[9] Ferdinand Vincent : *finance autrement les associations et ONG de développement du tiers monde*, IRED, p249

[10] G. VERHAGEN, *Op. Cit.*, p.40

[11] KALONJI NTALAJA, « l'économie informelle dans le tiers monde à l'échelle planétaire, les deux faces de Janus », in notes de conjonctures, manuel d'analyse économique, Avril-Mai, 1995 p.15.

Ces activités sont les produits de l'imagination créatrice populaire dans la satisfaction des besoins spécifiques nés de l'urbanisation, face à l'incapacité de l'Etat dans une période de crise à fournir un travail rémunéré légal à l'ensemble de la main d'œuvre disponible.

L'Etat a une attitude ambiguë face à ce secteur, oscillant entre la répression et la tolérance¹². Toute activité économique de service ou de création de revenu est qualifiée d'informel, lorsqu'elle est entreprise explicitement ou implicitement en dehors de certaines normes de régulation ou du comportement convenu¹³.

Les conséquences de l'économie informelle, pour la plupart des auteurs sont unanimes pour épingler parmi les conséquences de l'économie informelle, le fait de priver, l'Etat de ses ressources, d'après JANET MAC GAFFEY, l'informel donne lieu à l'évasion fiscale généralisée, le mépris des lois, et tout cela s'oppose à la légitimité de l'Etat et le morale de l'administration¹⁴. Cependant il sied de relever que le développement du secteur entraîne des effets aussi bien sur le plan fiscal que socio-économique.

Outre ses conséquences au plan fiscal dont certains trouvent l'explication dans la lourdeur des impôts en vigueur, il convient d'en relever d'autres aux plans économique et social.

Au plan économique, l'informel se traduit notamment par le non rapatriement des devises, la difficulté d'accès au système bancaire, la thésaurisation, la rétention de stock, la fixation de prix fantaisistes. Choses qui peuvent entraîner un profond dérèglement des fondations de l'économie nationale. Les externalités des marchés des rues sur leur environnement est remarquable voire lors de l'implantation d'une activité quelconque a toujours eu des répercussions, mieux des effets fastes ou néfastes sur son environnement. D'où la nécessité d'insister sur la prise en charge de l'environnement du marché car la santé de ses acteurs en dépend.

L'environnement est une préoccupation majeure non seulement des pays riches mais et surtout des pays pauvres. Aujourd'hui l'homme est considéré comme une espèce vivante faisant partie d'un système complexe de relation et d'inter relation avec son milieu naturel. Il en résulte que toute action humaine a des effets directs ou indirects cachés.

Il s'agit d'une situation économique dans laquelle l'acte de consommation ou de production d'un agent influe positivement ou négativement sur la situation d'un autre agent non impliqué dans l'action, autrement que par l'intermédiaire des prix du marché. Les externalités tiennent à des phénomènes tels que la pollution, le bruit ou l'encombrement.

Les externalités négatives représentent les situations où un acteur économique est défavorisé par l'action de tiers sans qu'il en soit compensé. Tel est le cas de l'installation d'une usine d'incinération d'ordures ménagères à proximité d'un quartier d'habitation.

Eu égard à ce qui précède, que peut-on faire alors pour minimiser l'informel tout en organisant les marchés de la rue en RDC ?

D'une manière générale, cette recherche a comme objectif de chercher les causes de prolifération et les solutions de formalisation adéquate des marchés de rue en RDC en général, et dans la ville de GOMA, en particulier et spécifiquement :

- Analyser les mobiles poussant les marchands d'œuvrer dans les marchés de rue
- Relever leurs conséquences sur la vie socio-économique du pays.

Pour répondre à la préoccupation managériale de minimiser l'informel tout en organisant (formalisant) les marchés de la rue en RDC, une question de recherche importante a été formulée :

Quels sont les mobiles poussant les marchands d'œuvrer dans les rues et est-ce que les externalités du commerce des rues peuvent-elles contribuer à justifier ou rejeter ce type de commerce ?

Au regard de la question précédemment évoquée, nous estimons que les activités des marchés informels des rues dans la ville de Goma sont dues aux conditions socioéconomiques dont la pauvreté ; le chômage, la non application de la loi, l'exode

[13] MULUMA MUMANGA, « le secteur informel et l'économie sociale de marché, cas de la ville de Kisangani », in *économie sociale de marché* 1992, pp 37-48.

[14] OPANGO EKANGA, « le secteur informel, une approche globale de concept et son poids dans l'économie Zaïroise », notes de conjoncture, *manuel d'analyse économique*, n°22, Avril 1995.

[15] JANET MAC GAFFEY J., *On se débrouille ; réflexion sur la deuxième économie au zaïre*, Ed Karthala, Paris, 1993, p144.

rural d'une part et leur organisation, construction des marchés supplémentaires et bonne gestion entraineraient l'accroissement des recettes du Trésor Public et cela permettrait d'améliorer les conditions d'exploitation des marchands d'autre part

2 MÉTHODOLOGIE DE LA RECHERCHE

La préoccupation managériale de cette recherche est de minimiser l'informel tout en organisant (formalisant) les marchés des rues dans la Ville de Goma en RDC.

L'étude a fait appel à l'aspect descriptif en faisant intervenir certains calculs statistiques. Elle a aussi revêtu la forme d'enquête (les données sont collectées sur un certain nombre de sujets sous forme de guide d'entretien semi-structuré ne permettant de grandes variations au cours du mode de questionnement).

L'étude est a exploité les méthodes mixtes (qualitatives et quantitatives dans la même étude ; et au sein de chaque sous nature, plusieurs techniques et procédures ont été utilisées pour la collecte et la nature des données). Elle est transversale, car elle décrit l'incidence d'un phénomène ou expliquer comment les facteurs sont interalliés dans une organisation à un moment donné ou précis dans le temps.

La Population d'étude est constituée par des marchands au nombre de 5892 œuvrant dans 18 quartiers se retrouvant dans 2 communes de la Ville de Goma.

Le cadre d'échantillonnage fait appel ici aux données des différents bureaux de quartiers de la ville de Goma. Les critères ayant permis de sélectionner les participants à l'étude sont suivants : Etre vendeur dans un des marchés informels de la rue ; Etre majeur ; Jouir de toutes ses facultés ; être disposé à répondre à nos questions.

Suite à la nature exploratoire de l'étude, l'échantillonnage a été de nature non-probabiliste ; et il est fait par quotas proportionnels au nombre d'opérateurs par quartier.

Partant de la technique de quotas, les nombres proportionnels ont été calculés par quartier et ont abouti par sommation à la taille de 365 individus comme illustré dans le tableau suivant :

Tableau 1: Nombre des marchands faisant objet de notre étude

COMMUNES	QUARTIERS	Effectifs estimés des marchands	Quotas proportionnel	Sujets à interroger
GOMA	Les volcans	120	0,020	3
	Mikeno	230	0,039	9
	Mapendo	322	0,055	18
	Katindo	250	0,042	11
	Himbi	202	0,034	7
	Keshero	300	0,051	16
	Lac Vert	315	0,053	17
KARISIMBI	Murara	214	0,036	8
	Kahembe	360	0,061	22
	Majengo	425	0,072	30
	Virunga	358	0,061	22
	MabangaNord	207	0,035	8
	Mabanga Sud	425	0,072	30
	Kasika	390	0,067	26
	Katoyi	512	0,086	45
	Ndosho	614	0,104	54
	Mugunga	403	0,068	28
	Bujovu	245	0,041	11
TOTAL		5892		365

Les données collectées sont des données primaires, issues directement des participants à l'étude. Elles furent essentiellement nominales (réponse sous forme de mots mais que l'on peut coder en chiffres pour permettre de les faire entrer en logiciels de traitement de données) et quelquefois des ratios en forme de chiffres ordinaires.

Les données ont été collectées à travers l'entretien semi-structuré, individu par individu et face à face ; les questions étaient posées par le chercheur lui-même.

Le chercheur a utilisé le questionnaire d'enquête, ayant des colonnes permettant d'enregistrer les réponses. Les questions étaient mixtes : certaines étaient dichotomiques ne permettant qu'un choix entre deux possibilités mais alors chaque choix devait être motivé.

D'autres questions étaient ouvertes pour permettre aux participants de s'exprimer librement et de permettre au chercheur pour poser tant d'autres questions pour obtenir des éclaircissements, saisir des significations et des entendements requis, mais aussi pour mieux recueillir les sentiments des participants.

Le questionnaire d'enquête a été construit autour de 3 thèmes d'étude. Il s'agit : des facteurs explicatifs de l'exercice du commerce dans la rue ; les marchés des rues et l'assainissement du milieu ; les déterminants de l'investissement dans le secteur informel

L'outil d'analyse était conçu de sorte que les données répondent à la technique « ADE-Analyse des Données Exploratoires » : les questions étaient groupées par question et sous-questions selon la signification, puis structurées et commentées dans cette logique.

3 PRÉSENTATION, ANALYSE DES DONNÉES ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DE LA RECHERCHE

3.1 CARACTERISATION GENERALE DES VENDEURS DES MARCHES DES RUES

À ce niveau, il s'agit de dégager les traits caractéristiques des vendeurs dans des marchés informels de rue de la ville de Goma.

Il est donc question de les catégoriser selon le sexe, l'âge, l'Etat civil, le niveau d'études ainsi que l'ancienneté dans la pratique du commerce de la rue.

Les principales caractéristiques de notre échantillon sont consignées dans les tableaux ci-après :

3.1.1 CATÉGORISATION DES MARCHANDS ENQUÊTÉS SELON LE GENRE

Le tableau ci-dessous renferme des précisions sur la répartition des marchands enquêtés selon le sexe.

Tableau 2: Répartition des enquêtés selon le sexe

<i>Genre</i>	<i>Fréquence</i>	<i>Pourcentage</i>
Masculin	146	25
Féminin	219	75
Total	365	100

Source : nos recherches de juin 2014

Il ressort de ce tableau que 75% des vendeurs des marchés informels de la rue sont des femmes alors que les hommes représentent 25%. Nous constatons donc que la plupart des marchés informels de la rue dans la ville de Goma sont fréquentés par les femmes.

3.1.2 DÉTERMINATION DE L'ÂGE DE VENDEURS

Le tableau ci-dessous renferme des précisions sur l'âge moyen de différents vendeurs concernés par l'étude.

Tableau 3: Calcul de la tranche d'âge de vendeurs des marchés de rue

Tranche d'âge	Effectif	Pourcentage
25 – 35	204	55,9
36 – 45	97	26,6
45 – 60	64	17,5
Total	365	100

Source : nos recherches de juin 2014

En parcourant ce tableau, nous constatons que l'âge de vendeurs des marchés de rue dans la ville de Goma est compris entre 25 et 35 ans, soit 55,9%. La majorité des vendeurs sont très jeunes.

3.1.3 CLASSIFICATION SELON L'ÉTAT CIVIL

L'Etat civil des marchands de la rue est diversifié comme on peut le constater en parcourant les informations consignées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 4 : Répartition des enquêtés selon l'Etat civil

Etat civil	Fréquence	Pourcentage
Marié (e)	228	62,5
Célibataire	73	20
Divorcé	18	5
Veuf (ve)	46	12
Total	365	100

Source : nos recherches de juin 2014

Les informations consignées dans ce tableau montrent que 62,5% de vendeurs des marchés de rue disposent d'un statut de marié ; 20% précisent qu'ils sont célibataires ; 5 % soulignent qu'ils sont dans un état de séparation ou de divorce alors que 12,5% sont soit veuf soit veuve.

3.1.4 RÉPARTITION SELON LE NIVEAU D'ÉTUDE

Ci-dessous, le tableau qui soutient des vérifications sur le niveau d'études de vendeurs au sein des marchés informels de la rue dans la Ville de Goma.

Tableau 5 : Classification des enquêtés selon le niveau d'étude

Niveau d'études	Fréquence	Pourcentage
Primaire	55	15
Secondaire et professionnel	173	47,5
Universitaire	137	37,5
Total	365	100

Source : nos recherches de juin 2014

De ce tableau, nous constatons qu'aucun vendeur n'est sans niveau d'études ; 15% de nos enquêtés s'étaient arrêtés aux études primaires ; 47,50% disposent d'un niveau d'études secondaires et 37,50% affirment avoir fréquenté l'enseignement supérieur et universitaire.

D'où, nous remarquons que la plupart des vendeurs dans des marchés informels ont un niveau d'études secondaires, ce qui nous rassure quant à la qualité des réponses qui seront émises.

3.1.5 DÉTERMINATION DE L'ANCIENNETÉ DANS L'EXERCICE DU COMMERCE DE RUE

S'agissant de l'ancienneté dans la pratique du commerce dans les marchés informels de la rue, le tableau ci-dessous nous renseigne à ce sujet.

Tableau 6 : Détermination de l'ancienneté moyenne dans la pratique du commerce de rue

Tranche d'âge	Effectif	Pourcentage
De 1 à 5 ans	211	57,8
De 6 à 10 ans	113	30,9
De 10 à 15 ans	29	8
De 15 ans et plus	12	3,3
Total	365	100

Source : nos recherches de juin 2014

De ce tableau, nous constatons que l'ancienneté dans l'exercice du commerce de rue varie entre 1 et 5 ans, soit 57,8% depuis qu'il exerce le commerce dans des marchés de rue. Ce qui montre que le phénomène des marchés de rue n'est pas nouveau dans la ville de Goma.

Après avoir dégagé le profil des agents économiques qui exercent le commerce de rue, nous pouvons à présent passer en revue les facteurs explicatifs de cette activité commerciale.

3.2 MOBILES À LA BASE DE L'EXERCICE DU COMMERCE DANS DES MARCHÉS DES RUES

Dans cette partie, il est question de ressortir les facteurs ou éléments ou encore « les mobiles » explicatifs de la pratique du commerce dans les marchés informels des rues.

À la question de savoir pourquoi les vendeurs enquêtés préfèrent exercer leurs activités commerciales dans les marchés informels des rues, il a été remarqué les réponses consignées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 7 : Mobiles explicatifs de l'exercice du commerce dans les marchés des rues

Facteurs explicatifs	Fréquence	Pourcentage
Faible niveau du capital	60	16
Activité à petite échelle	32	9
Insuffisance des places au sein des marchés organisés	25	6
Absence des marchés organisés dans les environs	50	14
Proximité avec la clientèle	110	30
Echapper au paiement d'impôts et taxes	65	19
Eviter certaines charges d'exploitation	23	6
Total	365	100

Source : nos recherches de juin 2014

En lisant les données de ce tableau, nous constatons que 30% de vendeurs enquêtés préfèrent l'exercice du commerce dans des marchés informels de la rue suite à la proximité avec la clientèle ; 19% pour échapper au paiement d'impôts, taxes et autres droits dus à l'Etat ; 16% précisent que c'est à cause du faible niveau du capital ou moyens financiers investis dans l'activité ; 14% à cause de l'absence des marchés organisés et structurés dans les environs ; 9% parce que l'activité exercée est à petite échelle (moins importante en termes d'activités à mener) ; 6% soulignent que c'est à cause de l'insuffisance des places dans des marchés organisés et 6% pour éviter certaines charges d'exploitation (comme la location de l'étalage, le dépôt, les différentes taxes,...) dans le cas où le commerce serait exercé dans un marché formel.

De ce qui précède, nous constatons que la proximité avec la clientèle et le faible niveau du capital expliquent à grande partie la pratique du commerce dans des marchés informels de la rue dans la ville de Goma.

En effet, la plupart de ces vendeurs estiment qu'ils ont des faibles moyens financiers pour œuvrer dans des marchés organisés mais aussi ils pensent qu'il faut se rapprocher de la clientèle pour l'épargner à parcourir des longues distances.

À propos des avantages que procure l'exercice du commerce dans les marchés informels de la rue, les vendeurs enquêtés, nous ont précisé les éléments repris dans le tableau ci-après :

Tableau 8 : Avis des vendeurs sur les avantages relatifs à la pratique du commerce dans des marchés des rues

Avantages liés au commerce de rue	Fréquence	Pourcentage
Rotation rapide des marchandises	114	31
Permanence de la clientèle	72	20
Bénéfice élevé suite à moins des charges d'exploitation	37	10
Proximité avec les fournisseurs et les clients	48	13
Evasion fiscale	70	19
Bas prix par rapport à celui des marchés organisés	24	7
Total	365	100

Source : nos recherches de juin 2014

De la lecture de ce tableau, nous réalisons que 31% des vendeurs concernés par l'étude pensent que la vente dans des marchés informels facilite la rotation ou l'écoulement rapide des marchandises ; 20% la permanence de la clientèle ; 19% estiment que ces genres des marchés facilitent l'évasion fiscale ; 13% la proximité avec les fournisseurs et les clients ; 10% soutiennent que le bénéfice est élevé car il y a moins des charges d'exploitation et 7% le prix pratiqué est bas par rapport à celui des marchés organisés.

Dans l'ensemble, les marchés informels de la rue présentent les avantages ci-dessous selon les vendeurs enquêtés : l'écoulement rapide des marchandises, la proximité avec la clientèle et l'évasion fiscale.

S'agissant des inconvénients que présentent les marchés informels de la rue, les vendeurs enquêtés ont indiqué ce qui suit :

Tableau 9 : Avis des vendeurs enquêtés sur les inconvénients des marchés informels de la rue

Inconvénients des marchés informels	Fréquence	Pourcentage
Forte concurrence	47	13
Discrimination par le prix, le marché n'étant pas structuré	81	22
Possibilité d'accidents suite à la proximité avec la route	68	19
Précarité des conditions hygiéniques des marchandises	47	13
Manque d'installations adéquates (étalage et dépôts)	122	33
Total	365	100

Source : nos recherches de juin 2014

Ce tableau montre que 33% de l'effectif enquêté estiment que le manque d'installations adéquates constitue le principal inconvénient des marchés informels de la rue ; 22% précisent que c'est la discrimination par le prix car le marché n'étant pas structuré ; 19% la possibilité d'accidents suite à la proximité avec la route ; 13% la forte concurrence et 13% la précarité des conditions hygiéniques des marchandises à écouler.

Au regard de ce qui précède, le manque d'installations adéquates, la discrimination par les prix et la possibilité d'accidents suite à la proximité avec la route constituent les principaux inconvénients des marchés informels des rues.

Concernant les difficultés rencontrées dans la pratique du commerce de rue par les vendeurs enquêtés, dont les résultats repris dans le tableau suivant :

Tableau 10 : Avis des vendeurs sur les difficultés rencontrées dans l'exercice du commerce des rues

Difficultés rencontrées	Fréquence	Pourcentage
Tracasseries policières et administratives	165	45
Vol	91	25
Détérioration des marchandises	42	12
Absence des dépôts et étalages	20	5
Accidents à répétition car à proximité des trottoirs	47	13
Total	365	100

Source : nos recherches de juin 2014

Il ressort de ce tableau que 45% précisent que les tracasseries policières constituent la principale difficulté rencontrée dans la vente aux marchés informels de la rue ; 25% pensent que c'est le vol des marchandises ou de fonds car ces endroits ne sont pas sécurisés ; 12% estiment que c'est la détérioration de la qualité des marchandises ; 13% les accidents à répétition car à proximité des trottoirs et 5% l'absence des dépôts et étalages pour les marchandises.

En somme, nous constatons que les tracasseries policières et le vol constituent les principales difficultés rencontrées par les vendeurs des marchés informels de la rue.

Après avoir analysé les facteurs explicatifs de la pratique du commerce de la rue, nous pouvons voir les implications de ces marchés informels de la rue sur l'environnement du milieu dans lequel ils sont implantés.

3.3 MARCHÉS DES RUES ET EXTERNALITÉS

3.3.1 ASPECT ENVIRONNEMENTAL

L'objectif à ce niveau est de ressortir l'impact des marchés informels des rues sur l'environnement ou du milieu dans lequel ils sont implantés. Autrement dit, il est question d'évaluer l'externalité (effet faste et néfaste) de ces marchés sur l'environnement.

3.3.1.1 SITES OÙ SONT ENTREPOSÉS DES DÉCHETS DU MARCHÉ DE RUE

Le tableau ci-dessous fournit des renseignements sur les endroits où sont généralement jetés les déchets dans les marchés informels de la rue.

Tableau 11 : Sites où sont généralement jetés les déchets dans les marchés informels de la rue

Endroits	Fréquence	Pourcentage
Dans la nature en désordre	192	52,5
Dans les rigoles	115	31,5
Sur la voie publique	58	16
Dans une poubelle individuelle	0	0,00
Dans un dépotoir public	0	0,00
Total	365	100

Source : nos recherches de juin 2014

Ce tableau n°11 indique que 52,5% des enquêtés affirment que les déchets sont jetés dans la nature en désordre, 31,5% dans les rigoles ; 16% sur la voie publique et aucun d'eux dans des poubelles individuelles et publiques car elles n'existent pas.

3.3.1.2 QUANTITÉ MOYENNE DE DÉCHETS ENTREPOSÉS PAR LES VENDEURS

En rapport avec cette préoccupation les personnes interrogées ont répondu de la manière ci-après :

Tableau 12 : Quantité moyenne de déchets jetés par semaine et par vendeur en des endroits inappropriés

Quantité	Fréquence	Pourcentage
Moins de 5 kilogrammes	45	45
Entre 5 et 10 kilogrammes	137	37,5
Entre 10 et 15 kilogrammes	46	12,5
Plus de 15 kilogrammes	18	5
Total	365	100

Source : nos recherches de juin 2014

Les données de ce tableau montrent que 45,00% des enquêtés ont affirmé que la quantité moyenne des déchets jetés par semaine et par vendeur en des endroits inappropriés est moins de 5Kgs ;37,50% d'enquêtés entre 5 et 10Kgs ;12,50% d'enquêtés entre 10 et 15Kg et 5% plus de 15Kgs.

3.3.1.3 CATÉGORIES DE DÉCHETS ENTREPOSÉS

Le tableau 13 fournit des renseignements à ce sujet.

Tableau 13 : Les différentes catégories des déchets jetés en des endroits inappropriés dans les marchés informels

Type des déchets	Fréquence	Pourcentage
Sachets	82	22
Cartons	14	4
Plastic	46	13
Ordures ménagères	182	50
Métaux	14	4
Les eaux usées	27	7
Total	365	100

Source : nos recherches de juin 2014

Les données consignées dans ce tableau reflètent que 50% des enquêtés entreposent des ordures ménagères à des endroits non appropriés ; 22% des sachets ; 13% des déchets plastiques ; 7% des eaux usées après nettoyage des poissons, viandes et autres ; 4% des cartons et 4% des métaux.

3.3.1.4 EXISTENCE DES SERVICES PUBLICS D'ÉVACUATION ET TRAITEMENT DES DÉCHETS

Pour cette préoccupation, les réponses des enquêtés sont répertoriées dans le tableau suivant :

Tableau 14 : Services publics et/ou privés actifs dans le domaine d'évacuation et traitement des déchets dans les marchés informels de la rue

Services d'évacuation et traitement des déchets	Effectif	Pourcentage
Aucun service ne s'occupe	200	55
Le service d'hygiène et assainissement mairie de Goma	28	8
ONGD locales (des différents quartiers)	91	25
ONG RACID	46	12
Total	365	100

Source : nos recherches de juin 2014.

Au vu des données de ce tableau, nous constatons que 55% de l'effectif enquêté soutiennent qu'il n'existe pas au sein des marchés informels de la rue un service qui s'occupe de l'évacuation et du traitement des déchets ; 25% précisent que certaines ONGD locales s'occupent de l'évacuation des déchets ; 12% soulignent que c'est l'ONG RACID qui s'en charge et 8% disent que c'est le service d'hygiène et assainissement de la mairie de Goma.

À ce qui concerne la régularité de ces services dans l'évacuation des déchets, les personnes interrogées ont répondu comme suit :

Tableau 15 : Avis des enquêtés sur la régularité des services d'évacuation et traitement des déchets

Réponses	Fréquence	Pourcentage
Oui	110	30,00
Non	255	70,00
Total	365	100

Source : nos recherches de juin 2014

Au vu de ce tableau, 70,00% des enquêtés ont affirmé que les services d'évacuation et traitement des déchets sont irréguliers tandis que 30,00% seulement qui ont reconnu que ces services agissent régulièrement.

À la question de savoir si les usagers des marchés informels participent à l'évacuation des déchets, nous sommes parvenus aux résultats suivants :

Tableau 16 : Avis des enquêtés sur la participation des usagers à l'évacuation des déchets

Avis	Fréquence	Pourcentage
Oui	137	37,50
Non	228	62,50
Total	365	100

Source : nos recherches de juin 2014

En lisant les informations de ce tableau, nous réalisons que 62,50% des vendeurs enquêtés affirment qu'ils ne participent pas à l'évacuation des déchets alors que 37,50% soutiennent qu'ils participent activement. Nous pouvons conclure que les usagers des marchés informels de la rue ne s'impliquent pas dans l'assainissement de leur environnement.

3.3.1.5 APPRÉCIATION DE L'ENVIRONNEMENT DES MARCHÉS INFORMELS

Le tableau n°19 en est plus explicite en présentant les réponses des enquêtés à la question de savoir la manière dont ils apprécient l'environnement dans lequel ils exercent leurs activités commerciales.

Tableau 17 : Appréciation de l'environnement des marchés informels par les enquêtés

Appréciation	Fréquence	Pourcentage
Environnement salubre	115	31,5
Environnement insalubre	185	50,0
Environnement très insalubre	67	18,5
Total	365	100

Source : nos recherches de juin 2014

En parcourant ce tableau, nous remarquons que 50% de l'effectif enquêté soutiennent que l'environnement dans lequel ils exercent leurs activités commerciales est insalubre ; 31,5% estiment qu'il est salubre tandis que 18,5% pensent qu'il est très insalubre.

3.3.1.6 CONSÉQUENCES DE L'INSALUBRITÉ PUBLIQUE DANS LES MARCHÉS INFORMELS

Elles sont multiples comme on peut le constater en parcourant ce tableau.

Tableau 18 : Avis des enquêtés sur les conséquences néfastes de l'insalubrité publique dans les marchés informels

Conséquences de l'insalubrité publique	Fréquence	Pourcentage
Pollution des eaux	24	6,5
Pollution du milieu (de l'air)	137	37,5
Bouchage des rues et voies de canalisation existantes	22	6
Recrudescence des épidémies et maladies des mains sales	182	50
Total	365	100

Source : nos recherches de juin 2014

Ce tableau indique que 50% des enquêtés ont affirmé que la recrudescence des épidémies et maladies des mains sales est la plus grande conséquence néfaste de l'insalubrité publique dans les marchés informels; 37,50% précisent que c'est la pollution du milieu (mauvaise aération, bourdonnement des insectes, mauvaise odeur,...) ; 6,5% la pollution des eaux ; 6% ont affirmé que le bouchage des rues et voies de canalisation existantes.

3.3.1.7 PISTES DES SOLUTIONS ENVISAGÉES POUR AMÉLIORER L'ENVIRONNEMENT DES MARCHÉS INFORMELS DES RUES

Pour rendre salubre les marchés informels de la rue, les vendeurs enquêtés ont proposé les pistes de solution repris dans le tableau suivant :

Tableau 19 : Avis des enquêtés sur les pistes des solutions envisagées pour assainir l'environnement des marchés informels de la rue.

Solutions envisagées	Fréquence	Pourcentage
- Sensibiliser les usagers des marchés informels sur l'assainissement du milieu	100	27
- Construire ou aménager les poubelles publiques	119	33
- Rendre disponible les bennes et brouettes pour l'évacuation des déchets	44	12
- Valoriser les déchets qui peuvent l'être	36	10
- Sanctionner les personnes qui entreposent les déchets sur la voie publique	18	5
- Accroître le nombre des services qui s'occupent de l'assainissement du milieu.	48	13
Total	365	100

Source : nos recherches de juin 2014

Ce tableau montre que 27% pensent qu'il faut sensibiliser les usagers des marchés informels de la rue sur l'assainissement du milieu ; 33% construire les poubelles publiques ; 12% rendre disponible les bennes et brouettes pour l'évacuation des déchets ; 10% la valorisation des déchets ; 5% sanctionner les personnes qui entreposent les déchets sur la voie publique ; 13% accroître le nombre des services qui s'occupent de l'assainissement du milieu.

Après avoir analysé l'aspect relatif à l'externalité des marchés informels de la rue, passons en revue les facteurs explicatifs de l'investissement dans le secteur informel.

3.3.2 EXTERNALITÉS D'INVESTISSEMENT

La préoccupation à ce niveau est de passer en revue les facteurs explicatifs de l'investissement dans le secteur informel et plus particulièrement dans le commerce de la rue.

3.3.2.1 FACTEURS À LA BASE DE L'INVESTISSEMENT DANS L'INFORMEL

Plusieurs facteurs sont à la base de l'investissement dans le secteur informel comme cela est repris dans le tableau ci-dessous :

Tableau 20 : Facteurs à la base de l'entrepreneuriat dans l'informel

Facteurs explicatifs	Fréquence	Pourcentage
Rareté d'emploi dans le secteur formel	100	27
Chômage caché dans l'attente d'un emploi plus rémunérateur	50	14
Incapacité de l'État à créer l'emploi	50	14
Faible niveau d'études pour exercer un emploi dans le formel	25	7
Assurer la survie du ménage	125	34
Préparer l'avenir	15	4
Total	365	100

Source : nos recherches de juin 2014

De la lecture de ce tableau, nous constatons que 34% des vendeurs au sein des marchés informels de la rue sont motivés par le souci d'assurer la survie de leurs ménages respectifs ; 27% ont investis dans ce domaine d'activité suite à la rareté d'emploi dans le secteur formel ; 7% à cause du faible niveau d'études pour exercer un emploi dans le formel ; 14% suite à l'incapacité de l'Etat à créer l'emploi ; 14 % précisent qu'ils sont en chômage caché dans l'attente d'un emploi plus rémunérateur et 4% estiment que c'est pour réparer leur avenir à partir de cette activité.

De ce qui précède, nous constatons que la survie des ménages et la rareté d'emploi justifie pour une grande part l'investissement dans le commerce informel de la rue dans la ville de Goma.

3.3.2.2 TYPES D'ACTIVITÉS D'INVESTISSEMENT AU NIVEAU DES MARCHÉS DES RUES

Les agents économiques concernés par l'étude se livrent à plusieurs formes d'activités comme nous renseigne le tableau ci-dessous.

Tableau 21 : Types d'activités exercées au niveau des marchés des rues de la ville de Goma

Activités exercées au sein des marchés de la rue	Fréquence	Pourcentage
Vente de divers produits	58	16
Commerce des produits alimentaires	135	37
Vente des produits pétroliers	36	10
Distribution des matériels de la quincaillerie	75	21
Vente des aliments cuits (Restaurants)	31	8
Vente des téléphones et accessoires, cartes prépayées	30	8
Total	365	100

Source : nos recherches de juin 2014.

De ce tableau, nous constatons que 37% de l'effectif enquêté se livrent au commerce des produits alimentaires ; 21% la distribution des matériels de la quincaillerie ; 8% l'activité des restaurants, mieux la vente des mets ou aliments cuits ; 16% la vente des produits divers ; 10% distribuent les produits pétroliers et 8 % le commerce des téléphones et accessoires mais aussi des cartes prépayées.

Dans l'ensemble, le commerce des produits alimentaires constitue la principale activité des marchés informels de la ville de Goma.

Ainsi, à la question de savoir si les vendeurs étaient prêts à abandonner les marchés informels de la rue, nous sommes parvenus aux résultats ci-après :

Tableau 22 : Avis des vendeurs sur la possibilité d'abandonner les marchés informels de la rue

Avis	Fréquence	Pourcentage
Oui	91	25
Non	274	75
Total	365	100

Source : nos recherches de juin 2014

En parcourant les données de ce tableau, nous constatons que 75% des vendeurs enquêtés précisent qu'ils ne peuvent pas abandonner les marchés informels de la rue car l'activité menée dans ces endroits renferme une rentabilité élevée.

Par contre, 25% sont prêts à abandonner ces endroits car selon eux, ils sont risqués en termes d'accidents, des tracasseries policières et de vol.

Après avoir passé en revue les facteurs explicatifs de l'investissement dans le secteur informel et plus précisément dans le commerce de la rue, il y a également lieu de s'interroger sur l'apport de ces activités à la survie des ménages des entrepreneurs.

3.3.3 COROLLAIRE SUR LES EXTERNALITÉS

Les externalités d'investissement mettent en cause le commerce des rues du moment que celles d'investissement plaident pour lui en quelque sorte.

4 CONCLUSION

La ville de Goma connaît une situation économique difficile du fait du cumul des différents événements qui ont secoué cette région depuis plusieurs années. Toute cette insécurité a poussé les populations à fuir les campagnes vers la ville.

En général, la population de la ville de Goma vit du commerce et l'industrie, elle est une ville commerciale.

Elle se traduit par le fonctionnement de grands magasins et dépôts, des boutiques et quelques marchés publics dont le plus grand est celui de Virunga dans le Quartier Murara. Les activités économiques de la ville restent concentrées le long des artères principales séparant les deux Communes et qui conduit vers la cité de Sake. Le champ d'application du secteur informel est trop élargi dans la ville de Goma. Son application existe dans tous les domaines susceptibles d'être organisés formellement, à savoir la santé, l'éducation, le commerce, etc.

D'après les enquêtes menées par la Division de l'économie, le petit commerce informel représente une part importante dans l'économie par rapport aux autres activités du secteur susdit. Il est suivi de l'artisanat informel et le salarial non structuré.

Le petit commerce de détail fixe, à vue ; ambulant ou flottant gagnent le plein air, le long des axes routiers, aux carrefours et dans divers endroits de la ville de Goma. Ce genre de commerce tend à récupérer toute la jeunesse non scolarisée et célibataire.

Nos investigations montrent que les mobiles poussant les marchands d'œuvrer dans les marchés des rues s'expliquent par la proximité avec la clientèle (30%), échapper au paiement d'impôts et taxes (19%), le faible niveau du capital (16%) et l'absence des marchés organisés dans les environs (14%) . Les opérateurs commerciaux dans les rues pensent que les avantages qu'ils y trouvent sont : la rotation rapide des marchandises (31%), la permanence de la clientèle (20%), l'évasion fiscale (19%), et enfin la proximité avec les fournisseurs et les clients (13%)

Pour l'investissement dans ce genre de commerce, les opérateurs commerciaux trouvent que les activités économiques de la rue sont très bénéfiques, car elles contribuent à créer l'emploi, à réduire le chômage, à assurer la survie de leur ménages, et même à absorber les gens incapables de travailler dans le formel. Toutefois, en ce qui concerne les conséquences sur l'environnement, 84% des déchets sont déposés dans des désordres des milieux utiles et rigoles et en quantités suffisantes. Ceci contribue à polluer l'environnement. Telles sont les externalités du commerce des rues contribuant et justifiant ce commerce.

Les solutions aux diverses causes qui occasionnent et pérennisent le fonctionnement de ce types des marchés dans plusieurs villes de la RDC sont : l'amélioration des conditions socioéconomiques de la population congolaise, la sensibilisation des usagers des marchés informels à l'intégration des marchés formels et à l'assainissement du milieu en construisant et/ou aménager les poubelles publiques.

REFERENCES

- [1] BUABUA WA KAYEMBE, la fiscalisation de l'économie informelle au zaïre, P.U.Z, Kinshasa.1995.
- [2] BARTELEMY, Artisan et développement, éd. collection des ateliers de développement n°8, Paris, 2012.
- [3] FERDINAND Vincent : finance autrement les associations et ONG de développement du tiers monde, IRED, Paris, 2009.
- [4] DIJK, Le secteur informel d'OUAGADOUGOU, éd. Harmattan, Tome II, Paris, 1986,
- [5] JANET MAC GAFFEY J., On se débrouille ; réflexion sur la deuxième économie au zaïre, Ed Karthala, Paris, 1993.
- [6] KALONJINTALAJA, « l'économie informelle dans le tiers monde à l'échelle planétaire, les deux faces de Janus », in notes de conjonctures, manuel d'analyse économique, Avril-Mai, 1995 p.15.
- [7] MBAYA MUDIMBA et FRIEDHELM STREIFFELER, Secteur informel au Congo Kinshasa ; Stratégies pour un développement endogène, EUA, Kinshasa, 1999,
- [8] MULUMA MUMANGA, « le secteur informel et l'économie sociale de marché, cas de la ville de Kisangani », in économie sociale de marché 1992.
- [9] OPANGO EKANGA, « le secteur informel, une approche globale de concept et son poids dans l'économie Zaïroise », notes de conjoncture, manuel d'analyse économique, n°22, Avril 1995.
- [10] ROUSSEAU.J.J. Du contrat social, éd, Larousse, Paris, 1973.
- [11] VERHAEGEN (G), « rôle du secteur dans le développement économique du zaïre », in revue CADICEC-INFO, n°44,4^{ème} trimestre, 1985.
- [12] WEBER L, l'Etat, acteur économique, 2^e éd, económico, Paris, 1991.

La marginalisation de la Tshopo au sein des gouvernements de la 1^{ère} et 2^{ème} législatures pendant la troisième République au Congo-Kinshasa: Causes et thérapies

[The marginalization of Tshopo within the governments of the first and second legislatures during the third Republic in Congo-Kinshasa: Causes and therapies]

Bongeli Yeikelo Ya'ato Aimé¹, Lingule Kayomba Jimmy², and Lombeya Boinda King³

¹Politologue, Chef de Travaux, Doctorant à l'Université de Kisangani, RD Congo

²Sociologue, Assistant, Doctorant à l'Université de Kisangani, RD Congo

³Sociologue, Assistant, Chercheur à l'Université de Kisangani, RD Congo

Copyright © 2018 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: With a view to guaranteeing equitable development among the various provinces in Congo-Kinshasa, the composition of the central Government must take into account the representativeness of all the provinces. Since the beginning of the Third Republic in 2006, nine Governments have succeeded each other. Through the analysis of their compositions, the present study identifies the causes of the insufficient representativeness of the Province of Tshopo and proposes some therapies likely to improve the political weight of this strategic province.

KEYWORDS: Democratic Republic of Congo, Kisangani, Government composition, Strategic interest, Representativeness.

RÉSUMÉ: En vue de garantir un développement équitable entre les différentes provinces au Congo-Kinshasa, la composition du Gouvernement central doit tenir compte de la représentativité de toutes les provinces. Depuis le début de la Troisième République en 2006, neuf Gouvernements se sont succédé. A travers l'analyse de leurs compositions, la présente étude identifie les causes de la représentativité insuffisante de la Province de la Tshopo et propose quelques thérapies susceptibles d'améliorer le poids politique de cette province stratégique.

MOTS-CLEFS: République Démocratique du Congo, Kisangani, Composition du gouvernement, Intérêt stratégique, Représentativité.

1 INTRODUCTION

La structure administrative de la République Démocratique du Congo est composée au terme de l'article 2 de la ville de Kinshasa et de 25 provinces dotées de la personnalité juridique. Ces provinces sont : Bas-Uele, Equateur, Haut-Lomami, Haut-Katanga, Haut-Uele, Ituri, Kasai, Kasai Oriental, Kongo central, Kwango, Kwilu, Lomami, Lualaba, Kasai Central, Mai-Ndombe, Maniema, Mongala, Nord-Kivu, Nord-Ubangi, Sankuru, Sud-Kivu, Sud-Ubangi, Tanganyika, Tshopo, Tshuapa¹.

¹ Journal officiel de la République Démocratique du Congo, Constitution de la République Démocratique du Congo, 47^{ème} année, Kinshasa - 18 février 2006, numéro spécial, article 2, p10

Cette disposition constitutionnelle a pris plusieurs années avant d'entrer en vigueur. C'est à la faveur de la révision constitutionnelle sanctionnée par la Loi n°11/002 du 20 janvier 2011, l'article 226 de la Constitution a été modifié dans le sens de la suppression du délai constitutionnel initial, laissant au législateur le soin d'adopter une Loi de programmation déterminant les modalités d'installation de ces nouvelles provinces².

C'est effectivement à partir de mars 2015, que la Tshopo existe en tant que province, après avoir été pendant longtemps, l'un des quatre districts de l'ancienne Province Orientale.

A travers la composition des différents gouvernements en République Démocratique du Congo, la présente étude analyse la représentativité de la Tshopo, initialement district pendant la 1^{ère} législature de la 3^{ème} République, puis érigée en province au cours de la 2^{ème} législature.

L'importance stratégique de la Tshopo n'a que très rarement été traduite à un poids politique réel, manifeste et mesurable dans l'attribution des portefeuilles ministériels en République Démocratique du Congo.

Depuis les élections législatives et présidentielles organisées en 2006, plusieurs gouvernements se sont succédé, sans que la Tshopo ne soit représentée proportionnellement à la position stratégique qui est sienne. C'est à peine dans certains gouvernements qu'on attribue de temps en temps quelques portefeuilles ministériels à la Tshopo.

L'observation du régime politique de la R.D.Congo laisse entrevoir un système politico économique fermé, hermétique au doute et à l'évolution, seulement capable de reproduire, avec d'infimes variations, les mêmes modes de fonctionnement, de représentation, d'instances de décision. Un monde politique, un monde d'«idées», complètement borné par des certitudes. Devant nous affirme Mignard³ il n'y aurait que la continuité, autrement dit, le désert.

Cette représentativité marginale de la Tshopo dans les différents gouvernements de la Troisième République constitue un véritable conditionnement politique, qui fait intégrer à la Tshopo, comme naturel et logique, le fait de ne pas être représentée dans l'une des plus importantes institutions de la R.D.Congo.

L'objectif de cette étude est d'identifier les causes qui ont favorisés une représentativité marginale de la Tshopo pendant la période sous examen afin d'en proposer quelques thérapies. De ce point de vue, nous nous sommes posé les questions de savoir quelles sont les causes de la représentativité marginale de la Tshopo dans les différents gouvernements de la 1^{ère} et 2^{ème} législature de la 3^{ème} République? Quelles thérapies appliquées afin de convertir l'intérêt stratégique de la Tshopo à un poids politique réel?

A ces questions, nous avons émis les hypothèses selon lesquelles les causes de la représentativité marginale de la Tshopo seraient les facteurs culturels, les facteurs historiques, le mythe du leader providentiel, l'engagement politique périphérique, l'absence d'un contrat politique avec les gouvernants. La promotion d'un leadership multidimensionnel et participatif, la création des partis politiques à caractère national avec un leadership provenant de la Tshopo, l'engagement politique claire et militantisme actif, le Soutien politique des gouvernants avec contrepartie et la migration d'une représentativité tribale vers la recherche de l'intérêt de la Tshopo constitueraient des pistes de solutions pouvant permettre à la Tshopo de peser sur l'échiquier national.

1.1 DE LA REPRÉSENTATIVITÉ

Au sens large du terme tout système de gouvernement est représentatif hormis, peut-être, dans le cas des sociétés de dimension extrêmement réduite. En effet, l'impossibilité technique que tous parlent et agissent au nom de tous implique nécessairement des processus de délégation-ou d'appropriation-du pouvoir de décision collective. Le phénomène de représentation permet la constitution des vastes ensembles démographiques, économiques et culturels viables. Les gouvernants doivent constamment démontrer leur représentativité conformément aux critères de la démocratie⁴.

La plupart des États modernes fonctionnent selon le principe du gouvernement représentatif. La fonction première de l'élection est ainsi de permettre aux citoyens de choisir leurs gouvernants et leurs représentants, qui dirigeront et voteront la loi en leur nom au Parlement. Aussi, l'élection se présente-t-elle comme une délégation de Souveraineté. De ce fait, elle

² Loi de programmation n° 15/004 du 28 février 2015 déterminant les modalités d'installation de nouvelles provinces, Exposé des motifs.

³ Mignard.P, L'illusion démocratique. Essai sur la politique à l'intention de celles et ceux qui doutent, Toulouse, Imprimerie 34, 2003, p 15, disponible sur <https://inventin.lautre.net/livres/Mignard-L-illusion-democratique.pdf>, consulté le 07/07/2017.

⁴ Braud.Ph, Sociologie Politique, 8^{ème} édition, L.G.D.J, Paris, 2006, p.505

constitue au sein d'une société organisée, une « soupape de sécurité ». En effet, la possibilité pour les citoyens de pouvoir régulièrement exprimer leur mécontentement ou, au contraire, de donner un nouveau mandat au pouvoir sortant, évite que les désaccords politiques majeurs ne trouvent un autre terrain d'expression (la rue) et d'autres modalités (la violence)⁵.

Les représentants parlent et agissent au nom d'autres individus enfermés dès lors dans un statut beaucoup plus passif. Représenter, c'est donc, au sens le plus extensif du terme, tenir lieu de... être là à la place de... C'est aussi exercer, au nom d'autrui, une fonction de clarification de ses intérêts et aspirations, voire de direction d'un groupe. Ce qui soulève la question du mode de leadership.⁶ Le représentant incarne parfois une personne morale : la commune, la région, l'Etat. C'est parce que le représentant existe, parce qu'il représente (action symbolique) que le groupe représenté symbolisé existe, et qu'il fait exister en retour son représentant comme représentant d'un groupe⁷.

Depuis le début de la Troisième République en 2006, deux élections législatives et présidentielles se sont déjà déroulées.

La légitimité démocratique est celle qui est fondée sur le peuple, autrement dit la légitimité du pouvoir populaire, postule que ce pouvoir est l'émanation et l'expression du peuple. Le peuple s'exprime, élit des représentants(es) qui possèdent, dès lors, un droit de représentation⁸.

Malgré une nette prise de conscience du caractère manipulateur et accessoire de l'élection, la démocratie marchande peut encore compter sur le mythe de l'élection. Le citoyen, dans sa grande frustration politique, a encore besoin de cette prothèse qu'est l'élection, de cette « conquête », pour se donner encore l'impression de jouer un rôle dans les décisions qui se prennent et qui le concernent... pour avoir l'impression d'exister en tant que citoyen⁹.

C'est dans cet ordre d'idées que l'article 90 de la constitution du 18 février 2006 fixe la composition du gouvernement et précise également que « la composition du Gouvernement tient compte de la représentativité nationale ». En d'autres termes, chaque province de la République devrait avoir ses représentants dans le Gouvernement de la République, à l'instar de la Province de la Tshopo.

1.2 DE L'INTÉRÊT STRATÉGIQUE DE LA TSHOPO

L'intérêt stratégique de la Tshopo sur la scène politique en RDC est plus que manifeste si nous interrogeons l'histoire. Plusieurs personnalités et formations politiques ont obtenu leur ascension à la Tshopo.

Le parti de Lumumba avait gagné à Stanleyville les élections municipales de décembre 1959, il en était (en partie) de même pour les élections législatives de mai 1960. Son prestige grandissant à Stanleyville a fortement contribué à la détérioration de l'autorité coloniale¹⁰. Lumumba est devenu le tout premier 1^{er} ministre du Congo indépendant.

Antoine Gizenga, vice-premier ministre de Lumumba, rejoint Stanleyville (actuelle Kisangani) le 13 novembre 1960 pour former son propre gouvernement. Le 12 décembre 1960, Gizenga déclare que son nouveau gouvernement, celui de la « République libre du Congo »⁶, basé dans la province orientale, est l'autorité légitime du Congo. La République libre du Congo est reconnue par l'Union soviétique, la République populaire de Chine, la Yougoslavie, l'Allemagne de l'Est, la Tchécoslovaquie, la République arabe unie, le Ghana, la Guinée, le Mali et le Maroc. En août 1961, les négociations entre les deux gouvernements mènent Gizenga à accepter de démissionner et à retrouver son poste dans le gouvernement du nouveau Premier ministre, Cyrille Adoula¹¹. Après une longue période d'exil pendant la 2^{ème} République, Gizenga est revenu au pays pendant la période de transition qui avait suivi la libéralisation politique des années 90. Il est le tout premier 1^{er} ministre de la 3^{ème} République en RDC.

⁵ Découverte des institutions et de la vie publique, Qu'est qu'une élection ? disponible sur www.vie-publique.fr/decouverte-institutions, consulté le 12/08/2017.

⁶ Braud.Ph, op cit, p 507.

⁷ Ibidem, p 508

⁸ Mignard.P, op cit, p 17

⁹ Ibidem, p 53,

¹⁰ Omasombo Tshonda, Lumumba, drame sans fin et deuil inachevé de la colonisation, in Cahier d'études africaines, disponible sur <https://etudesaficaines.revues.org>, consulté le 17/10/2017.

¹¹ James. A., Britain and the Congo Crisis, 1960–63, Springer, 1996, p.19

Le 15 mars 1997, la rébellion de l'Alliance des forces démocratiques pour la libération du Congo-Zaïre menée par Laurent Désiré KABILA contrôle la ville de Kisangani¹². Ce dernier a été accueilli massivement par la population qui scandait dans un meeting organisé au stade Lumumba « avancez, avancez, avancez », devant le Représentant spécial du Secrétaire Général de l'O.N.U Mohamed Sahnoun. Ce soutien populaire à Kisangani a énormément légitimé la rébellion de l'AFDL sur le plan international. Le 17 mai 1997, Mobutu est renversé et Laurent Désiré KABILA, alors porte-parole de l'AFDL s'autoproclame Président de la République Démocratique du Congo.

Le 02 août 1998, le RCD (Rassemblement Congolais pour la Démocratie) est créé à Goma par les anciens alliés de Laurent-Désiré KABILA et puis s'installe à Kisangani. Cette date marque le début de la deuxième guerre du Congo. Monsieur Azarias RUBARWA, Président de ce mouvement rebelle, avait été désigné Vice-président de la République chargé de la Défense et Sécurité pendant la transition 1+4.

En Septembre 1998, le Mouvement de libération du Congo (MLC) est créé à Kisangani, avec le soutien principalement de l'Ouganda, son leader Jean Pierre BEMBA GOMBO a été très actif dans la lutte contre le Gouvernement de Laurent Désiré KABILA. Il avait été désigné Vice-président de la République chargé des finances lors de la transition 1+4.

Le Rassemblement Congolais pour la Démocratie / Kisangani - mouvement de libération est né en décembre 1999 d'une scission avec le RCD/Goma à la suite d'un conflit de leadership entre les fondateurs et cofondateurs de ce dernier mouvement. Dès sa création, ce mouvement s'est implanté à Kisangani comme siège. D'où l'appellation RCD/K-ML. Ce mouvement qui était soutenu militairement par l'Ouganda va déplacer son siège à Bunia puis à Béni suite aux affrontements entre militaires ougandais et rwandais dans la Ville de Kisangani, et ceux de l'Ituri entre groupes ethniques (Hema et Lendu principalement)¹³. Son leader Mbusa Nyamuisi a occupé plusieurs portefeuilles ministériels pendant la transition 1+4 ainsi que pendant la 1^{ère} législature de la 3^{ème} République.

Le RDC/N est né de la dissidence du RCD/K-ML et dirigé par Roger LUMBALA. Il fut soutenu militairement par l'Ouganda et le mouvement de libération du Congo ; il administrait, en principe les Districts de l'Ituri, du Haut - Uélé et une partie de la Tshopo, précisément le territoire de Bafwasende¹⁴. Roger LUMBALA avait été promu ministre pendant la transition 1+4 et son parti a proposé plusieurs animateurs dans beaucoup d'institutions.

1.3 DE LA TRANSITION 1+4 À LA 3^{ÈME} RÉPUBLIQUE

Après le décès de Laurent Désiré KABILA le 17 janvier 2001 et l'accession de Joseph KABILA à la magistrature suprême, l'Accord global et Inclusif est signé par les délégués au dialogue intercongolais, le 02 avril 2003. A Pretoria, l'accord institue Joseph KABILA comme Président de la République. Il est assisté par quatre Vice-présidents issus du PPRD, du RCD, du MLC ainsi que de l'opposition démocratique.

Le gouvernement de transition avait trois missions principales à savoir la pacification du pays, l'unification de l'armée nationale et l'organisation des élections devant conduire le pays à la 3^{ème} République.

Une nouvelle Constitution a été voté par référendum les 18 et 19 décembre 2005. Prévu initialement au 30 juin 2006, les élections se sont tenues le 30 juillet 2006. Le candidat Joseph KABILA avait été déclaré vainqueur au second tour.

Les élections du 30 juillet 2006 ont consacré la fin de la transition et le début de la 3^{ème} République, avec Joseph KABILA comme Président de la République et Antoine GIZENGA comme le tout premier 1^{er} ministre de la 1^{ère} législature.

1.4 DE LA REPRÉSENTATIVITÉ DE LA TSHOPO DANS LES DIFFÉRENTS GOUVERNEMENTS DE LA 3^{ÈME} RÉPUBLIQUE

Pendant cette période, sept gouvernements ont été formé par trois premiers ministres, dont deux sont membres du Parti Lumumbiste Unifié (PALU) et un du Parti du Peuple Pour la Reconstruction et la Démocratie (PPRD).

¹² RFI, De Mobutu à Kabila : Les deux guerres du Congo (1996-1998), disponible sur <http://www1.rfi.fr/actufr>, consulté le 22/09/2017.

¹³ Kahimbira Pacifique, Lutte armée et renaissance de la démocratie en RDC de 1998 à 2006, Mémoire de Licence en Science Politique, FSSAP/UNIKIS, 2007-2008, disponible sur <http://www.memoireonline.com>, consulté le 14/10/2017.

¹⁴ ibidem

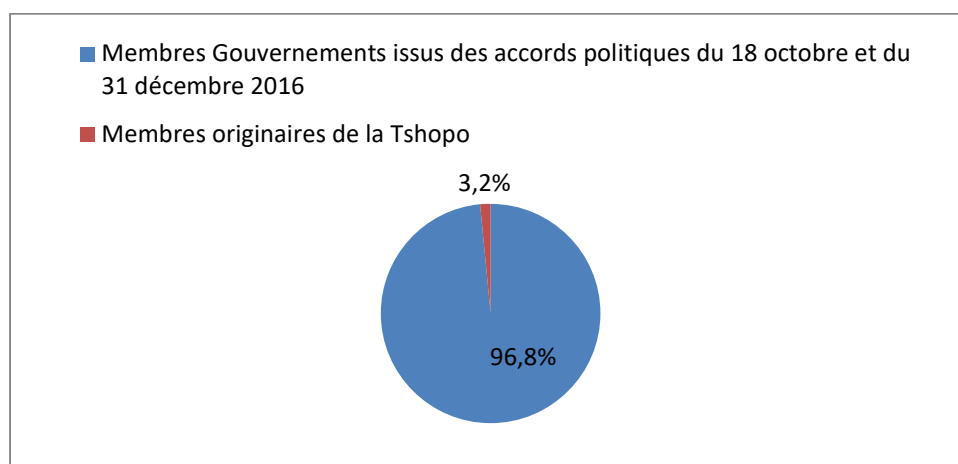
1.4.1 DES GOUVERNEMENTS DE LA 1^{ÈRE} LÉGISLATURE (2006-2011)

La 1^{ère} législature a connu cinq gouvernements formés par 2 membres du Parti Lumumbiste Unifié (PALU).

Tableau n°1 : Représentativité de la Tshopo pendant la 1^{ère} législature

Dénomination du Gouvernement	Effectif	Membres originaires de la Tshopo	Pourcentage
GIZENGA I (Du 05 février au 25 novembre 2007)	61	- Simon IKENGE (Ministre de l'Urbanisme et Habitat) - Vincent OKOYO (Vice-ministre Fonction Publique) - DARUWEZI MOKOMBE (Vice-ministre Sécurité)	4.9
GIZENGA II (Du 25 novembre 2007 au 10 octobre 2008)	45	- Émile BONGELI (Ministre Communication et Médias) - Simon IKENGE (Ministre Fonction Publique)	4.4
MUZITO I (Du 26 octobre 2008 au 19 février 2010)	55	- Émile BONGELI (Vice-Premier Ministre Reconstruction) - Michel BOTORO (Ministre Fonction Publique)	3.6
MUZITO II (Du 19 février 2010 au 11 septembre 2011)	44	- Néant	0.0
MUZITO III (Du 11 septembre 2011 au 06 mars 2012)	47	- DARUWEZI MOKOMBE (Ministre Économie Nationale)	2.1

Source : Notre enquête sur terrain.



Les cinq gouvernements de la 1^{ère} législature ont eu 252 membres. La Tshopo a eu droit à 8 membres dans ces différentes équipes gouvernementales à savoir Simon IKENGE (2 fois), Vincent OKOYO, DARUWEZI MOKOMBE(2 fois), Emile BONGELI (2 fois) et Michel BOTORO, ce qui représente 3.2%.

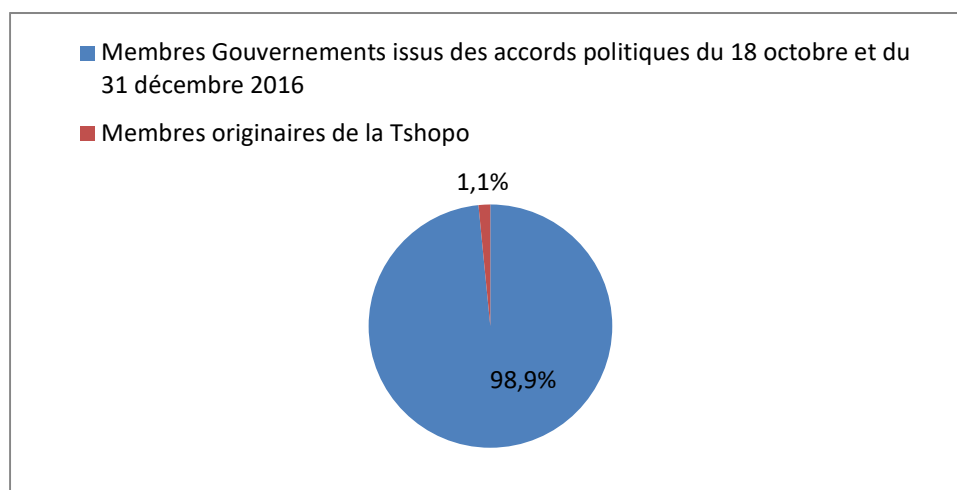
1.4.2 DES GOUVERNEMENTS DE LA 2^{ÈME} LÉGISLATURE (2011-2016)

La 2^{ème} législature a connu deux gouvernements formés par 1 membre du Parti du Peuple pour la Reconstruction et le Développement(PPRD).

Tableau n°2 : Représentativité de la Tshopo pendant la 2^{ème} législature

Dénomination du Gouvernement	Effectif	Membres originaires de la Tshopo	Pourcentage
MATATA I (Du 06 mars 2012 au 07 décembre 2014)	37	- Néant	0.0
MATATA II (Du 07 décembre 2014 au 14 novembre 2016)	49	- BOLENGETENGE (Ministre Affaires foncières jusqu'au 25 septembre 2015)	2.0

Source : Notre enquête sur terrain.



Sur 86 membres des deux gouvernements de la 2^{ème} législature, la Tshopo n'a été représenté que brièvement par un seul membre en la personne de BOLENGETENGE, soit 1.1%.

Le 18 avril 2016, 250 députés de la Majorité Présidentielle ainsi qu'une cinquantaine de l'opposition ont saisi la Cour Suprême de Justice pour interpréter les articles 70, 103 et 105 relatifs au maintien du Président de la République en fonction si les élections ne sont pas organisées dans le délai. La haute Cour s'est prononcée le 11 mai 2016 en affirmant que le Président de la République actuel reste en fonction jusqu'à l'installation du nouveau président élu.

Ce positionnement de la Cour Suprême de Justice a donné lieu à deux négociations en vue de gérer la période succédant la fin de la 2^{ème} législature de la troisième République prévu le 20 décembre 2016. La première a été sanctionnée par la signature de l'accord du 18 octobre 2016 à la Cité de l'Union africaine et la seconde, par la signature le 31 décembre 2016 de l'accord dit de la Saint-sylvestre sous l'égide des évêques catholiques.

1.4.3 DES GOUVERNEMENTS ISSUS DES ACCORDS DU 18 OCTOBRE 2016 ET DU 31 DÉCEMBRE 2016

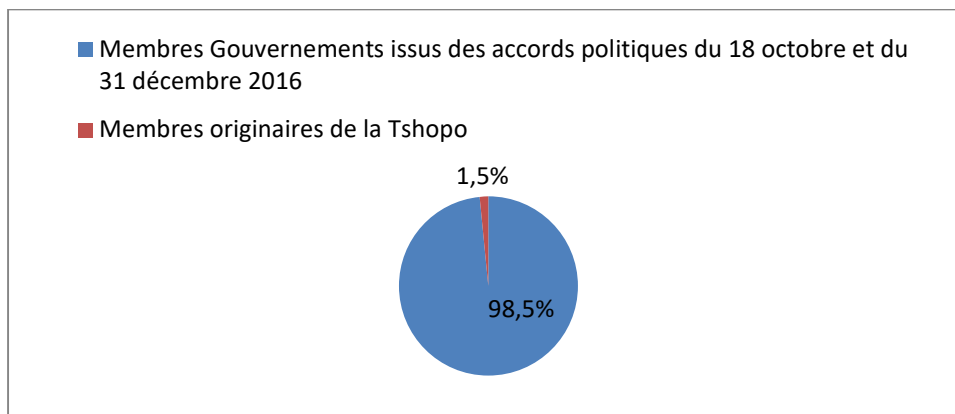
Deux gouvernements ont été formés par 2 membres issus de l'Union pour la Démocratie et le Progrès Social (UDPS), parti politique de l'opposition.

Tableau n°3 : Représentativité de la Tshopo au sein des gouvernements issus des accords politiques.

Dénomination du Gouvernement	Effectif	Membres originaires de la Tshopo	Pourcentage
BADIBANGA (Du 17 novembre 2016 au 07 avril 2017)	68	- Gaston MUSEMENA (Ministre Enseignement Primaire, Secondaire et Professionnel)	1.4
TSHIBALA (Du 07 avril 2017 au)	59	- Gaston MUSEMENA (Ministre Enseignement Primaire, Secondaire et Professionnel)	1.6

Source : Notre enquête sur terrain.

Un seul membre de ces deux gouvernements à savoir Gaston MUSEMENA (2 fois) est originaire de la Tshopo sur 127 membres. Ce qui ne représente qu'à 1.5%.



Si nous considérons que la République Démocratique du Congo peut avoir 26 membres du gouvernement à raison d'un membre par province, le seuil acceptable pour considérer qu'une province est suffisamment représentée est de 3.8%. Ainsi, seuls dans les gouvernements GIZENGA I et II que la Tshopo avait atteint ce minima avec respectivement 4.9% et 4.4% de membres.

Après ces gouvernements, la représentativité de la Tshopo a commencé à décliner avec 3.6% dans le gouvernement MUZITO I, MUZITO II avec 0.0%, MUZITO III avec 2.1%, MATATA I avec 0.0%, MATATA II avec 2.0%, BADIBANGA avec 1.4% et TSHIBALA avec 1.6%.

Les Gouvernements Muzito II et Matata I ont clairement violé l'article 90 de la constitution en n'ayant aucun membre issu de la province de la Tshopo. Considérant tous les membres des neufs gouvernements sous examens soit 465 membres, la Tshopo a été représentée par 11 membres soit 2.3%. C'est ainsi que Lakehal se demande comment les intérêts des groupes sociaux non représentés ou insuffisamment représentés peuvent être réellement pris en compte¹⁵ par les gouvernants. La représentativité marginale de la Tshopo dans les gouvernements a un impact négatif sur son développement.

2 CAUSES DE LA REPRÉSENTATIVITÉ MARGINALE

Les causes de la sous-représentativité de la Tshopo dans les différents gouvernements sont non exhaustives. Cependant, nous avons identifié quelques-unes qui peuvent nous donner une indication claire sur l'effacement de cette province sur l'échiquier national à savoir les facteurs culturels, les facteurs historiques, le mythe du leader providentiel, l'engagement politique périphérique ainsi que l'absence d'un contrat politique avec les gouvernants.

2.1 FACTEURS CULTURELS

Plusieurs peuples en R.D. Congo ont connu à travers l'histoire des grands royaumes et empires à l'instar des Kongo, Luba, Kuba, Zande, Mongo, Teke, Mangbetu, etc. Leurs populations qui aujourd'hui, se retrouvent majoritairement dans certaines provinces sont habituées, d'une manière séculaire à se regrouper pour leur survie.

Contrairement à ces peuples, la Tshopo n'a jamais connu des grandes formes d'organisations politiques. Elle n'a connu que des sociétés à chefferie¹⁶ de type segmentaire ou anarchique. Cette forme d'organisation politique favorise une vision paroissiale et clanique de la société, contrastant par le même fait avec les enjeux actuels des provinces en R.D. Congo. C'est ce qui justifie l'absence d'engagement ou une participation du leadership local à l'échelle nationale.

¹⁵ Lakehal. M, Dictionnaire de Science Politique. Les 1500 termes politiques et diplomatiques pour rédiger, comprendre et répondre au discours politique, 3^{ème} édition revue et mise à jour, L'Harmattan, Paris, 2007, p. 335.

¹⁶ Une chefferie est une entité politique et administrative représentant des communautés territoriales sur un territoire limité à base régionale, soumise à la domination d'un chef dont l'autorité ne repose plus uniquement sur la parenté (à la différence du clan), mais également sur le prestige, le sacré, une certaine coercition limitée. Lire à ce propos Claude Rivière, Anthropologie politique, Paris, Armand Colin, 2000, p. 103.

2.2 FACTEURS HISTORIQUES

La mort brutale de Patrice Lumumba n'a pas porté la paix au pays. Au contraire, le Congo a connu des années de troubles et de violences. Les partisans de Lumumba ont fait des gros efforts pour s'organiser et ne pas disparaître du paysage politique du Congo. On créa donc à Léopoldville le Conseil National de Libération (en sigle CNL), le 3 octobre 1962. Le CNL se divisera en deux Mouvements, guidés par deux leaders: Pierre Mulele, dans le Kwilu, et Gaston Soumialot, à l'est du pays. Ensemble, ils réussirent à s'emparer de la majorité du territoire national et à provoquer d'incalculables souffrances et des milliers de morts¹⁷.

Le 4 août 1964, les Simba étaient déjà aux portes de Stanleyville. Les soldats réguliers prirent la fuite et les massacres commencèrent à grande échelle. Quand le 5 août 1964 les Simba prirent possession de Stanleyville, ils étaient convaincus d'avoir mis fin au régime inauguré le 30 juin 1960 par les capitalistes de Léopoldville. Ils allaient appliquer dans la vie politique les principes du marxisme-léninisme. Sûrs de la victoire, les Simba ont proclamé le 7 août 1960 l'indépendance de la République Populaire du Congo, avec comme capitale Stanleyville. Christophe Gbenye en devint Président et chef du Gouvernement en même temps. On organisait même des exécutions publiques à Stanleyville, auxquelles les habitants de la ville devaient assister. Les victimes étaient issues de l'élite intellectuelle que comptait Stanleyville, car la caractéristique marquante de la rébellion muléiste était l'élimination physique des têtes pensantes des régions conquises¹⁸.

Depuis cette période, plusieurs familles à la Tshopo interdisent leurs membres de faire de la politique active, de peur d'être une cible de choix lors des conflits.

2.3 MYTHE DU LEADER¹⁹ PROVIDENTIEL

Depuis les années 60, la Tshopo est constamment à la recherche d'un leader providentiel, celui-là même qui pourra comme par enchantement sauver la Tshopo de tous les dangers qui la guettent. Mais 57 ans après l'indépendance, il tarde à venir. Le problème ne devrait pas se poser en termes d'individus, mais plutôt autour de la cause à défendre.

Tout acteur politique de la Tshopo doit avoir comme ambition le rayonnement de cette province ainsi que sa représentativité effective à tous les niveaux.

Un seul individu, aussi charismatique soit-il, ne peut être en mesure de mettre fin à la sous-représentativité de la Tshopo, d'autant plus que tous ses fils et filles ne peuvent réfléchir de la même manière. Le regroupement parfois sporadique et spontané autour d'un seul homme a longtemps desservi la Tshopo. C'est ainsi que toute la Tshopo a été docilement embarquée dans la Majorité Présidentielle, se privant de la possibilité d'avoir des membres au gouvernement si l'opposition venait à prendre le pouvoir. C'est fut le cas dans les gouvernements Badibanga et Tshibala.

2.4 ENGAGEMENT POLITIQUE PÉRIPHÉRIQUE

La liste actualisée au 11 mars 2015 des partis politiques autorisés à fonctionner en République Démocratique du Congo nous indique qu'il existe 477 partis politiques. Quatre partis à savoir le PPRD, l'UDPS, le MLC et l'UNC présentent un taux d'implantation de 75% à travers toute la République et sont considérés comme des géants.

Douze partis politiques ont un taux d'implantation de 45% et sont représentés même d'une manière symbolique dans les 26 chefs-lieux des provinces. Il s'agit du MSR, AFDC, ECT, ARC, UNADEF, UDECO, PDC, PALU, RRC, UNAFEC, PPPD, MIP²⁰.

Aucun de ces 16 partis politiques majeurs n'est dirigé par un opérateur politique provenant de la Tshopo. Le leadership de ces différentes formations politiques ne sollicite la Tshopo que pour leurs implantations locales. Ainsi, l'engagement politique des fils et filles de la Tshopo ne se limite, pour la plupart qu'à la Tshopo.

¹⁷ Nsasse Ramazani, Carnaval de la mort, disponible sur <http://www.afriquespoir.org>, consulté le 012/09/2017.

¹⁸ Nsasse Ramazani, op cit.

¹⁹ Le leader est une personne qui, à l'intérieur d'un groupe, prend la plupart des initiatives, mène les autres membres du groupe, détient le commandement. Consultez <http://www.larousse.fr>.

²⁰ Rapport de la commission africaine pour la supervision des élections (CASE) du 18 mars 2015, disponible sur www.lepotentielonline.com, consulté le 16/10/2017.

2.5 ABSENCE D'UN CONTRAT POLITIQUE AVEC LES GOUVERNANTS

Sans pour autant revenir sur les différentes théories du contrat social (Hobbes, Locke et Rousseau), les gouvernants doivent être en mesure de satisfaire à certaines préoccupations de la population par leurs capacités de redistribution des richesses. La perpétuation du corps social ne peut être garantie que par le contractualisme existant entre les gouvernants et les gouvernés.

La Tshopo est habituée à donner des chèques en blanc aux acteurs politiques de tout bord. Plusieurs promesses tenues par les différents candidats lors des campagnes électorales passées n'ont pas été réalisées, sans que la Tshopo ne fasse un rappel à qui de droit. Cette posture favorise la démagogie et affaiblit la Tshopo sur la scène politique nationale.

3 THÉRAPIES POUR UNE MEILLEURE REPRÉSENTATIVITÉ

Il existe plusieurs pistes de solutions en vue d'améliorer la représentativité de la Tshopo dans les gouvernements à venir. Nous avons épinglé quelques-unes pouvant régler la problématique de la sous-représentativité de cette province.

3.1 PROMOTION D'UN LEADERSHIP MULTIDIMENSIONNEL ET PARTICIPATIF

La Tshopo ne peut plus se borner à rechercher un leader charismatique, qui dans sa configuration sociale et anthropologique, n'a que très peu de chance d'exister. Elle devrait mettre à profit sa diversité culturelle pour son émergence politique.

Justifier l'effacement de la Tshopo sur la scène politique nationale par l'absence d'un leader charismatique du type Tshisekedi est une négation des atouts dont-elle dispose, d'autant plus que *ce type de leadership laisse peu de place aux initiatives*²¹. Par contre le leadership participatif croit à l'intelligence collective et fait appel aux idées de tous. Il permet la remise en cause des procédures établies²² pour la visibilité de la Tshopo.

Plusieurs acteurs politiques partageant la même vision et la même détermination pour le devenir de la Tshopo peuvent contribuer efficacement à sa représentativité sur le plan national qu'un seul individu providentiel. La Tshopo doit avoir ses fils et filles dans toutes les plateformes politiques aussi bien de l'opposition que de la majorité au pouvoir.

3.2 CRÉATION DES PARTIS POLITIQUES À CARACTÈRE NATIONAL AVEC UN LEADERSHIP PROVENANT DE LA TSHOPO

En RDC, le Gouvernement est investi par la majorité absolue des membres qui composent l'Assemblée Nationale²³. Les partis et regroupements politiques de la majorité présentent les membres potentiels du Gouvernement au formateur désigné par le Chef de l'Etat.

Traditionnellement en RDC et comme parfois ailleurs, les leaders des partis et regroupements politiques multiples des manœuvres pour occuper eux-mêmes les postes de responsabilité avant de penser à d'autres acteurs politiques. Dans le contexte congolais, très peu de partis politiques peuvent aligner 2 membres dans un même gouvernement. Cette fragmentation de la majorité au pouvoir ne laisse qu'une chance minime à la Tshopo pour avoir au moins un représentant dans le gouvernement.

Détenir le leadership de plusieurs partis politiques même avec 1 ou 2 députés nationaux permettrait à la Tshopo d'augmenter ses chances d'avoir des représentants au Gouvernement à travers la synergie que ses élus pourront mettre en place.

²¹ 6 styles de leadership et leurs effets, disponible sur <http://www.kolibricoaching.com/leadership>, consulté le 18/10/2017.

²² Leadership participatif : comment mettre tout le monde d'accord, disponible sur <http://www.kolibricoaching.com/leadership>, consulté le 18/10/2017.

²³ Article 90 de Constitution de République Démocratique du Congo du 18 février 2006

3.3 ENGAGEMENT POLITIQUE CLAIRE ET MILITANTISME ACTIF

La Tshopo ne peut singulièrement régler la problématique de son effacement politique par la création des partis politiques avec un leadership provenant de la Tshopo. Certains acteurs politiques doivent militer activement dans les autres partis politiques.

Leur engagement politique doit être de premier plan. Dans un environnement qui leur est défavorable, la compétence peut leur permettre de survivre et de sortir du lot. Ceux qui s'engagent dans des partis politiques avec un leadership qui n'est pas de la Tshopo doivent multiplier des stratégies pour peser dans la perspective où leurs partis politiques auront à proposer des membres dans les gouvernements.

3.4 SOUTIEN POLITIQUE DES GOUVERNANTS AVEC CONTREPARTIE

La Tshopo est parmi les seules provinces où beaucoup d'acteurs politiques développent une rhétorique de campagne démagogique et reviennent pour se représenter sans que la population, et/ou les élites ne rappellent le hiatus entre les promesses antérieures et la réalité.

Même devant une mauvaise foi manifeste de certains acteurs politiques, la Tshopo a peur de réclamer ses droits. Tout soutien du pouvoir en place devait avoir une contrepartie en faveur de la Tshopo. De même que tout engagement dans l'opposition politique devrait avoir comme sous-bassement un cahier de charge au bénéfice de la Tshopo.

3.5 MIGRER DE LA REPRÉSENTATIVITÉ TRIBALE VERS LA RECHERCHE DE L'INTÉRÊT DE LA TSHOPO

Depuis l'accession de la R.D. Congo à la souveraineté nationale et internationale, la lutte intertshopo se résume à une opposition entre territoires, tribus, collectivités, groupements. Faire la politique en privilégiant ces microcosmes anthropologiques fragilise davantage la Tshopo.

Pour peser sur la politique nationale, la Tshopo doit dépasser ces clivages qui resteront pourtant réels et privilégier le collectif, étant donné que la répartition des postes ministériels sur le plan national ne tiendra pas compte des tribus, mais de la représentativité des provinces.

4 CONCLUSION

Les fils et filles de la Tshopo ont quitté l'état d'illusion de la représentation nécessaire à l'affirmation de leur province en tant qu'entité stratégique pour s'accommoder à la sous-représentativité dans les gouvernements successifs en République Démocratique du Congo. Chaque province est obligée de manœuvrer avec habileté étant donné que l'arène politique est en permanence l'objet des intérêts multiples et contradictoires.

Dans un environnement politique comme celui de la RDC où la gestion des partis et des regroupements politiques est plus personnalisée qu'institutionnalisée, où le respect des règles constitutionnelles comme tenir compte de la représentation nationale dans la formation des gouvernements sont relégués au second plan, où les promesses des campagnes électorales ne sont que très rarement tenues, la Tshopo est appelée à repenser ses paradigmes politiques.

REFERENCES

- [1] Braud.Ph, Sociologie Politique, 8^{ème} édition, L.G.D.J, Paris, 2006.
- [2] Découverte des institutions et de la vie publique, Qu'est qu'une élection ?
www.vie-publique.fr/decouverte-institutions.
- [3] James. A., *Britain and the Congo Crisis, 1960–63*, Springer, 1996.
- [4] Journal officiel de la République Démocratique du Congo, Constitution de la République Démocratique du Congo, 47^{ème} année, Kinshasa - 18 février 2006, numéro spécial.
- [5] Kahimbira Pacifique, *Lutte armée et renaissance de la démocratie en RDC de 1998 à 2006*, Mémoire de Licence en Science Politique, FSSAP/UNIKIS, 2007-2008, disponible sur <http://www.memoireonline.com>.
- [6] Lakehal. M, Dictionnaire de Science Politique. Les 1500 termes politiques et diplomatiques pour rédiger, comprendre et répondre au discours politique, 3^{ème} édition revue et mise à jour, L'Harmattan, Paris, 2007.
- [7] Leadership participatif : comment mettre tout le monde d'accord
<http://www.kolibricoaching.com/leadership>.
- [8] Loi de programmation n° 15/004 du 28 février 2015 déterminant les modalités d'installation de nouvelles provinces.

- [9] Mignard.P, *L'illusion démocratique. Essai sur la politique à l'intention de celles et ceux qui doutent*, Toulouse, Imprimerie 34, 2003, p 15
<https://inventin.lautre.net/livres/Mignard-L-illusion-democratique.pdf>.
- [10] Nsasse Ramazani, Carnaval de la mort, disponible sur <http://www.afriquespoir.org>.
- [11] Omasombo Tshonda, Lumumba, drame sans fin et deuil inachevé de la colonisation, in *Cahier d'études africaines*
<https://etudesafricaines.revues.org>.
- [12] Rapport de la commission africaine pour la supervision des élections (CASE) du 18 mars 2015, disponible sur www.lepotentielonline.com.
- [13] RFI, De Mobutu à Kabila : Les deux guerres du Congo (1996-1998)
<http://www1.rfi.fr/actufr>.
- [14] Rivière C, *Anthropologie politique*, Paris, Armand Colin, 2000.
- [15] Six styles de leadership et leurs effets
<http://www.kolibricoaching.com/leadership>.

Décollement de rétine au cours d'une pré-éclampsie sévère sur grossesse gémellaire: A propos d'un cas

S. Mouffak, S. Berrada, J. Kouach, and D. Moussaoui

Hôpital Militaire d'Instruction Mohamed V, Rabat, Maroc

Copyright © 2018 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 primum movens of pre-eclampsia is a systemic maternal endothelial dysfunction. Choroidal and retinal vessels are rarely affected or rarely explored, and their involvement is usually reversible in pre-eclampsia if the diagnosis is made in time to establish adequate surveillance and treatment for each situation. The underlying lesions to ocular disorders are retinal serous detachment (RSD), optic neuropathy and finally the most serious involvement is cortical blindness. The pathophysiological hypothesis is clearly proven by the various complementary examinations such as fundus examination, OCT (Optic Coherence Tomography), and fluorescein angiography. Clinically, there appears to be a parallelism between the clinical importance of edema and that of RSD.

We report the case of a patient who presented, during a severe pre-eclampsia (in an edematous form) on twin pregnancy, a favorable postpartum DSR with suspicion of optic neuropathy. A follow-up by internists was recommended.

KEYWORDS: pre-eclampsia; choroidal and retinal vessels; retinal serous detachment (RSD); OCT (Optic Coherence Tomography).

RESUME: Le primum movens de la pré-éclampsie est une dysfonction endothéliale maternelle systémique. L'atteinte des vaisseaux choroïdiens et ou rétinien reste rare ou plutôt rarement recherchée, elle est souvent réversible en cas de pré-éclampsie si le diagnostic a été établi à temps pour instaurer une surveillance et un traitement adéquat à chaque situation. Les lésions sous-jacentes aux troubles oculaires sont le décollement séreux rétinien (DSR), la neuropathie optique et enfin l'atteinte la plus grave est la cécité corticale. Les hypothèses physiopathologiques sont clairement démontrées par les différents examens complémentaires comme le fond d'œil, l'OCT (Optic Coherence Tomography) et l'angiographie à la fluorescéine. Sur le plan clinique, il semble exister un parallélisme entre l'importance clinique des œdèmes et celle du DSR.

Nous rapportons le cas d'une patiente ayant présenté, au cours d'une pré-éclampsie sévère sur grossesse gémellaire (selon une forme œdémateuse), un DSR d'évolution favorable en post-partum avec suspicion d'une neuropathie optique, un suivi avec les internistes a été recommandé.

MOTS-CLEFS: prééclampsie ; vaisseaux choroïdiens ; décollement séreux rétinien ; OCT (Optic Coherence Tomography).

1 INTRODUCTION

La pré-éclampsie est une pathologie potentiellement grave. La manifestation ophtalmologique la plus fréquente de la pré-éclampsie est une diminution du calibre des artères rétinien dont la prévalence augmente avec sa sévérité. Elle est le plus souvent asymptomatique, régresse sans séquelle à l'accouchement. D'autres manifestations cliniquement plus bruyantes sont plus rares, voire exceptionnelles. Parmi elles, par ordre de gravité décroissante, on trouve la cécité corticale, la neuropathie optique et enfin le décollement séreux rétinien (DSR) [1], [2]. Nous rapportons le cas d'une patiente ayant présenté au cours d'une pré-éclampsie sévère un DSR d'évolution favorable en post-partum.

2 OBSERVATION

Il s'agit d'une patiente de 31 ans, primigeste, de groupe O+, ayant comme ATCD familial une mère ayant présenté une polyradiculonévrite en post partum avec amyotrophie des membres inférieurs résolu sous corticothérapie, une sœur suivie pour une épilepsie, admise à 29SA+3j pour prise en charge d'une pré-éclampsie sévère compliquée par une neuropathie.

La grossesse était suivie depuis le 1er trimestre avec un bilan prénatal correct, il s'agissait d'une grossesse gémellaire bi-choriale bi-amniotique spontanée.

A 27SA, la patiente a été hospitalisée pour une pré-éclampsie sévère avec une TA à 17/10cmHg, une protéinurie à 3,18g/24h. L'équilibre de la TA a été obtenu sous trithérapie (nicardipine + méthildopa + bêtabloquant), par ailleurs la patiente a présenté une amputation du champ visuel, un fond d'œil initial était normal. Devant la persistance de la symptomatologie visuelle, avec apparition de myoclonies généralisées, une cure de Célestène chrono dose a été administrée puis elle a été adressée à notre service pour exploration et prise en charge.

L'examen clinique à l'admission trouve des œdèmes des membres inférieurs, avec une prise pondérale de 10kg, des réflexes ostéo tendineux normaux, une tension artérielle à 185/105 mmHg.

L'examen clinique ophtalmologique a trouvé une acuité visuelle sans correction cotée à 7/10 de l'œil droit et gauche. L'examen du fond d'œil a objectivé une papille normale, un mauvais reflet fovéolaire de l'œil droit et gauche et des plis rétinien stellaires péri-maculaires.

Sur le plan biologique, on note une thrombopénie modérée contrôlée à 106000 éléments/mm³, sans hémolyse ni cytolysé hépatique, avec une hypo-albuminémie à 25g/l.

A l'échographie, l'estimation des poids fœtaux était à 1300g et 1100g, le LA est normal pour les 2 jumeaux, le doppler ombilical est normal pour J1 et pathologique pour J2 avec élévation de l'index cérébro-placentaire et une diastole ombilicale nulle. Devant ces signes neurosensoriels, et l'absence de syndrome de HELLP, on a opté pour l'expectative avec l'administration du sulfate de magnésium et d'un anxiolytique. On a obtenu par la suite une stabilisation des chiffres tensionnels.

48h après la parturiente a présenté une gingivorragie avec des myoclonies.

On a poussé l'investigation ophtalmologique par la réalisation d'un champ visuel, d'une OCT (Optic Coherence Tomography) et d'un PEV (Potentiel Evoqué Visuel). Le champ visuel avait montré un scotome nasal inférieur (fig 1).

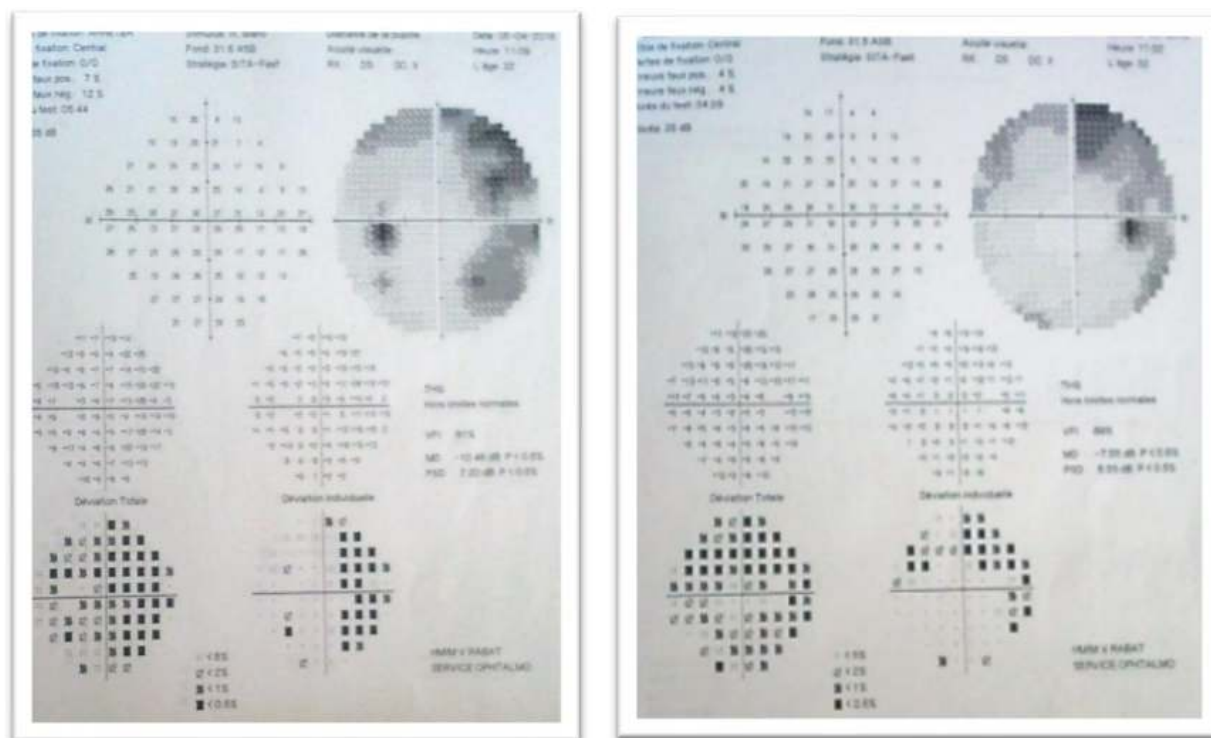


Fig. 1. Champs visuel de l'œil gauche (à gauche) et droite (à droite) montrant un scotome nasal inférieur

L'OCT a trouvé un décollement spontané de la rétine étendu à toute la macula en rapport probablement avec une maculopathie hypertensive (fig 2).

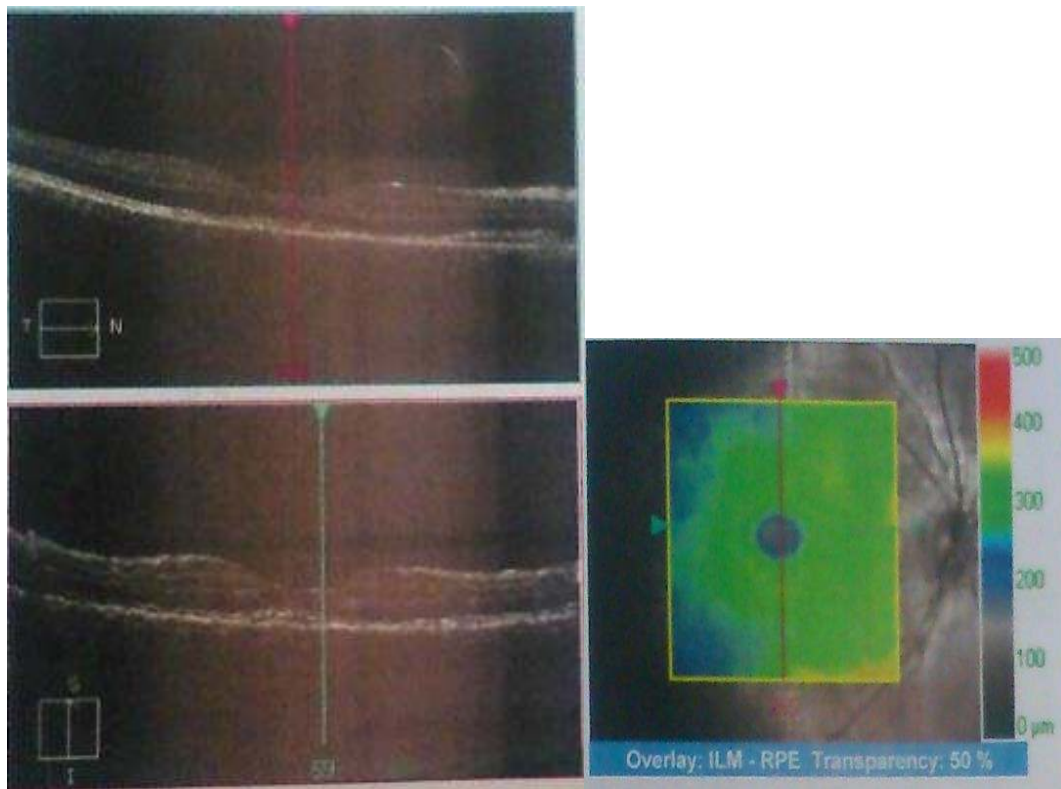


Fig. 2. OCT de l'œil droit un décollement spontané de la rétine étendu à toute la macula en rapport probablement avec une maculopathie hypertensive

Le PEV a montré une neuropathie optique bilatérale pré-chiasmatique démyélinisante prédominante à gauche, faisant évoquer une sclérose en plaques (fig 3).

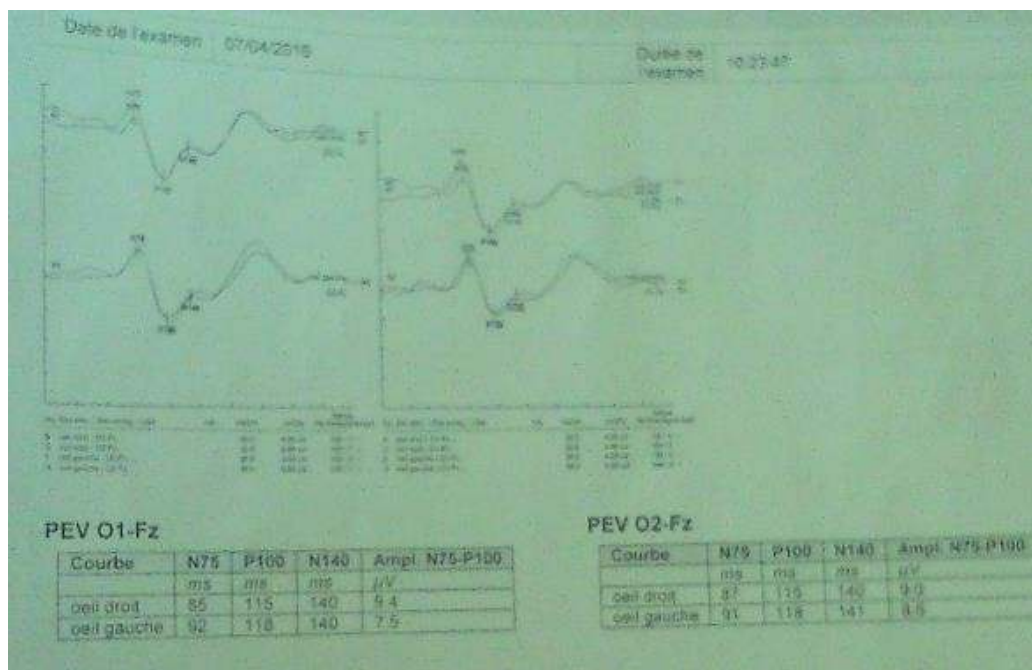


Fig. 3. Une photo de résultat de PEV concluant à une neuropathie démyélinisante pré-chiasmatique bilatérale prédominante à gauche

Cependant, la vision des couleurs était normale.

L'évolution clinique au cours de 3 semaines a été marquée par l'aggravation des œdèmes des membres inférieurs qui sont devenus généralisés et très tendus avec une prise de 4kg au bout d'une semaine d'hospitalisation, des céphalées persistantes, une protéinurie massive à 8g/24h d'où la décision de réaliser un scanner cérébral revenu normal sans œdème cérébral ni autre anomalie, au décours duquel une césarienne a été réalisée ayant permis l'extraction de 2 jumeaux pesant respectivement 1800g et 1600g, avec un score d'Apgar à 10/10, admis en néonatalogie pour prise en charge spécialisée.

L'évolution des chiffres tensionnels en post partum a montré une nette amélioration sous aldomet et diurétique (Lasilix), avec disparition des œdèmes et une diurèse conservée, le bilan vasculo-rénal a objectivé une amélioration de la protéinurie revenue à 5g/24h.

Sur le plan ophtalmologique, la patiente a récupéré progressivement sa vision sur une semaine avec disparition des myoclonies, sur le plan étiopathogénique, le diagnostic de la sclérose en plaque est en cours d'exploration, par une IRM cérébrale et autres investigations.

3 DISCUSSION

Le système visuel est affecté (avec des symptômes) dans 25-50% de patientes atteintes de la pré-éclampsie [3]. Cependant, les changements vasculaires rétiens se produisent chez 40-100% des patientes et sont l'anomalie la plus fréquente observée dans le syndrome de pré-éclampsie / éclampsie. Les anomalies rétiennes les plus communes sont le spasme et le rétrécissement des vaisseaux rétiens [4],[5].

Le décollement séreux de la rétine est une cause inhabituelle mais bien documentée de la perte visuelle en pré-éclampsie / éclampsie. Le décollement de la rétine survient chez moins de 1% des patientes pré-éclamptiques et chez 10% avec éclampsie. Il est généralement présent chez les patientes atteintes de pré-éclampsie ou éclampsie qui ont une hypertension sévère, et tend à être observé en l'absence d'anomalies vasculaires rétiennes significatives. La rétinopathie liée à la pré-éclampsie / éclampsie se résout généralement peu après l'accouchement et aucun traitement spécifique n'est requis. Le nombre de cas de décollement de la rétine associés à la pré-éclampsie sévère était similaire au nombre de cas associés au syndrome HELLP. Cela implique que le décollement de la rétine est plus fréquent chez les femmes atteintes du syndrome HELLP. En réalité, les femmes avec pré-éclampsie / éclampsie qui ont le syndrome HELLP pourraient être environ 7 fois plus susceptibles de développer un décollement rétinien que celles qui n'ont pas le syndrome HELLP. [6]

Le DSR est une complication très rare de la pré-éclampsie. En effet, elle concernerait moins d'une patiente pré-éclamptique sur 10 000 [7], 1-2% des patientes dans sa forme sévère [8]. Cependant, on peut penser que cette incidence est sous-estimée du fait de l'absence d'examen ophtalmologique systématique chez ces patientes, la localisation extra-maculaire du DSR pouvant le faire passer inaperçu. [9]

La prééclampsie est un facteur de risque indépendant pour les complications ophtalmiques à long terme, et en particulier la rétinopathie diabétique et le décollement rétinien. Ce risque est plus important en fonction de la gravité de la maladie. [10]

Une revue de la littérature, sur tous les rapports de cas ou de séries de cas de décollement de la rétine associés à la pré-éclampsie / éclampsie qui ont été publiés entre 1990 et 2010, montre que le décollement de la rétine en syndrome de pré-éclampsie / éclampsie est généralement bilatéral (89%). Il est plus fréquent chez les femmes primipares (60%), il a tendance à être diagnostiqué après l'accouchement (69%), et il est plus fréquent chez les femmes ayant accouché par césarienne (76%). Les résultats indiquent également que le décollement de la rétine est rare chez les femmes avec éclampsie mais très fréquent chez les femmes atteintes du syndrome HELLP. [11]

50% des décollements rétiens de la fin du troisième trimestre et du post-partum sont dus à la pré-éclampsie, s'agissant d'un décollement rétinien exsudatif à cause de la pression artérielle élevée. Les détachements exsudatifs de la rétine sont secondaires à des changements de liquide dans l'espace sous-rétinien sans déchirure rétinienne et, par conséquent, ont un mécanisme et un traitement différents de ceux des décollements rétiens rhégmato-gènes (RRD). De plus, le mode d'accouchement n'aura aucun effet sur le décollement exsudatif de la rétine qui disparaîtra habituellement spontanément après l'accouchement. [12]

La physiopathologie exacte de RRD n'est pas connue. On pense cependant qu'il est dû à l'ischémie choroïdienne après vasospasme artériolaire. Cette insuffisance vasculaire conduit à des lésions de l'épithélium pigmentaire rétinien, à une transsudation de liquide et le décollement focal de la rétine. Les anomalies vasculaires rétiennes significatives et les ruptures rétiennes ne sont généralement pas associées. Les études angiographiques à la fluorescéine (FA) ne sont habituellement pas

effectuées pendant la grossesse en raison du risque de tératogénicité. La tomographie par cohérence optique (OCT) est non invasive, elle est possible au cours de la grossesse et de l'allaitement. [13]

L'angiographie à la fluorescéine soutient l'hypothèse que le décollement de la rétine en pré-éclampsie / éclampsie est secondaire à l'ischémie choroïdienne [14]. Celle-ci est à son tour une conséquence de vasospasme artériolaire terminal qui affecte l'épithélium rétinien pigmentaire et conduit à une rupture de la barrière hémato-rétinienne. La fuite de protéines et de liquide des chorio-capillaires dans l'espace sous-rétinien produit un détachement rétinien exsudatif [15].

S'il y a aussi l'hémolyse des globules rouges, comme dans le syndrome HELLP, la possibilité d'ischémie focale causée par une obstruction capillaire est plus grande. En outre, un œdème progressif secondaire à l'hypoalbuminémie, comme on le voit dans la pré-éclampsie, contribue au développement du décollement de la rétine. Par conséquent, l'association d'hypertension sévère, d'hémolyse microangiopathique, et d'hypoalbuminémie dans les vaisseaux choroïdiens conduit au décollement rétinien chez les femmes présentant une pré-éclampsie / éclampsie, en particulier celles avec le syndrome HELLP. Comme les femmes avec pré-éclampsie / éclampsie, les patientes ayant une drépanocytose présentent également un risque accru de décollement de la rétine. Le facteur commun entre ces maladies est l'hémolyse ou l'anémie micro-angiopathique. Cela fournit un soutien supplémentaire à notre hypothèse que le principal facteur associé au développement du décollement de la rétine en pré-éclampsie / éclampsie est le syndrome de HELLP. [16]

L'OCT montre également de nombreuses zones de décollement de l'EP au sein du DSR. [17] Certaines artéioles choroïdiennes sont probablement obstruées du fait de l'activation de la cascade de la coagulation, ce qui va favoriser leur dilatation et leur hyperperméabilité pour entraîner, en outre, l'ischémie de certaines zones choroïdiennes et ailleurs, la fuite du colorant au cours de l'angiographie. Au cours de la pré-éclampsie, le DSR trouverait donc probablement son origine dans une ischémie choroïdienne comme le suggèrent Valluri et al [18], ischémie réversible sans traitement et qui ne laisserait pas de séquelle à court terme.

Dans tous les cas, aucun traitement curatif spécifique du DSR n'est nécessaire. Sa résolution spontanée reste la règle en moyenne dans un délai de sept semaines et pouvant aller jusqu'à 12 semaines. [19]

Certains auteurs croient que l'apparition du décollement de la rétine en cas de pré-éclampsie n'a pas d'impact pronostique sur le fœtus, tandis que d'autres croient que les pronostics maternel et fœtal sont mauvais lorsque le DSR est présent [20]. Une intervention chirurgicale n'est généralement pas nécessaire et l'amélioration se produit avec la gestion clinique comprenant, principalement le contrôle de la pression artérielle avec les antihypertenseurs ; les corticoïdes peuvent être utiles et le pronostic est généralement bon. [21]

En conclusion, Le DSR de la pré-éclampsie est une pathologie rare et de pronostic favorable qui peut survenir même en postpartum immédiat. Ce diagnostic doit être évoqué chez toute patiente pré-éclamptique qui présente des symptômes visuels au 3^{ème} trimestre ou en postpartum.

REFERENCES

- [1] Gregory DG, Pelak VS, Bennett JL. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging and the evaluation of cortical blindness in preeclampsia. *Surv Ophthalmol* 2003;48: 647—50.
- [2] Décollement de rétine et pré-éclampsie : à propos de trois cas Retinal detachment in preeclampsia: A series of three cases R. Hage*, *Journal français d'ophtalmologie* (2012) 35, 824.e1—824.e6
- [3] Schultz KL, Birnbaum AD, Goldstein DA. Ocular disease in pregnancy. *Curr Opin Ophthalmol* 2005;16(5):308—14
- [4] Androudi S, Ekonomidis P, Kump L, Praidou A, Brazitikos PD. OCT-3 study of serous retinal detachment in a preeclamptic patient. *Semin Ophthalmol* 2007;22(3): 189—91.
- [5] Sathish S, Arnold JJ. Bilateral choroidal ischaemia and serous retinal detachment in pre-eclampsia. *Clin Experiment Ophthalmol* 2000;28(5):387—90
- [6] Retinal detachment in association with pre-eclampsia, eclampsia, and HELLP syndrome, Paulino Vigil-De Gracia, *International Journal of Gynecology and Obstetrics* 114 (2011) 223—225
- [7] Bosco J.A.S. Spontaneous non traumatic retinal detachment in pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 1961;82:208
- [8] Do Prado RS, Figueiredo EL, Magalhães TVB. Retinal detachment in preeclampsia. *Arq Bras Cardiol* 2002;79(2):185—6.
- [9] Décollement de rétine et pré-éclampsie : à propos de trois cas Retinal detachment in preeclampsia: A series of three cases R. Hage*, *Journal français d'ophtalmologie* (2012) 35, 824.e1—824.e6
- [10] An increased future risk for ophthalmic complications in patients with a history of preeclampsia, O. Beharier, *Supplement to JANUARY 2015 American Journal of Obstetrics & Gynecology* S119
- [11] Retinal detachment in association with pre-eclampsia, eclampsia, and HELLP syndrome, Paulino Vigil-De Gracia, *International Journal of Gynecology and Obstetrics* 114 (2011) 223—225

- [12] Delivery recommendations for pregnant females with risk factors for rhegmatogenous retinal detachment Hannah Chiu, MD, CAN J OPHTHALMOL—VOL. 50, NO. 1, FEBRUARY 2015 (11-18)
- [13] Bilateral exudative retinal detachment in a patient with early onset severe preeclampsia, Bindiya Gupta, Pregnancy Hypertension: An International Journal of Women's Cardiovascular Health 4 (2014) 253–254
- [14] Sánchez Vicente JL, Ruiz Aragón J, Nanwani K, Sánchez Vicente P, Guiote Linares JR, Díez Garretas C, et al. Retinal detachment in preeclampsia and HELLP Syndrome. Arch Soc Esp Oftalmol 2003;78(6):335–8.
- [15] Mohan AK, Al-Senawi RN, Mathew M, Ganesh A, Al-Mujaini A. Exudative retinal detachment in eclampsia. A management dilemma. Saudi Med J 2009;30(2):302–3.
- [16] Retinal detachment in association with pre-eclampsia, eclampsia, and HELLP syndrome, Paulino Vigil-De Gracia, International Journal of Gynecology and Obstetrics 114 (2011) 223–225
- [17] Décollement de rétine et pré-éclampsie : à propos de trois cas Retinal detachment in preeclampsia: A series of three cases R. Hage*, Journal français d'ophtalmologie (2012) 35, 824.e1—824.e6
- [18] Valluri S, Adelberg DA, Curtis RS, Olk RJ. Diagnostic indocyanine green angiography in preeclampsia. Am J Ophthalmol 1996;122:672—7.
- [19] Vigil-De Gracia P, Ortega-Paz L. Retinal detachment in association with preeclampsia, eclampsia, and HELLP syndrome. Int J Gynaecol Obstet 2011;114:223—5.
- [20] Aburymra S. Doenças retinianas da gravidez. In: Retina e Vítreo. Clínica e Cirurgia. Sociedade Brasileira de Retina e Vítreo e Conselho Brasileiro de Oftalmologia (Ed). São Paulo: Editora Roca; 2000. p. 584– 585.
- [21] Bilateral exudative retinal detachment in a patient with early onset severe preeclampsia Bindiya Gupta a , Pregnancy Hypertension: An International Journal of Women's Cardiovascular Health 4 (2014) 253–254.

Colposcopie et dépistage des lésions dysplasiques du col utérin - Etude menée au Maroc: A propos de 1599 cas

Dalal KASMI, Anas AHALLAT, and Anas CHENGUITI ANSARI

¹Résidente en Gynécologie Obstétrique, Maternité Souissi Rabat, Maroc

²Résident en Chirurgie viscérale, CHU Rabat, Maroc

³Professeur de Gynécologie obstétrique, Maternité SOUISSI Rabat, Maroc

Copyright © 2018 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: 2nd women cancer in Morocco, cervical cancer is a public health problem. Mortality from this cancer has declined remarkably thanks to screening programs, which are still lacking in several countries. Targeting criteria vary from one population to another and the means depend greatly on the socio-economic level. We conducted a 3-year retrospective study at the Souissi maternity clinic in Rabat, between 2013 and 2016, including 1599 women, which aims to identify the interest of colposcopy as a screening tool. diagnosis that is part of the global gynecological-oncological approach to prevent cervical cancer.

KEYWORDS: Colposcopy, screening, lesions, dysplasia, cervix.

RÉSUMÉ: 2^{ème} cancer de la femme au Maroc, le cancer du col utérin présente un problème de santé publique. La mortalité par ce cancer a connu un recul remarquable grâce aux programmes de dépistage qui reste encore défaillant dans plusieurs pays. Le ciblage a des critères qui varient d'une population à une autres et les moyens dépendent énormément du niveau socio-économique. Une étude rétrospective a été menée sur 3 ans au centre de consultation de diagnostic et de dépistage de la maternité Souissi de Rabat, entre 2013 et 2016, incluant 1599 femmes qui vise à dégager le rôle de la colposcopie comme étant un outil de dépistage et de diagnostic qui fait partie d'une stratégie gynéco-oncologique globale pour prévenir le cancer du col utérin.

MOTS-CLEFS: Colposcopie, dépistage, lésions, dysplasie, col utérin.

1 INTRODUCTION

Le cancer du col utérin, avec plus de 528.000 cas par an est encore dans certains pays d'Afrique, d'Amérique du Sud et d'Asie, le 1^{er} cancer féminin, et la 1^{ère} cause de mortalité par cancer. Dans le monde, Il est classé en 4^{ème} position des cancers les plus fréquents chez les femmes, il vient après les cancers du sein, colorectal et du poumon, avec 266 000 décès en 2012. [1]

Au Maroc, il est un problème de santé publique car il représente le deuxième cancer chez la femme après le cancer du sein, il est diagnostiqué près de 2000 nouveaux cas chaque année [2].

Son incidence est en forte diminution : En France, le nombre de nouveaux cas annuels a chuté de 6 000 en 1975 à 3028 en 2012, et les taux d'incidence sont passés de 22.4 pour 100 000 femmes en 1975 à 17.6 en 1980, à 9.9 en 1995 et à 6.7 en 2012. Cette diminution de l'incidence s'accompagne d'une baisse moins marquée de la mortalité passant de 3.3 en 1980 à 1.8 en 2012 pour 100 000 femmes [3]. Ceci est dû en grande partie, au dépistage qui s'est élargi de plus en plus.

En effet, le dépistage met en évidence nombre de lésions précancéreuses : qui par leur traitement préviennent le cancer invasif. En effet, certains auteurs disent que le cancer du col utérin devrait disparaître.

La colposcopie représente la méthode de référence en termes de dépistage (après IVA ou le frottis cervico-vaginal), il s'agit d'un examen très utile pour le dépistage de lésions précancéreuses, de diagnostic de CIN et du cancer invasif infra clinique.

Intérêt de cette étude est de :

- Décrire, analyser et interpréter les résultats des différentes méthodes de dépistage (IVA, FCV, Colposcopie).
- Dégager l'importance de la colposcopie dans le diagnostic des lésions cervicales qui peut faire partie de la marche gynécologique et oncologique globale pour prévenir le cancer du col utérin.
- Contribuer à initier l'élaboration d'un registre de dépistage des dysplasies du col au Maroc, permettant ainsi d'évaluer avec précision leur taux de prévalence et d'incidence réelle.

2 MATERIELS ET METHODES

Il s'agit d'une analyse descriptive, rétrospective ayant porté sur 1599 patientes qui ont bénéficié d'une colposcopie au Centre de consultation de diagnostic et de dépistage des cancers gynécologiques et mammaires (CCDD) Lalla Salma à la Maternité SOUISSI de Rabat, durant une période totale de 3ans allant du 05 Mai 2013 au 05 Mai 2016.

Les patientes étaient âgées de plus de 21 ans, symptomatiques ou non, ayant bénéficié d'une colposcopie, avec un frottis évocateur ou une IVA suspecte.

Les critères de ciblage étaient : l'âge des patientes, la gestité, la parité, le FCV et ses résultats, l'IVA et ses résultats, la colposcopie et ses résultats, la biopsie et ses résultats.

Ont été exclues de cette étude les patientes ayant des colposcopies non satisfaisantes et des fiches inexploitable.

Les informations requises en vue de la description pratique des données de la colposcopie ont été recueillies du registre de colposcopie du CCDD qui nous a permis l'élaboration d'une fiche d'exploitation.

3 RESULTATS

Sur 1599 patientes colligées, on constate une prédominance de femmes âgées entre 41 et 50 ans soit 40%, avec une moyenne de 43ans. La moitié des femmes étaient multigestes : soit 60 %, la moyenne de gestité était de 3. La moitié des femmes (917) étaient multipares soit 57%.

Dans cette étude, 1357 femmes ont bénéficié d'une IVA soit 85 %, dont 808 résultats positifs soit 58%, et 597 résultats de l'IVA étaient négatifs +ZJNV soit 42%.

242 femmes ont bénéficié d'un FCV soit 15%. Les résultats du FCV étaient anormaux chez tous nos cas, la lésion la plus fréquemment retrouvée est l'ASC US dans 42% des cas.

Toutes les femmes ont bénéficié d'une colposcopie, soit 1599 colposcopies ont été réalisées dans notre étude. L'examen colposcopique était normal chez 465 femmes, soit 29.08 % des cas.

Les résultats anormaux de la colposcopie ont été notés chez 1134 cas soit dans 70.92 % des cas répartis comme suit :

Résultats	Pourcentage %	Nombre de cas
Ectropion	20.63%	330
TAG1	19.26%	308
TAG2	16.82%	269
Polype	9.19%	147
Colpîte	4.19%	67
Condylome	0.62%	10
Adénose	0.18%	3

La biopsie (RAD) ou le curetage endocervical (CEC) ont été réalisés chez 343 femmes soit 22%.

Sur 343 biopsies effectuées 307 ont montré les résultats anatomopathologiques suivants :

- Résultats normaux dans 7.58 % des cas soit chez 26 patientes
- Résultats anormaux dans 81.92% des cas soit chez 281 patientes

Le reste des résultats anatomopathologiques (soit 36) n'ont pas été récupérés.

Résultats de la biopsie	Pourcentage %	Nombre de cas
Cancer invasif	33%	93
CIN 3	14%	40
CIN 2	6%	17
CIN 1	6%	18
Polype	22%	62
Condylome	2%	4
Cervicite	17%	47
Total	100%	281

Ces différentes lésions peuvent être classifiées en trois catégories :

Type de lésion	Pourcentage %	Nombre de cas
Cancer invasif	33%	93
Lésions de haut grade	20%	57
Lésions de bas grade	8%	22

4 DISCUSSION

Le dépistage des lésions précancéreuses du col de l'utérus se voit manifestement s'étendre dans notre pays, nécessitant des moyens logistiques et un personnel qualifié. Mais, qu'en est-il des critères de choix des patientes visées, et les moyens utilisés pour ce dépistage. Dans les pays où ce dernier est organisé, des modalités préétablies précisent la population cible, les paramètres de ciblage varient d'un pays à un autre, et prennent en considération l'offre de soins, les acteurs du dépistage (généralistes ou gynécologues) et la prise en charge financière pour les patientes. Les critères de ciblage essentielles sont l'âge, la gestité, et la parité.

Il est important de noter que l'âge de dépistage (par IVA ou FCV) a longtemps été controversé et diffère selon les études, mais on sait que à ce jour, il n'y a pas d'étude randomisée qui valide la pratique d'un dépistage plus précoce. Ce qui est commun et universel est que le risque du développement du cancer du col utérin augmente avec l'âge. Selon de récentes études l'âge moyen de survenue de cancer du col utérin est estimé à 55 ans. [4]

Dans notre étude, l'âge moyen des patientes faisant l'objet de l'étude était de 43 ans avec un pic entre 41ans et 50 ans. Les patientes avaient toutes un âge supérieur à 20 ans.

Le choix de l'âge du début du dépistage du cancer du col de l'utérus dans un pays doit prendre en considération les données épidémiologiques (fréquence d'infection par HPV, fréquence de cancer du col utérin chez femmes jeunes) ainsi que les conséquences médicales et économiques de ce dépistage.

Ce tableau montre l'âge moyen de dépistage dans différentes études :

Tableau : Moyenne d'âge de dépistage selon différentes études [6 ;7 ;8 ;9 ;5]

Auteurs	Année	Nombre de cas	Moyenne d'âge
Bakali G. Kaoutar	2012	740	45 ans
A.Nazac et al	2013	141	34,6 ans
Sandjong Tietchou et al	2015	1248	44 ans
Pluvio j. Coronado et al	2016	443	36 ans
O.R.Somé et al	2016	1831	30,5 ans
Notre étude	2016-2017	1599	43 ans

Quant à la gestité et parité, nombreuses études ont démontré que le nombre de grossesses élevé est associé à un risque augmenté de cancer de col. L'ectopie cervicale augmente avec le nombre de grossesse à terme qui maintiennent la zone de transformation sur l'exocol, ce qui permet la progression de l'infection HPV [10].

Dans notre étude la moitié des femmes étaient multipares soit 57% ce qui concorde avec les données des principales études. La nulliparité a été retrouvé chez 7% des cas.

Ce tableau compare la parité dans d'autres études :

Tableau : Parité selon différentes études. [8,7,5,11]

Auteurs	Année	Parité			
		Nullipares	Primipares	Paucipares	Multipares
Bakali G.K	2012	5,5%	6,3%	-	56,4
A.Nazac et al	2013	59%	17%	-	24%
O.R.Somé et al	2016	7,2%	-	24,3%	68,5%
Boukili .K	2016	-	12,5%	63%	12,5%
Notre étude	2016-2017	7%	9%	26%	57%

D'autres facteurs influencent l'incidence du cancer du col de l'utérus et ont fait l'objet de plusieurs études, mais ne viennent pas en premier rang pour le ciblage du dépistage, notamment :

L'âge de la première et la dernière grossesse, les facteurs hormonaux liés à la grossesse ou un traumatisme cervical lié à l'accouchement, le comportement sexuel, les déficits immunitaires spontanés, les facteurs nutritionnels (carences en folates et beta carotène), les méthodes contraceptives notamment la contraception orale qui fait l'objet de plusieurs études, les facteurs génétiques et héréditaires (les sujets HLA DQW3 présentent une incidence accrue du cancer du col de l'utérus ; hypothèse qui est toujours à l'étude), les facteurs ethniques, et le partenaire masculin qui est incriminé comme vecteur d'agents infectieux à transmission sexuelle.

Quant aux moyens de dépistages, le frottis constitue la méthode la plus courante qui répond pleinement aux critères d'efficacité et sa pratique contribue à la diminution du taux d'incidence et de mortalité des femmes, peu coûteux, simple, indolore, sans contre-indication, mais il reste insuffisant. Un dépistage régulier le facteur principal de la réussite de la prévention au cancer cervical. Soit à cause du manque de pratique du test du dépistage, soit par le faible accès aux services de soins et de connaissance des facteurs de risques du cancer du col, le niveau d'éducation et le revenu. [12]

En termes de sensibilité, de spécificité et de valeur prédictive du frottis, plusieurs études ont été menées, si le frottis vise à détecter des lésions pré-invasives, la cytologie peut objectiver des preuves en rapport avec une maladie franchement invasive. La corrélation entre la cytologie cervicale et l'analyse histologique demeure la meilleure méthode de validité du FCV.

Dans notre étude, tous les FCV étaient anormaux, ceci est dû au fait que les patientes ont été adressées par les différents centres de santé présentant déjà un FCV anormal, nécessitant des consultations et des examens plus spécialisés et plus approfondis. Le FCV était inflammatoire dans 26%, ASC US dans 42%, ASCH dans 16% et LSIL dans 16%.

Le dépistage par l'inspection visuelle du col utérin à l'aide de l'Acide Acétique ou de l'Iode de Lugol, met en évidence des lésions précancéreuses qui peuvent être observées « à l'œil nu », facilitant ainsi l'identification des lésions précancéreuses au sein même du cabinet. De telles procédures éliminent le besoin de recourir à des laboratoires et le transport des spécimens, n'exigeant que peu d'équipement, elles permettent de donner immédiatement aux femmes les résultats de leur test. Cependant, les différences entre les protocoles d'études, les populations étudiées et la formation, rendent difficile une généralisation des données. Plusieurs études menées ont conclu à une sensibilité, spécificité, et valeur prédictive élevées de l'IVA. Concernant notre étude, parmi les 1357 IVA réalisées, 808 IVA étaient positives soit 58%, et 597 IVA étaient négatives + zone de jonction non vue soit 42%. L'IVA a une valeur ajoutée sur le frottis dans les milieux démunis ou à faible ressources, notamment par une couverture du dépistage élargie, un suivi amélioré et la qualité des programmes en général. Néanmoins, l'une des limites de l'IVA est la dépendance des résultats de l'interprétation individuelle.

Actuellement au Maroc, le dépistage du cancer du col utérin est basé sur l'IVA, ayant comme population cible des femmes âgées de 30 à 50 ans.

Après une IVA suspecte ou un résultat cytologique sur frottis anormal, une colposcopie s'impose. Elle permettra la localisation des lésions et de réaliser des biopsies sous contrôle visuel. Cet examen avec la loupe binoculaire nécessite un apprentissage long et un entraînement spécifique, pour reconnaître les lésions, pour déterminer la localisation optimale pour la biopsie ou pour prédire les résultats histologiques lors de l'examen. Son interprétation est difficile, et il existe une variabilité inter-opérateur. La zone de jonction étant difficilement visible lors d'une atrophie ou d'une infection, la colposcopie est non concluante dans 15% des cas [13,14]. La probabilité d'avoir une lésion type CIN2-3 ou un début d'invasion augmente avec la sévérité de l'impression colposcopique, avec une sensibilité et une spécificité atteignant 85 et 69% pour le diagnostic des CIN2-3 respectivement. [14]

Le tableau qui suit illustre les résultats de la colposcopie selon diverses études :

Tableau : résultats de la colposcopie selon diverses études. [15,16, 7]

Auteurs	Année	Résultats de la colposcopie			
		Normale	TAG 1	TAG 2	Autres lésions
P. Collinet	2009	0%	28,6%	71,4%	0%
B. Lachiri Haddach	2010	80%	7%	4%	9%
J. Coronado et al	2016	40,9%	45,4%	13,7%	0%
Notre étude	2016 - 2017	29,08%	19,26%	16,82%	34,84%

La répartition des lésions selon différentes études est résumée dans ce tableau :

Tableau : répartition des lésions selon diverses études. [17, 16, 18, 19, 7, 20]

Auteurs	Année	Nbr de cas	Nbr de biopsies réalisées	Lésions de Bas grade	Lésions de Haut grade	Cancer invasif
R. L. Bekkers et al	2008	18421	6020	44%	28%	0%
B. Lachiri Haddach	2010	565	77	65,6%	34,4%	9,4%
G.B. Fortier et al	2012	407	136	32%	72%	1%
S . Arsenio et al	2014	2526	1952	36,32%	19,3%	2,4%
J. Coronado et al	2016	443	443	24,6%	8,2%	1%
He Yue et al	2017	419	419	23,62%	24,33%	0%
Notre étude	2016 - 2017	1599	343	6%	17%	27%

Selon Higgins, lorsque l'impression colposcopique revient en faveur d'un col normal, ou d'une lésion classée de bas grade, on peut s'attendre à 20 à 22% de lésions de haut grade sous-jacentes histologiquement, et si la colposcopie évoque une lésion classée de haut grade la confirmation histologique se voit dans 71 à 98% des cas [21]. Selon d'autres auteurs, des carcinomes micro-invasifs peuvent être détectés grâce à la colposcopie chez des patientes ayant des aspects évocateurs de lésion de haut grade.

Les limites de la colposcopie sont plutôt représentées par les impressions non significatives ou évoquant une lésion intraépithéliale de bas grade. La spécificité de la colposcopie se voit réduire dans ce cas. S'ajoute à cette limite la variabilité intra et inter observateurs qui concerne également les scores colpophotographiques, mais cette variabilité reste tout de même faible. La zone de jonction influence directement les performances de la colposcopie, celle-ci sera d'autant plus performante que la zone de jonction est entièrement exo cervicale et donc aisément visible. Lorsque la JPC n'est pas visible, le risque de d'atteinte de cancer est de 3% et le CIN2 de 29% à l'analyse histologique alors que la colposcopie n'a pas mis en évidence de lésion [22].

Pour dépasser ces limites, la colposcopie tridimensionnelle est introduite. Elle permet la visualisation de différents aspects des surfaces épithéliales sous d'autres perspectives, c'est-à-dire la lésion est visualisée en relief et sous différents angles. Elle permet aussi d'obtenir des images inédites non observées par la colposcopie conventionnelle [23]. Elle présente donc l'outil d'avenir pour l'amélioration de la colposcopie et la prise en charge des lésions cervico-vaginales.

5 CONCLUSION

La mortalité par le cancer du col de l'utérus voit un recul qui coïncide avec l'application et le développement du dépistage. L'analyse des résultats préliminaires obtenus par l'examen colposcopique nous impose de dégager l'intérêt de la colposcopie comme méthode très intéressante pour la prévention et le dépistage du cancer du col utérin car la prise en charge des lésions cancéreuses du col utérin est une procédure lourde et coûteuse.

REFERENCES

- [1] GLOBOCAN, Cancer Incidence and Mortality Worldwide: IARC Cancer Base International Agency for Research on Cancer; (2013)
<http://globocan.iarc.fr>.
- [2] A. Saadi, M.A. Tazi, A. Er-raki, N. Benjaafar, et al Analyse de survie au cancer du col de l'utérus à Rabat de 2005 à 2008 Elsevier Masson SAS (2015)
- [3] Les cancers en France, Les Données, L'Institut national du cancer (INCa) Collection Les Données, Ouvrage collectif édité par l'INCa, Boulogne-Billancourt, (2016)
<https://e-cancer.fr>
- [4] J.-J. Baldauf, M. Fender, C. Youssef Azer Akladios, M. Velten. Le dépistage pécoce du cancer du col est-il justifié ? Gynécologie Obstétrique & Fertilité 39 Elsevier Masson (2011)
- [5] OR Somé, N zongo et al Dépistage de masse par frottis cervico vaginal : résultats d'une expérience africaine. UCAD Dakar-Sénégal (2016).
- [6] K.B GHAZOUANI Place de l'inspection visuelle à l'acide acétique dans le dépistage du cancer du col utérin à propos de 740 cas à la Maternité Souissi de Rabat.(2012)
- [7] A. Nazac , A. Pierangelo, M. Vercambre, B. Huynh et al Étude prospective comparant les performances de la colposcopie classique à la colposcopie guidée par polarimétrie sur la détection des néoplasies intra-épithéliales du col utérin (2013).
- [8] Sando Z, Tebeu PM, Mouelle Sone A et al Evaluation of the prevention and treatment of the precancerous lesions of the uterine cervix according to the 'see and treat' approach Cameroun (2015)
- [9] Maria Fasero Colposcopy combined with dynamic spectral imaging A prospective clinical study Pluvio J. Coronado , Spain (2016)
- [10] FOSSAT C. Les autres facteurs de risque du cancer du col utérin. Medscape Women Health.
- [11] S. Sahraoui, N. Bouras, et al Adénocarcinome du col utérin : étude rétrospective de 83 cas Gynécol Obstét Fertil (2002) ; 30 : 291-8
- [12] Bouchard-Fortier, L. Paszat, MD, J. Murphy et al Management of Abnormal Cervical Cytology Screening in Adolescent and Young Women in a Canadian Colposcopy Centre: A Descriptive Analysis Geneviève ; (2012)
- [13] S. Novellas , M. Fourni, Marcotte boch et al Evaluation en résonance magnétique des carcinomes épidermoïdes du col de l'utérus (2008)
- [14] Mitchell MF, Schottenfeld D, et al Colposcopy for the diagnosis of squamous intraepithelial lesions: a meta- analysis. Obstet Gynecol, (1998 Apr); 91(4): 626-31.
- [15] P. Collinet, J.-P. Estevez, M. Ascencio, M.-O. Farine et al Lésions malpighiennes intraépithéliales par colposcopie en fluorescence : étude de faisabilité clinique (2015)
- [16] B. Lachiri Haddach Etude prospective sur la place de la colposcopie dans le dépistage des lésions intra épithéliales du col utérin à propos de 565 cas à Temara (2009)
- [17] Ruud L. Bekkers , Hedwig P. van de Nieuwenhof et al Does experience in colposcopy improve identification of high grade abnormalities? (2008)
- [18] K. Joan Murphy et al Management of Abnormal Cervical Cytology Screening in Adolescent and Young Women in a Canadian Colposcopy Centre: A Descriptive Analysis. (2012)
- [19] Arsenio Spinillo , Barbara Gardella, et al Diagnostic accuracy of colposcopy in relation to human papillomavirus genotypes and multiple infection . Italy (2014)
- [20] He, Yue MD; Zhao QUN et al Clinical analysis of cervical intraepithelial neoplasia with vaginal intraepithelial neoplasia Medicine: (April 2017)

- [21] Sellors JW, Nieminen P, Vesterinen E, Paavonen J et al Observer variability in the scoring of colpophotographs. *Obstet Gynecol*, (2008 Jan); 111 (1): 7-14.
- [22] J.-L. Merguia,*, X. Carcopinob, J. Marchettac, J. et al La prise en charge des néoplasies intraépithéliales du col de l'utérus : proposition d'une méthode d'évaluation du risque et d'aide à la décision thérapeutique (2010)
- [23] Coppolillo , P. Tauscher, B. Perazzi, J.-C. Boulanger et al Proposal of a new methodology: Tridimensional colposcopy (3D) of the lower genital tract E. (2013)

Evaluation du processus d'innovation dans les projets du génie mécanique

[Assessing the innovation process in mechanical engineering projects]

Imane ZERGOUT¹, Souad AJANA¹, Zineb AIT HADDOUCHANE¹, and Soumia BAKKALI²

¹Département Génie Mécanique,
Université Hassan II / ENSEM,
Casablanca, Maroc

²Département Génie Electrique,
Université Hassan II / ENSEM,
Casablanca, Maroc

Copyright © 2018 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: Innovation is considered as a parameter which reflect the level of development in emerging countries that have oriented their economies towards knowledge and innovation. Indeed, the international indexes used to classify countries according to the level of innovation are based on several technological, scientific and socio-economic elements. At the national level, it is important to measure innovation in all technical and scientific activities, particularly in engineering, whose main function is to propose creative and innovative solutions to complex technical situations. This importance consists in determining the level of performance in this field to be able to develop and stand out from competitors.

This article is in line with this perspective, its objective is to evaluate innovation in mechanical engineering projects and to identify the parameters which characterize their implementation process. This work is a quantitative study based on an assessment grid composed of criteria defined from the literature review. This system is applied within the framework of an empirical study conducted on a sample of mechanical engineering projects carried out within companies belonging to different sectors in collaboration with a Moroccan engineering school. The results of this study are analysed statistically in order to verify whether mechanical engineering projects are innovative and follow a standard innovation process, and to determine the parameters that influence this process.

KEYWORDS: Innovation, creativity, quantitative study, training, engineers, mechanics, Morocco.

RÉSUMÉ: L'innovation est considérée comme un paramètre reflétant le niveau de développement des pays émergents qui ont orienté leur économie vers la connaissance et l'innovation. En effet, les indices internationaux permettant de classer les pays selon le niveau d'innovation prennent en considérations plusieurs éléments technologiques, scientifiques, et socio-économiques. A l'échelle nationale, il est important de mesurer l'innovation dans toute activité technique et scientifique, notamment dans l'ingénierie dont la fonction principale est la proposition de solutions créatives et innovantes pour résoudre des situations techniques complexes. Cette importance réside dans la détermination du niveau de performance dans ce domaine pour pouvoir se développer et se différencier par rapport aux concurrents.

Le présent article s'inscrit dans cette perspective, et il a pour objectif l'évaluation de l'innovation dans des projets appartenant à l'ingénierie mécanique et l'identification des paramètres caractérisant leur processus de réalisation. Ce travail est élaboré sous la forme d'une étude quantitative qui se base sur une grille d'évaluation contenant des critères issus de la littérature. Ce dispositif est appliqué dans le cadre d'une étude empirique menée sur un échantillon de projets du génie mécanique réalisés au sein d'entreprises appartenant à différents secteurs en collaboration avec une école d'ingénieur marocaine. Les résultats

de cette étude sont analysés statistiquement dans le but de vérifier si les projets d'ingénierie mécanique sont innovants et suivent un processus d'innovation standard, et déterminer les paramètres qui influencent ce processus.

MOTS-CLEFS: Innovation, créativité, étude quantitative, formation, ingénieurs, mécanique, Maroc.

1 INTRODUCTION

Face aux défis de la mondialisation, notamment la concurrence accentuée, le progrès technologique et numérique rapide, l'innovation se définit désormais comme une nécessité, et non comme une simple alternative [1]. Elle se considère comme une des forces motrices du développement socio-économique des pays, en particulier pour ceux qui ont une économie émergente tel que le Maroc [2].

La réalisation des grands projets de développement ne peut réussir qu'à travers la contribution d'ingénieurs ayant acquis des compétences hautement qualifiées tel que l'innovation et la créativité grâce à leur formation initiale [3].

Pour que le jeune ingénieur innove, il doit acquérir des compétences techniques et transversales durant la période de sa formation. Pour cette finalité, il doit réaliser des projets individuels et collectifs lui permettant de mettre en œuvre ses habilités en design, conception, management et en résolution de problèmes sous l'encadrement de tuteurs académiques et industriels [4].

Cependant, ces projets ne reflètent pas toujours une grande part d'innovation et de créativité. En effet, les solutions proposées sont souvent sous la forme d'actions d'amélioration classiques et d'applications directes et pragmatiques de notions techniques et scientifiques [5]. Ceci revient à la non-valorisation de l'innovation en ingénierie qui est considérée comme un travail de rigueur qui demande une grande précision et une attention particulière aux détails [6].

Au Maroc, où notre étude est menée, l'innovation a longtemps été négligée par certains professeurs et administrateurs au sein des établissements de la formation des ingénieurs. Ils considèrent l'innovation comme un élément secondaire, la priorité étant pour eux de former des ingénieurs capables de prendre en main l'amélioration du quotidien des marocains (routes, infrastructures, télécommunications,...) [3]. Cette situation réduit l'efficacité du pilotage de l'innovation dans les projets des ingénieurs et des futurs ingénieurs, qui ne respectent pas les méthodologies et les outils du management de l'innovation.

Afin de justifier ces constats, il s'avère nécessaire d'établir une étude ayant pour objectif la quantification de l'innovation dans des projets réalisés dans le domaine de l'ingénierie mécanique. Les résultats de cette quantification permettent d'analyser les étapes du processus de réalisation des projets innovants, et les facteurs qui les caractérisent. Cette étude quantitative vise la réponse à nos questions de recherches suivantes :

- Les projets du génie mécanique sont-ils innovants ?
- Est-ce que les projets du génie mécanique innovants respectent toutes les étapes et les caractéristiques du processus d'innovation ?
- Quels sont les facteurs qui influencent le processus d'innovation dans ces projets ?

Pour atteindre notre objectif, notre étude est structurée comme suit ; nous commençons par exposer l'état de l'art et la méthodologie adoptée. Ensuite nous présentons les étapes de conception du dispositif d'évaluation. Nous enchaînons avec la description du processus de l'étude effectuée, où nous définissons d'abord l'échantillon à étudier, puis nous analysons statistiquement les résultats, et ensuite nous procédons à la discussion de ces résultats en fonction de notre hypothèse de départ. Enfin nous proposons certaines recommandations à mettre en œuvre afin d'améliorer le processus d'innovation dans les projets du génie mécanique.

2 ETAT DE L'ART

2.1 CONCEPT D'INNOVATION

L'innovation est un concept polysémique qui a fait l'objet de plusieurs études depuis les premiers travaux de Schumpeter. La majorité des travaux définissent l'innovation dans le périmètre des entreprises et appartiennent à la discipline du management de l'innovation. Parmi ces travaux on retrouve : [7], [8], [9], [10], [11], [12],...etc.

Il est difficile d'accorder une définition unique et précise pour ce concept, chaque étude perçoit l'innovation d'un angle de vue différent. L'OCDE (l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques) donne une définition générale et

valable pour tous les domaines où apparaît l'innovation. Il définit ce concept dans le manuel d'Oslo comme « l'amélioration ou la mise en œuvre d'un nouveau produit (bien ou service), processus, méthode de commercialisation ou une nouvelle méthode organisationnelle...etc. » [13].

Selon l'afnor, l'innovation est un processus conduisant à l'amélioration ou la création d'un ou de plusieurs produits, procédés, méthodes ou services, susceptibles de répondre à des besoins implicites ou explicites et de générer une valeur économique, environnementale ou sociétale [14].

Morrison et Johnston considèrent l'innovation comme l'aptitude à réaliser une nouvelle idée, objet, produit, processus ou performance en établissant un lien entre une connaissance existante, l'utilisation de l'imagination, l'expérimentation, la prise du risque, le plaisir, et le changement [15].

L'innovation est ainsi le résultat d'un processus complexe et non une transformation spontanée d'une idée [10]. Elle est considérée en même temps, comme un nouveau résultat qui génère une valeur ajoutée et le processus suivi pour parvenir à ce résultat [16], c'est à dire les étapes suivies par la personne innovante pour passer de l'état cognitif à la concrétisation de l'idée [17].

Nous nous sommes référé à ces approches, parce qu'elles étudient les différents aspects sous lesquels l'innovation peut apparaître. En effet, cette réflexion sur l'innovation peut être adoptée non seulement dans le domaine du management des entreprises, mais dans n'importe quel type d'organisme public ou privé, notamment les universités et les écoles d'ingénieurs.

De notre point de vue, le concept d'innovation peut être défini comme un système complexe permettant l'amélioration ou la création d'une nouvelle solution (sous forme d'un produit, service, procédé...), susceptible de générer une valeur économique, environnementale, ou sociétale... en suivant un processus multidisciplinaire mettant en relation différents types de facteurs.

2.2 MESURE DE L'INNOVATION

L'innovation est quantifiée de différentes manières pour répondre à des finalités diverses. A l'échelle internationale, un indice international de l'innovation (Global innovation index (GII)) [18], est mis en place dans le but de classer les pays selon leur niveau d'innovation. Son calcul prend en considération une panoplie de critères et d'indices tel que : le développement socio-économique et environnemental, l'éducation, la recherche et le développement, la production de la technologie et du savoir, l'infrastructure...etc.

Chez les individus, l'évaluation du niveau d'innovation est importante pour distinguer les personnes innovantes et décrire leurs comportements. Ceci permet de comprendre l'aspect social de l'innovation et son apport sur d'autres domaines ; politiques, économiques, technologiques...etc. [19] Bien qu'il soit parfois difficile de quantifier l'innovation et la créativité, parce qu'elles sont conditionnées par des paramètres personnels [20], des travaux dans cette perspective ont déjà été initiés. Nous reportons dans le tableau 1, les démarches suivies par certains auteurs qui ont essayé d'évaluer l'innovation et la créativité chez les ingénieurs et les futurs ingénieurs.

Tableau 1: Quelques travaux dont l'objectif est l'évaluation de l'innovation et de la créativité

Auteurs	Citation de l'article	Démarche suivie	Principaux résultats
P. Livotov ,2015 [21]	"Measuring motivation and innovation skills in advanced course in new product development and inventive problem solving with TRIZ for mechanical engineering students"	Etude quantitative basée sur une formule mathématique et une grille d'évaluation de l'innovation et de la motivation chez des ingénieurs expérimentés et des élèves ingénieurs du génie mécanique.	Evaluation et mesure de la motivation et des compétences liées à l'innovation chez des ingénieurs et des élèves ingénieurs du génie mécanique de l'université Beuth des sciences appliqués à Berlin. Cette étude a pour but la vérification de la pertinence de l'introduction du cours de développement de nouveaux produits et de résolution de problème avec la méthode TRIZ , pour améliorer l'innovation dans la formation en génie mécanique.
I. Badran , 2007[20]	"Enhancing creativity and innovation in engineering education"	Revue de littérature dans le but de concevoir un modèle qui permet de mesurer la créativité et l'innovation en fonction des paramètres personnels et sociaux.	L'introduction d'un diagramme de créativité (Engineering creativity enterprise diagram (ECED)) utilisé en entreprise afin de refléter le niveau d'innovation dans la formation des ingénieurs. Cette étape a permis de concevoir un modèle systémique qui repose sur le développement des cours et des activités susceptibles de promouvoir l'innovation et la créativité des élèves ingénieurs.
C.CHEN, B .C. JIANG et K. HSU ,2005 [22]	"An empirical study of industrial engineering and management curriculum reform in fostering students' creativity"	Etude quantitative se basant sur la version chinoise des tests de l'esprit de créativité de Torrance (TTCT) .L'étude a été menée sur 177 élèves ingénieurs de l'Université Yuan-Ze .	Mesure de la créativité des élèves ingénieurs dans le but d'étudier l'efficacité d'un programme favorisant la créativité dans le cadre de la réforme du curriculum du génie industriel et management (IE&M) dans l'université de Yuan-Ze au Taiwan.

2.3 CRITÈRES D'ÉVALUATION DU PROCESSUS D'INNOVATION

Dans la littérature, ils existent plusieurs critères d'évaluation de l'innovation. Certains critères sont d'ordre commercial, technique, organisationnel et financier [23] [24]

En prenant en compte notre objectif d'étudier le processus d'innovation, nous avons déduit les critères de notre évaluation à partir des travaux ayant défini les caractéristiques du processus de réalisation des projets innovants.

Le processus d'innovation est l'ensemble des étapes qui couvrent toutes les activités scientifiques, techniques, commerciales et financières nécessaires pour aller jusqu'au succès de la commercialisation du produit ou du service. [10]

Plusieurs travaux ont tenté d'établir un modèle succinct du processus d'innovation, notamment [25], [26], [27], [9], [10], [12] ...etc. Nous avons adopté l'approche de Zhang ,2014 [12], parce qu'elle présente le processus d'innovation suivant des étapes généralistes englobant les étapes secondaires définies par les modèles des autres auteurs. Selon cette approche, le processus d'innovation est constitué à partir de deux composantes principales : la créativité et l'implémentation, [12] comme présenté dans la figure 1.

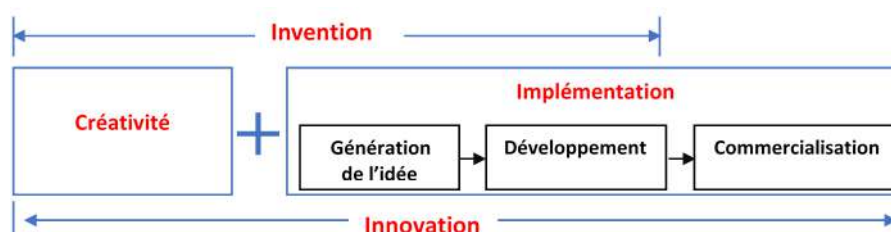


Fig. 1. Les Composantes de l'innovation ([12], p.p 57)

Nous pouvons retenir que l'étude d'un processus d'innovation implique sa fragmentation en plusieurs composantes. Ainsi l'évaluation de notre processus d'innovation, se base sur les deux composantes ; créativité et implémentation.

La créativité se définit comme un processus intellectuel qui vise la génération de plusieurs options chez la personne innovante. C'est la capacité de réaliser une production en se référant à certains critères tel que : l'originalité, l'adaptation à un contexte donné, l'utilité et la création de la valeur [28]. Pour réaliser une production créative, il est nécessaire de suivre une démarche de résolution de problème créative. En amont, elle englobe une étude approfondie du problème, et en aval la transformation des idées en solutions adéquates à la problématique, ainsi que la préparation de leur implémentation [29]. L'étude et la mesure de la créativité reposent donc sur deux volets :

- L'aspect créatif de la solution représenté par : l'originalité de l'idée et son caractère créatif à savoir ; l'aspect technologique, économique...etc. [23] [30] [31]
- L'encadrement de cette solution par des outils et des démarches créatives. [31] [29]

La deuxième phase du processus d'innovation est l'implémentation qui permet de transformer l'idée créative en produit réel. Elle fait souvent référence à l'ensemble des activités mises en œuvre pour transformer une idée de produit nouveau en une réalisation effective [28]. Elle se compose de trois étapes principales : la génération de l'idée, le développement et la commercialisation.

La combinaison des trois phases du processus, à savoir la créativité, la génération de l'idée et son développement donne naissance à l'invention. On peut parfois confondre l'invention avec l'innovation alors qu'ils sont deux concepts différents. L'invention est l'apparition de l'idée d'un nouveau produit ou processus, tandis que l'innovation est le premier essai de sa réalisation et sa commercialisation. [32]

Nous pouvons déduire que l'étude de l'implémentation de la solution créative doit répondre aux critères suivants :

- Génération de l'idée à travers la réalisation d'une veille technologique ayant pour but le suivi de l'actualité du développement du domaine où on souhaite implémenter la solution innovante, le choix et la justification de la solution adoptée. [30]
- Management de l'innovation par des méthodes et des outils adéquats [21].
- Développement technique [23]
- Faisabilité et utilité de l'innovation [24] [31]
- Réalisation de l'innovation après avoir trouvé une source de financement [24]
- Diffusion et commercialisation de l'innovation [23] [24]

2.4 CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Les établissements de formation et en particulier les écoles d'ingénieurs représentent un environnement où règnent les inventions et les idées innovantes des futurs ingénieurs [5]. Leur fonction principale au Maroc est de satisfaire les besoins sectoriels des différents domaines sociaux et économiques. [33]

La formation des ingénieurs est stratégique pour le Maroc, puisqu'elle forme des cadres dotés de compétences nécessaires à la réussite des grands projets de développement. L'innovation et la créativité résident parmi ces compétences aux quelles le gouvernement a dernièrement accordé une attention particulière. Il a mis en place un nombre important de programmes, plans, et initiatives promouvant l'innovation. [3]

L'originalité de ce travail réside dans le fait que l'étude du processus d'innovation dans l'ingénierie mécanique au Maroc est un domaine peu exploré selon le faible nombre de travaux trouvés dans la littérature.

Notre mesure de l'innovation est cadrée dans le périmètre des projets d'ingénierie mécanique réalisés suite à une collaboration entre l'Ecole nationale supérieure d'électricité et de mécanique (ENSEM) de Casablanca et des entreprises appartenant à des secteurs différents au Maroc . Ces projets sont réalisés par des élèves ingénieurs durant le dernier semestre de leur formation, au sein d'une entreprise, sous le tutorat d'un professeur d'une part, et d'un industriel d'autre part. Ce projet permet au futur ingénieur la transition du milieu universitaire au milieu professionnel. Il représente une opportunité de création de liens et de partage d'expériences entre l'industrie et les écoles d'ingénieurs. Il est bénéfique pour les entreprises, parce qu'il permet de résoudre des problématiques issues de besoins réels, raison pour laquelle, elles consacrent souvent un budget pour la réalisation des solutions jugées pertinentes et innovantes, qui sont proposées et détaillées par les élèves ingénieurs. Un projet en génie mécanique est validé par sa richesse technique et sa pertinence et s'il appartient en particulier aux catégories suivantes ;

- Le management de la qualité, l'hygiène, la sécurité et l'environnement (QHSE)
- La maintenance industrielle
- La conception et le dimensionnement des systèmes mécaniques
- L'étude et la modélisation des structures mécaniques
- L'optimisation des performances industrielles

Les élèves ingénieurs réalisant ces projets appartiennent aux principales spécialités du génie mécanique que nous explicitons ci-dessous en se basant sur les descriptifs de leurs accréditations ;

- La spécialité conception mécanique et production intégrée (CMPI), vise la formation des ingénieurs spécialistes de l'ingénierie des produits, en maîtrisant des méthodes et des outils pour l'innovation, la recherche et le développement, ainsi que les techniques d'industrialisation. Les activités pédagogiques (cours, travaux pratiques et projets) abordent des problématiques de nature technique à savoir : la conception, le dimensionnement et la modélisation des systèmes mécaniques, l'optimisation de la production, l'étude technique de la maintenance des systèmes mécaniques.
- La spécialité qualité maintenance et sécurité industrielle (QMSI), permet à l'ingénieur d'acquérir des connaissances scientifiques et techniques nécessaires à l'identification, la compréhension, la maîtrise et la résolution des problèmes posés par le management, la maîtrise des processus, la qualité, la maintenance et la sécurité industrielle, tels qu'ils se présentent réellement dans l'industrie.
- La spécialité génie des systèmes mécaniques (GSM), prépare les futurs ingénieurs à l'approche de l'étude, la conception et la simulation des machines, des équipements, des structures ou tous types de systèmes mécaniques incorporant diverses technologies mécaniques, en se basant sur des outils de la CAO moderne, tel que la modélisation géométrique, les éléments finis ou la réalité virtuelle.

Dans cette optique, les ingénieurs mécaniciens au Maroc reçoivent une formation qui les prépare à être des spécialistes industriels, dont la fonction principale est la résolution de problèmes techniques complexes et pluridisciplinaires. La réalisation d'une solution efficace et innovante ne peut aboutir sans le respect d'un processus bien déterminé qui mobilise des méthodes et des outils techniques, scientifiques et managériaux. A partir de ce constat et d'observations issues de l'industrie, nous pouvons formuler l'hypothèse suivante :

« Les projets du génie mécanique au Maroc sont innovants et suivent les étapes d'un processus d'innovation standard ».

Par conséquent, tout au long de cette étude, nous essayons de vérifier la validité de cette hypothèse à travers l'évaluation réalisée sur un échantillon de projets du génie mécanique au Maroc.

3 MÉTHODOLOGIE ET DÉMARCHE DE L'ÉTUDE

La démarche de notre étude qui consiste à évaluer l'innovation dans des projets du génie mécanique est quantitative. Elle permet de fragmenter un phénomène observé en plusieurs sous-parties qui sont transformées en des variables mesurables [34]. Nous adoptons la grille d'évaluation comme un outil d'observation et de mesure pour notre étude quantitative. C'est une méthode qui offre la possibilité de donner un jugement sur la qualité de productions, de processus ou d'apprentissages complexes [35].

La figure 2 représente la démarche suivie pour l'élaboration de notre grille d'évaluation.

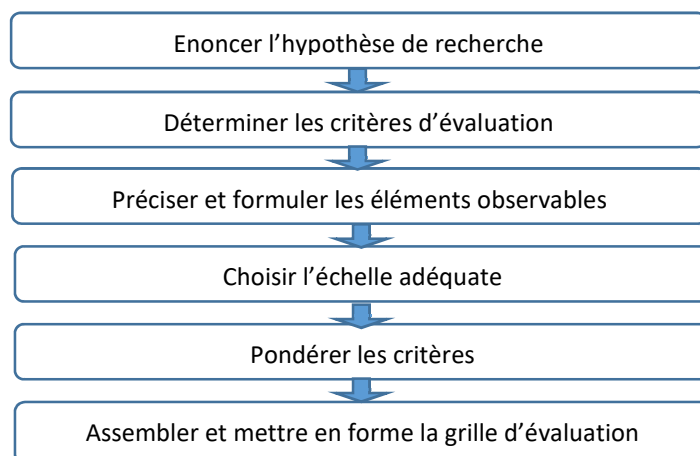


Fig. 2. La démarche d'élaboration de la grille d'évaluation

Nous reprenons dans la grille d'évaluation les résultats de notre revue de littérature. En effet, nous associons aux composantes du processus d'innovation des critères et des éléments observables qui l'explicitent et offrent la possibilité de les mesurer.

La première étape consiste à distinguer les projets innovants des projets non-innovants en se basant sur la définition de l'innovation établie dans l'état de l'art.

Nous appliquons la grille d'évaluation uniquement aux projets estimés innovants. Nous détaillons dans le tableau 2, les critères et les éléments observables relatifs aux composantes du processus d'innovation, à savoir ; la créativité et l'implémentation.

Tableau 2: Eléments constituant la grille d'évaluation de l'innovation dans les projets du génie mécanique

Composantes	Critères	Eléments observables
C1.Créativité	C1.1 Créativité de la solution	Originalité de l'idée
		Caractère créatif : aspect technologique, économique...
	C1.2 Encadrement de la créativité	Suivi d'une démarche de résolution de problèmes créative
C2. Implémentation	C2.1 Génération de l'idée	Veille technologique
		Justification du choix de l'idée
	C2.2 Management de l'innovation	Suivi d'une méthode, de processus, d'outils de management de l'innovation
	C2.3 Développement technique	Développement et étude technique de la solution
	C2.4 Faisabilité de l'innovation	Etude de la faisabilité de la solution : Technique, financière, réglementaire, environnementale
	C2.5 Réalisation de l'innovation	Trouver une source de financement
		Concrétisation de la solution
	C2.6 Diffusion de l'innovation	Commercialisation du projet

L'outil de l'évaluation est rempli après une étude approfondie des livrables des projets de fin d'études qui sont effectués dans des entreprises durant une période allant de 4 à 6 mois. Ces livrables sont des rapports contenant une description exhaustive des étapes de réalisation du projet ainsi que les résultats obtenus, des présentations avec le logiciel PowerPoint résumant le projet, et d'autres éléments qui varient d'un projet à un autre tel que : des devis, des dessins de définition, des applications ...etc

Nous attribuons à chaque projet des notes adéquates selon le niveau de satisfaction aux différents critères. Pour les critères des composantes C1 et C2, nous avons opté pour une échelle descriptive analytique sous forme d'une échelle de Likert. [36]

Nous explicitons dans le tableau 3 la description de l'échelle d'appréciation adoptée.

Tableau 3: Échelle adoptée pour noter les projets innovants

Echelle	Description
1	Non satisfait
2	Peu satisfait
3	Satisfait
4	Totalement satisfait

4 RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION

4.1 CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉCHANTILLON

Nous avons traité et analysé les résultats de notre étude à l'aide du Logiciel SPSS (Statistical Package for Social Science).

Notre échantillon se compose de projets réalisés par des élèves ingénieurs des trois filières du génie mécanique de l'ENSEM à savoir : GSM, CMPI, et QMSI, et appartenant aux promotions 2015, 2016 et 2017.

Notre échantillon dispose des caractéristiques suivantes :

- Nous avons étudié un total de 116 projets, réalisés par 182 élèves ingénieurs au sein de 75 entreprises différentes, dont 50 sont réalisés par un seul élève ingénieur (monôme) et 66 par un groupe de deux élèves (binôme) ;
- Le genre des élèves ingénieurs est : 31% du genre féminin et 69% du genre masculin ;

Les projets étudiés sont réalisés au sein d'entreprises appartenant à des secteurs divers comme représenté dans le diagramme de la figure 3.

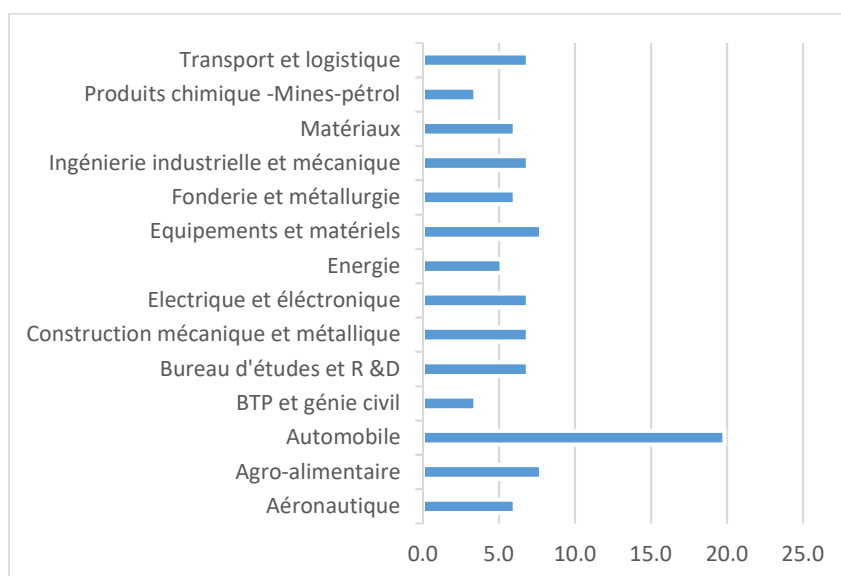


Fig. 3. Les secteurs des entreprises où les projets de l'échantillon ont été réalisés

Il est bien remarquable que le plus grand taux des projets du génie mécanique est réalisé au sein d'entreprises appartenant au secteur automobile. Ceci s'explique par plusieurs facteurs : l'adéquation entre les besoins de ce secteur et le profil des ingénieurs du génie mécanique, les conventions entre l'ENSEM et les industries automobiles...etc.

4.2 RÉSULTATS DE L'ANALYSE DES PROJETS DU GÉNIE MÉCANIQUE

4.2.1 RÉSULTATS DES PROJETS NON-INNOVANTS

La première étape de l'étude consiste à choisir les projets innovants qui répondent à la définition de l'innovation. Il résulte que le taux des projets qui ne sont pas innovants est 70 %. L'analyse de ces projets montre que 52,5% de ces projets représentent une problématique simple qui ne suscite pas la créativité et l'innovation, et 47,5% de ces projets représentent une situation complexe dont la résolution nécessite la proposition d'une solution innovante, mais l'équipe du projet s'est contenté de proposer des solutions d'améliorations simples et classiques telles que l'achat de nouveaux matériels, la mise en place de procédures standards... etc.

Nous avons étudié la répartition des projets non-innovants suivant la spécialité des élèves ingénieurs et la catégorie à laquelle appartiennent ces projets et que nous avons définie dans le contexte de l'étude.

Le graphe de la figure 4 montre que les projets de la spécialité QMSI sont les moins innovants. Ceci revient à plusieurs paramètres : les compétences acquises par les étudiants, la place de l'innovation dans le curriculum et les systèmes pédagogiques, la culture de l'innovation...etc.

Dans le graphe de la figure 5, il s'avère que les projets appartenant aux deux catégories maintenance et management QHSE sont les moins innovants. En effet, la plupart de ces projets proposent la mise en place d'un système de management en se basant impérativement sur des référentiels et des guides standards, ce qui contredit la part de la créativité dans le processus d'innovation.

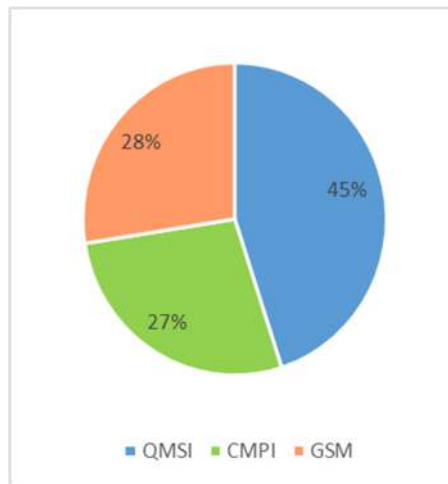


Fig. 4. La répartition des projets non-innovants selon les trois spécialités du génie mécanique

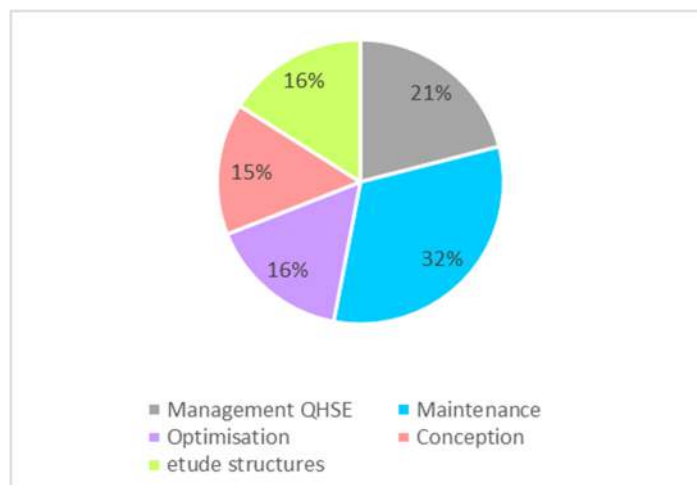


Fig. 5. La répartition des projets non-innovants selon les catégories des projets du génie mécanique

4.2.2 RÉSULTATS DES PROJETS INNOVANTS

Les projets sélectionnés et estimés comme des projets innovants représentent le nouvel échantillon auquel la grille d'évaluation a été appliquée. Les résultats de cette évaluation sont analysés selon plusieurs paramètres. Le graphe de la figure 6 illustre les taux de satisfaction des projets innovants de l'échantillon aux critères d'évaluation.

D'après ce graphe, bien que ces projets soient innovants, ils n'ont pas suivi toutes les étapes du processus d'innovation. En effet, le critère correspondant à la réalisation et la diffusion de l'innovation n'ont pas été satisfaits par un taux supérieur à la moitié de l'échantillon.

D'autre part, les taux correspondant à la satisfaction aux critères : encadrement de la créativité et management de l'innovation, montrent que la majorité des projets étudiés sont pauvres en termes d'outils de management et de structuration de la créativité et de l'innovation. C'est-à-dire que les méthodologies suivies pour élaborer les projets innovants ne se basent pas sur des démarches de résolution de problèmes créatives ou des méthodes d'innovation telle que l'outil TRIZ...etc.

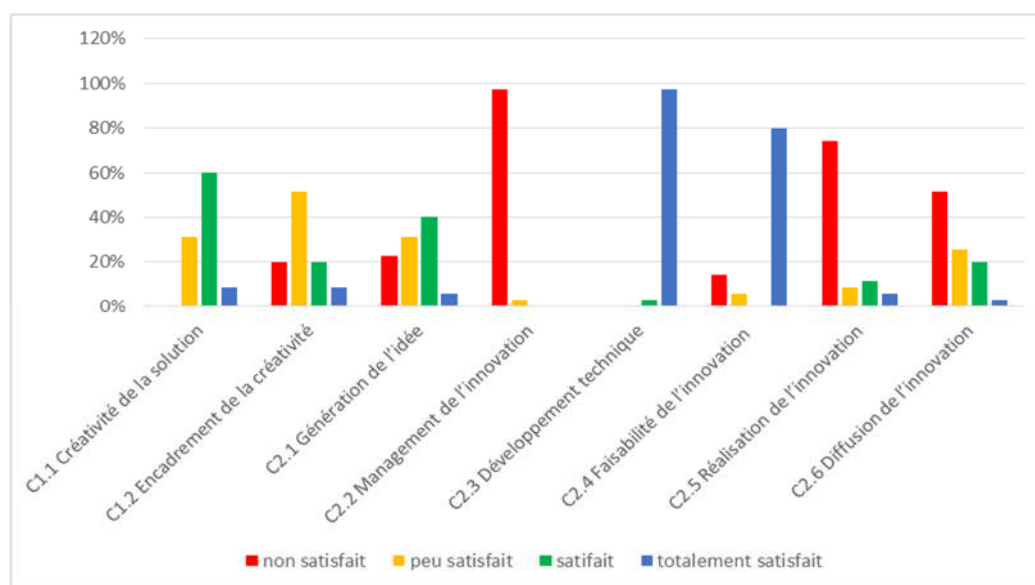


Fig. 6. Graphe du taux de satisfaction des projets du génie mécanique aux critères d'évaluation du processus d'innovation

Par ailleurs, le développement technique et la faisabilité de l'innovation sont des critères qui sont satisfaits par la quasi-totalité de l'échantillon. Ceci montre que les projets du génie mécanique sont techniquement riches et méthodiques.

L'identification des facteurs qui influencent le processus d'innovation est l'un des objectifs principaux de notre étude. Pour ce faire, nous avons calculé les moyennes des notes obtenues pour chaque critère et nous les avons classées selon la spécialité des élèves ingénieurs ayant participé à la réalisation du projet, la catégorie à laquelle appartient le projet, et le secteur de l'entreprise où le projet innovant a été réalisé.

ANALYSE DES RÉSULTATS SELON LA SPÉCIALITÉ DES ÉLÈVES-INGÉNIEURS

Le tableau 4 présente les moyennes correspondant à la satisfaction des projets aux critères de l'évaluation du processus d'innovation, classées selon la spécialité des élèves-ingénieurs.

Tableau 4: Les moyennes des notes obtenues par chaque spécialité du génie mécanique

	QMSI	CMPI	GSM
C1.1 Créativité de la solution	2,00	3	2,5
C1.2 Encadrement de la créativité	2,00	2,31	2,00
C2.1 Génération de l'idée	2,50	3	2,27
C2.2 Management de l'innovation	1,00	1,06	1,00
C2.3 Développement technique	3,00	4,00	4,00
C2.4 Faisabilité de l'innovation	3,50	3,50	3,40
C2.5 Réalisation de l'innovation	1	1,75	1,27
C2.6 Diffusion de l'innovation	1,75	1,81	1,67

Les trois spécialités du génie mécanique ont des moyennes rapprochées, avec un peu d'avance au profit de la filière CMPI pour certains critères en particulier ceux qui sont relatifs à la créativité. Ceci montre que le programme de formation de cette spécialité, et qui se base sur des matières qui mettent en lumière les techniques de la conception, le design et la création des systèmes mécaniques contribuent au développement de la créativité chez les futurs ingénieurs.

La moyenne de satisfaction au critère du management de l'innovation est faible pour les trois filières, ceci revient à l'absence des cours et des activités promouvant l'innovation dans le curriculum du génie mécanique.

ANALYSE DES RÉSULTATS SELON LA CATÉGORIE DU PROJET

Le tableau 5 présente les moyennes correspondant à la satisfaction des projets aux critères de l'évaluation du processus d'innovation, classées selon la catégorie à laquelle appartient le projet étudié.

Tableau 5: Les moyennes des notes obtenues par chaque catégorie des projets du génie mécanique

	Maintenance	Optimisation de la production	Conception et dimensionnement des systèmes mécaniques	Etude et simulation des systèmes mécaniques
C1.1 Créativité de la solution	2,00	2,50	3,00	2,43
C1.2 Encadrement de la créativité	2,00	2,50	2,3	1,43
C2.1 Génération de l'idée	1,50	2,00	2,45	2,14
C2.2 Management de l'innovation	1,00	1,00	1,05	1,00
C2.3 Développement technique	4,00	3,75	4,00	4,00
C2.4 Faisabilité de l'innovation	4,00	2,75	4,00	3,57
C2.5 Réalisation de l'innovation	1,00	1,75	1,50	1,14
C2.6 Diffusion de l'innovation	1,50	2,00	1,73	1,43

La catégorie du projet joue un rôle important dans l'innovation. Ils existent des différences remarquables entre les résultats des catégories étudiées. La catégorie Conception et dimensionnement des systèmes mécaniques devance le reste des catégories en ce qui concerne les critères relatifs à la créativité, la génération de l'idée et le développement technique. Quant aux critères relatifs à la concrétisation, la commercialisation de la solution innovante et le management de l'innovation, ils n'ont été satisfaits par aucune catégorie.

ANALYSE DES RÉSULTATS SELON LE SECTEUR DE L'ENTREPRISE

Le tableau 6 présente les moyennes correspondant à la satisfaction des projets aux critères de l'évaluation du processus d'innovation, classées selon le secteur de l'entreprise où le projet a été réalisé.

Tableau 6: Les moyennes des notes obtenues par secteur de l'entreprise

	Automobile	Aéronautique	Matériaux	Transport et logistique	Construction mécanique et métallique	Bureau d'études et R&D	BTP et génie civil	Energie	Fonderie et métallurgie	Ingénierie industrielle et mécanique
C1.1 Créativité de la solution	2,79	3,33	3,00	2,50	2,00	3,00	3,00	4,00	3,00	2,00
C1.2 Encadrement de la créativité	2,00	3,33	2,67	1,75	2,00	2,00	2,00	4,00	2,23	1,50
C2.1 Génération de l'idée	2,29	2,67	2,67	2,50	3,00	2,00	3,00	3,00	1,67	1,50
C2.2 Management de l'innovation	1,00	1,00	1,00	1,25	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
C2.3 Développement technique	3,93	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
C2.4 Faisabilité de l'innovation	2,86	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,25
C2.5 Réalisation de l'innovation	1,21	3,00	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	4,00	2,00	1,00
C2.6 Diffusion de l'innovation	1,57	3,00	2,00	1,50	1,00	1,00	1,00	4,00	2,00	1,25

Le secteur de l'entreprise a un impact important sur le processus d'innovation. Les résultats les plus marquants concernent les deux secteurs d'aéronautique et d'énergie qui ont obtenu les moyennes les plus élevées pour la plupart des critères de l'évaluation. Ceci vient en accord avec la stratégie de développement de ces deux domaines au Maroc, qui ont mis en place plusieurs plans et projets pour promouvoir l'innovation et le développement durable.

Les moyennes les plus faibles pour tous les secteurs de notre échantillon correspondent toujours au management de l'innovation.

4.3 DISCUSSION DES RÉSULTATS

D'après les résultats des moyennes générales et de la répartition des projets innovants, nous soulignons que la spécialité des réalisateurs de l'innovation, la nature et l'environnement du projet (représenté par le secteur de l'entreprise) influencent de façon significative le processus d'innovation des projets de notre échantillon. En effet, les compétences et les connaissances acquises par le futur ingénieur pendant sa formation agissent sur ses capacités cognitives et sur les méthodes et les démarches qu'il adopte pour résoudre une problématique technique. Les caractéristiques et la genèse des projets imposent des outils et des méthodes techniques et scientifiques conventionnelles pour étudier et développer les solutions innovantes. Par ailleurs, l'environnement où le projet innovant a été réalisé définit plusieurs éléments qui peuvent représenter un support pour l'innovation, nous citons la stratégie et la politique mise en place par l'état pour promouvoir l'innovation dans certains secteurs, la culture dominante, le financement...etc. Cependant, l'environnement peut parfois contraindre l'innovation à cause de certains obstacles tel que le risque économique, la résistance au changement, la politique gouvernementale, les problèmes financiers, les relations entre l'université et l'industrie... [37]

L'étude des critères relatifs à la créativité montre que les solutions proposées dans les projets non créatifs se présentent comme des solutions classiques et récurrentes. Les démarches de résolution de problèmes créatives sont rarement utilisées et elles sont substituées par des démarches standards et normatives.

Concernant les critères de la phase de l'implémentation, nous mettons en lumière les résultats extrêmes. D'une part, les deux phases du processus qui sont traitées dans la majorité des projets sont le développement technique et la faisabilité de l'innovation. Ceci s'explique par la maîtrise de l'ingénieur en génie mécanique des savoir-faire et des méthodes techniques acquises durant sa formation qu'il met en pratique pour répondre aux exigences du milieu industriel.

D'autre part, les critères correspondant au management de l'innovation, la concrétisation et la diffusion de la solution innovante ne sont pas satisfaits par la plupart des projets. Ceci peut être dû à plusieurs raisons à savoir : la non-valorisation de l'innovation, l'absence de formations en management de l'innovation dans le domaine de l'ingénierie mécanique, la peur du risque et la résistance au changement qui peuvent être engendrées par l'adoption d'une nouveauté, la tendance vers les solutions connues et classiques, les problèmes de financement des projets innovants...etc.

Pour synthétiser notre analyse, nous pouvons déduire que le niveau d'innovation est généralement faible dans les projets du génie mécanique. Ces derniers ne répondent pas à toutes les étapes du processus d'innovation suite à des raisons d'ordre techniques et managériales. Ce résultat représente une infirmation de notre hypothèse de départ.

Il s'avère donc nécessaire de mettre en œuvre un plan d'action visant le développement et la valorisation de l'innovation au sein de la formation en génie mécanique.

5 CONCLUSION

L'intérêt du présent travail est d'évaluer l'innovation des projets de fin d'études réalisés par les élèves ingénieurs du génie mécanique. Dans cette évaluation, nous nous sommes concentrés sur trois composantes principales caractérisant l'innovation : l'aspect innovant des projets, la créativité, et l'implémentation. Nous avons conçu une grille d'évaluation à partir de critères relatifs à chaque composante. Les résultats de cette évaluation nous ont permis de déterminer les éléments critiques sur lesquels nous devons agir dans notre plan de développement de l'innovation à savoir : le non-respect des phases du processus d'innovation, l'absence des méthodes et des outils du management de l'innovation, et le non aboutissement de la réalisation et la diffusion de l'innovation.

Nous proposons déployer un plan d'action qui prend en considération les recommandations suivantes :

- Proposer un modèle de processus d'innovation à suivre lors de la réalisation des projets innovants. Il se caractérise par des étapes, des méthodes et des outils adaptés aux spécificités du génie mécanique.
- Intégrer un cours sur le management de l'innovation dans les programmes de formation initiale et professionnelle du génie mécanique.
- Veillez sur la propagation de l'esprit d'innovation et de créativité chez les ingénieurs et les futurs ingénieurs en organisant des événements promouvant l'innovation (compétitions, conférences, ateliers créatifs, formations...) et en faisant intervenir des spécialistes dans le domaine.
- Consacrer un budget pour la réalisation des projets innovants.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le département du génie mécanique de l'ENSEM qui nous a accordé les documents nécessaires pour la réalisation de cette étude. Nous remercions également le centre national pour la recherche scientifique et technique (CNRST) au Maroc pour le financement de ce travail de recherche.

RÉFÉRENCES

- [1] Elhadani, D., Boudi, E., « Modélisation du processus d'innovation à l'aide de l'approche systémique », 2014.
- [2] Association Marocaine des investisseurs en capital, Grant Thornton conseil, « Etat des lieux sur le financement de l'Innovation au Maroc », 2014.
- [3] L.Gardelle, E.C. Gill, « Note de synthèse sur les modèles de formation d'ingénieurs en Europe et dans quelques pays émergents », 2015.
- [4] F. O. Soares, M. J. Sepúlveda, S. Monteiro, R. M. Lima, J. Dinis-Carvalho, "An integrated project of entrepreneurship and innovation in engineering education," *Mechatronics*, 23, pp. 987–996, 2013.
- [5] J. Forest, M. Chouteau, C. Nguyen, "Conceptions de l'innovation et formations de l'ingénieur," *Les cahiers du Musée des confluences*, Musée des Confluences, 7 : Innovation, pp. 37-47, 2011.

- [6] K.Kazerounian, and S. Foley, "Barriers to creativity in engineering education: A study of instructors and students perceptions". Journal of Mechanical Design, 129, 761-768, 2007.
- [7] J.A. Schumpeter, "The theory of economic development", Harvard University Press, Cambridge, MA, 1934.
- [8] C. Freeman and L. Soete, "the economics of industrial innovation", Routledge, Printer, 3th edition, 1997.
- [9] T.M. Amabile, R. Conti, H. Coon, J. Lazenby, M. Herron, "Assessing the work environment for creativity", The Academy of Management Journal, Vol39N.5, pp. 1154-1184, 1996.
- [10] F.Romon, « Le management de l'innovation. Essai de modélisation dans une perspective systémique », Ecole Centrale Paris, Français, <tel-00009312>, 2003.
- [11] K. Galanakis, "Innovation process. Make sense using systems thinking", Technovation, Vol.26 No.11, pp.1222-1232, 2006.
- [12] Q. ZHANG, "Process modeling of innovative design using systems engineering", université de Strasbourg, 2014.
- [13] OECD OSLO "manual guidelines for collecting and interpreting innovation data", ISBN 92-64-01308-3 – No. 54261, VOL 3, 2005.
- [14] Afnor Normalisation, « FD X50-271. Management de l'innovation - Guide de mise en œuvre d'une démarche de management de l'innovation », Afnor, 2014.
- [15] A.Morrison B.and Johnston, "Personal creativity for entrepreneurship: teaching and learning strategies. Active Learning in Higher Education", 4, 145–158, 2006.
- [16] S. Fernez-walch and F.Romon, « Management de l'innovation, de la stratégie aux projets », 3ème édition, p 14, Magnard-Vuibert, septembre 2013.
- [17] G.Zaltman, R. Duncan and J. Holbek, "Innovations and organizations". New York: John Wiley, 1973.
- [18] Cornell University, INSEAD, et WIPO, 2015.
- [19] E. Ronald Goldsmith and R. Foxall Gordon, "The Measurement of Innovativeness The International Handbook on Innovation ELSEVIER 321-330, 2003.
- [20] I. Badran, "Enhancing creativity and innovation in engineering education, European Journal of Engineering Education", 32:5, 573-585, 2007.
- [21] P. Livotov, "innovation skills in advanced course in new product development and inventive problem solving with TRIZ for mechanical engineering students", World Conference: TRIZ FUTURE, TF 2011-2014 Procedia Engineering 131, 767 – 775, 2015.
- [22] C. CHEN, B. C. JIANG and K. HSU, "Engineering and management curriculum reform in fostering students' Creativity" European Journal of Engineering Education, Vol. 30, No. 2, 191–202, May 2005.
- [23] Wojciech Nasierowski, "Criteria for Assessment/Selection of Innovative Projects", PICMET Proceedings, 9-13 July, Istanbul, Turkey, PICMET, 2006.
- [24] M. H.Frederiksen and M. P. Knudsen, "From Creative Ideas to Innovation Performance: The Role of Assessment Criteria", CREATIVITY AND INNOVATION MANAGEMENT, 2017.
- [25] B.BERNSTEIN, P.J. and Singh, "An integrated innovation procedss model based on practices of Australian biotechnology firms"; Technovation, Vol. 26 No. 5-6, PP. 561-572, 2006.
- [26] R.ROTHWELL, "Towards the fifth generation innovation process", International marketing review, vol 11, No 1, pp.7-31, 1994.
- [27] R.G. Cooper, "Stage-gate systems: a new tool for managing new products", business horizons, vol 33, no 3, pp. 44-54, 1990.
- [28] P. Bila-Deroussy, C. & S. D. Kaba, "Addressing complexity in design: a systemic model of creativity and guidelines for tools and methods", International Journal of Design Creativity and Innovation, 2015
- [29] G.Aznar, « Les inventeurs de la créativité », Editions Créa université, Paris, 2012.
- [30] Doctoriales, « Eléments d'évaluation du projet innovant », Normandie 2011.
- [31] Agence de promotion de l'industrie et de l'innovation. « Grille d'évaluation -Concours National de l'Innovation 2016 ». Tunisie, 2016.
- [32] J. Fagerberg, "Innovation : A guide to the literature", in Fagerberg, J., Mowery, D.C. and Nelson, R.R (Eds), The Oxford Handbook of innovation, Oxford University Press, 2006.
- [33] K. Mellakh, « La formation des ingénieurs par le système d'enseignement supérieur au Maroc Les ingénieurs maghrébins dans les systèmes de formation », IRMC. pp.225. 2001.
- [34] L.Cohen, L. Manion, and K. Morrison, "Research methods in education", London : Routledge, 2007.
- [35] G.SCALLON, « L'évaluation des apprentissages dans une approche par compétences », Saint-Laurent : ERPI, 2004.
- [36] R. Likert, "A technique for the measurement of attitudes", New York : Columbia university Press, 1932.
- [37] N.Lagziri, H.Achelhi, M.Bennouna, et P. Truchot, « Les barrières comme déterminants de l'innovation au Maroc: Cas de la région de Tanger-Tétouan », International Journal of Innovation and Applied Studies, 4 (1), 203-221, 2013.

Mort in utéro: Fréquence et facteurs de risque dans la ville de Goma en République Démocratique du Congo

[Death in utero: frequency, risk factors in Goma town in Democratic Republic of Congo]

Kyembwa Mulyumba Michel¹, Kahambwe Ekoko Grace¹, Taji Leki Sosthène², Mumbere Mathumo³, Likilo Osundja Jeremy⁴, and Katenga Bosunga⁴

¹Département de Gynécologie-Obstétrique, Faculté de Médecine, Université de Goma, Goma, RD Congo

²Département de Gynécologie-Obstétrique, Faculté de Médecine, Université de Bunia, Bunia, RD Congo

³Département de Gynécologie-Obstétrique, Faculté de Médecine, Université Catholique de Graben, Butembo, RD Congo

⁴Département de Gynécologie-Obstétrique, Faculté de Médecine et de Pharmacie, Université de Kisangani, Kisangani, RD Congo

Copyright © 2018 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: *Introduction:* In utero death is one of the most common situations in obstetrical practice and is often poorly tolerated by pregnant and nursing staff. The objectives of this study were to determine its frequency and to identify the risk factors at the North Kivu Provincial Hospital in Goma. *Methods:* This was a cross-sectional and descriptive case-control study that determined the frequency of death in utero and identified risk factors. For this study period, 55 in utero deaths were recorded out of a total of 1218 deliveries. For risk factor research, the match ratio was 2 controls with live birth for a case of death in utero. *Results:* The frequency of death in utero at the North Kivu Provincial Hospital in Goma was 4.5%. After adjustment, celibacy ($p = 0.004$, 95% OR = 4.67), parity greater than 3 ($p = 0.021$, 95% OR = 2.45), CPN deficiency ($p = 0.000$, 95% OR = 6.23), the history of in utero death ($p = 0.000$, 95% OR = 16.71), and morbid diseases were identified as factors associated with the risk of onset of death. *Conclusion:* The frequency of death in utero was 4.5%. Among the factors studied, the risk of death in utero in our environment is associated with celibacy, multiparity, lack of ANC, history of MIU and morbid maternal diseases.

KEYWORDS: Frequency, In utero death, Goma.

RÉSUMÉ: *Introduction:* la mort in utero est l'une des situations les plus fréquentes dans la pratique obstétricale et souvent mal tolérée par la gestante et le personnel soignant. Les objectifs de cette étude étaient de déterminer sa fréquence et d'en identifier les facteurs de risque à l'Hôpital Provincial du Nord Kivu à Goma.

Méthodes: il s'est agi d'une étude transversale et descriptive, type cas-témoin, qui avait permis de déterminer la fréquence de la mort in utero et de déterminer ses facteurs de risque. Pour cette période d'étude, 55 cas de mort in utero étaient enregistrés sur un total de 1218 accouchements. Pour la recherche des facteurs de risque, le ratio d'appariement était de 2 témoins avec naissance vivante pour un cas de mort in utero.

Résultats: la fréquence de la mort in utero à l'Hôpital Provincial du Nord Kivu à Goma était de 4,5%. Après ajustement, le célibat ($p=0,004$, OR à 95% =4,67), la parité supérieure à 3 ($p=0,021$, OR à 95% =2,45), l'insuffisance des CPN ($p = 0,000$, OR à 95% = 6,23), l'antécédent de mort in utero ($p = 0,000$, OR à 95% = 16,71), et de maladies morbides ont été retenus comme facteurs associés au risque de survenue de la mort in utero.

Conclusion: la fréquence de la mort in utero était de 4,5%. Parmi les facteurs étudiés, le risque de survenue de mort in utero dans notre milieu est associé au célibat, à la multiparité, à l'insuffisance des CPN, aux antécédents de MIU et aux maladies maternelles morbides.

MOTS-CLEFS: Fréquence, Mort in utero, Goma.

1 INTRODUCTION

La mort in utero (MIU), comprise dans la mortinaissance, se définit par tout décès fœtal avant la mise en travail, survenant après la limite de la viabilité fœtale telle qu'elle a été fixée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), à savoir 22 semaines d'aménorrhées (SA) ou un poids de naissance de plus de 500 grammes [1,2]. Elle représente l'une des complications majeures de la grossesse observée dans la pratique obstétricale. Sa prévalence varie à travers le monde d'une région à une autre : avec 2 % dans le monde et 0,5 % dans les pays à hauts revenus [3].

Selon l'organisation mondiale de la santé, 7.5% de fœtus meurent en Afrique pendant la période périnatale, soit 4.1% pendant la période anténatal et 3.4% dans la période néonatale précoce [4]. La mort du fœtus avant sa naissance est un événement traumatisant, mais aussi à la base de multiples questions pour la gestante et pour l'obstétricien [3].

Cependant, très peu d'études à notre connaissance ont abordé ce sujet dans nos milieux, ce qui nous a poussé à initier la présente étude. Il découle de cette motivation la question de savoir quel est le profil épidémio-clinique de la mort in utero et quels en sont les facteurs de risque.

L'objectif général est de contribuer à la réduction du taux de la mortalité anténatale à Goma. De cette préoccupation primordiale se dégagent comme objectifs spécifiques de déterminer la prévalence et d'identifier les facteurs de risque de la mort in utero dans notre milieu d'étude.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

Il s'agissait d'une étude descriptive analytique de type cas témoin. Cette étude monocentrique concernait toutes les gestantes admises à l'Hôpital Provincial du Nord Kivu pour mort in utero pendant la période d'une année allant du 1^{er} Janvier au 31 Décembre 2017. Pour cette période d'étude, 55 cas de mort in utero étaient enregistrés sur un total de 1218 accouchements. Etaient incluses, les gestantes avec mort in utero confirmée par l'échographie obstétricale. Les morts fœtales suite à une interruption volontaire de la grossesse et celles avec fœtus malformés ont été exclues de cette étude. Le cas a été défini comme toute gestante avec mort in utero dont l'âge gestationnel était supérieur ou égal à 24 semaines d'aménorrhée ; pour les cas dont la date des dernières règles n'était pas connue, nous avons calculé l'âge gestationnel pour les unes (celles ayant un protocole d'échographie antérieure) et avons considéré le poids supérieur à 500g après l'accouchement pour les autres n'ayant jamais fait cet examen. Le témoin était défini comme toute gestante avec naissance vivante survenue après chaque cas. A chaque cas était apparié comme témoin la première gestante répondant aux critères définis, de la même période d'accouchement et du même quartier de provenance. Le ratio d'appariement était de 2 témoins pour un cas. Les renseignements ont été colligés à partir des dossiers des gestantes et du registre d'hospitalisation. Les données étaient ensuite mentionnées sur les fiches préalablement conçues selon les variables d'études à savoir : les données épidémio-cliniques de la gestante (l'âge, le statut matrimonial, la profession, la gestité, la parité, le nombre de CPN, les antécédents de MIU, de maladie chronique ou de pathologie au cours de la grossesse actuelle).

3 RÉSULTATS

3.1 PRÉVALENCE

Pour cette étude, la prévalence de la mort in utero était de 4,5%.

3.2 DONNÉES SOCIO-DÉMOGRAPHIQUES

Tableau 1. Répartition selon les données socio-démographiques des gestantes

Age (ans)	Cas (n=55)	Témoins (n=110)	OR à 95%	p
15 - 19	5(9,1%)	14(12,7%)	0,69 [0,20 – 2,01]	0,490
20 - 34	40(72,7%)	85(77,3%)	0,78 [0,37 – 1,65]	0,521
≥ 35	10(18,2%)	11(10,0%)	2,00 [0,79 – 5,04]	0,137
Statut matrimonial				
Mariée	45(81,8%)	105(95,5%)	0,21 [0,07 – 0,66]	0,004
Célibataire	10(18,2%)	5(4,5%)	4,67 [1,51 – 14,43]	0,004
Profession				
Ménagère	36(65,5%)	84(76,4%)	0,59 [0,29 – 1,19]	0,138
Fonctionnaire	9(16,4%)	17(15,5%)	1,07 [0,44 – 2,58]	0,879
Elève/Étudiante	4(7,3%)	5(4,5%)	1,64 [0,42 – 6,39]	0,467
Commerçante	1(1,8%)	4(3,6%)	0,49 [0,05 – 4,49]	0,521

Le tableau 1 de cette étude indique que concernant les données socio-démographiques, l'âge de la gestante et sa profession ne sont pas identifiés comme des facteurs de risque de MIU. Par contre, le célibat est significativement associé au risque de MIU chez les gestantes (OR =4,67), et les mariées sont protégées contre ce risque (p=0,004, OR=0,21).

3.3 DONNÉES OBSTÉTRICALES

Tableau 2. Cas et témoins répartis selon les données obstétricales

Gestité	Cas (n=55)	Témoins (n=110)	OR à 95%	p
1	10(18,2%)	21(19,1%)	0,94 [0,41 – 2,17]	0,888
2 - 3	23(41,8%)	44(40,0%)	1,08 [0,56 – 2,08]	0,823
≥ 4	22(30,9%)	45(40,9%)	0,96 [0,49 – 1,86]	0,911
Parité				
0	11(20,0%)	25(22,7%)	0,85 [0,38 – 1,89]	0,689
1	13(23,6%)	20(18,2%)	1,39 [0,06 – 3,06]	0,408
2 - 3	14(25,5%)	48(43,6%)	0,44 [0,21 – 0,90]	0,023
≥ 4	17(30,9%)	17(15,5%)	2,45 [1,13 – 5,29]	0,021
Nombre de CPN				
< 4	44(8,0%)	43(39,1%)	6,23 [2,90 – 13,37]	0,000
≥ 4	11(20,0%)	67(60,9%)	0,16 [0,07 – 0,34]	0,000

S'agissant des données obstétricales présentées dans ce tableau 2, le risque de MIU n'est pas associé à la gestité. Nous constatons que la fréquence de MIU augmente avec la parité, et qu'il existe une association significative avec la parité supérieure ou égale à 4 (p=0,021, OR=2,45). On note également que le risque de MIU est 6 fois plus élevé chez les gestantes avec un nombre de CPN inférieur à 4.

3.4 DONNÉES ANAMNESTIQUES

Tableau 3. Cas et témoins répartis selon les données anamnestiques

Antécédents	Cas (n=55)	Témoins (n=110)	OR à 95%	p
MIU				
Absents	42(76,4)	108 (98,2%)	0,06 [0,01 – 0,28]	0,000
Présents	13(23,6)	2 (1,8%)	16,71 [3,61 – 77,25]	0,000
Maladies morbides				
Absents	45 (81,8)	106 (96,4)	0,16 [0,05 – 0,57]	0,0015
Présents	10 (18,2)	4 (3,6)	5,89 [1,75 – 19,76]	0,0015
Maladie sur grossesse				
Présents	32 (58,2)	10 (9,1)	13,91[5,97 – 32,95]	0,000
Absents	24 (41,8)	100 (90,9)	0,07 [0,03 – 0,17]	0,000

L'analyse du tableau 3 montre que les antécédents de MIU (OR=16,71), des maladies morbides (OR=5,89) et des maladies durant la dernière grossesse (OR=13,91) constituent des facteurs de risque de la MIU avec des différences statistiques hautement significatives. L'absence de tous ces antécédents constituent des facteurs protecteurs dans cette étude.

4 DISCUSSION

4.1 PRÉVALENCE

La prévalence de la MIU dans cette recherche est de 4,5% pour la période retenue. Nos résultats sont similaires à ceux de Kubuya [5] à Walikale et sont de loin supérieurs aux résultats de Frias et al [6] et Heinonen et al [7]. Des études faites à Kamina par Bwana et al [8] et au Madagascar par Andimbriambison et al [9] ont trouvé des résultats supérieurs aux nôtres.

En effet, il est établi que la prévalence de la MIU est très variable d'un pays à l'autre mais également d'une région à une autre.

4.2 DONNÉES SOCIO-DÉMOGRAPHIQUES

Le risque de MIU est multiplié par plus de 4 chez les gestantes célibataires (tableau 1). Ceci pourrait s'expliquer par une anxiété permanente observée chez les célibataires, généralement dépourvues des ressources nécessaires pour le suivi de la grossesse. Par conséquent, elles courent le risque de développer certaines complications de la grossesse telle que la prééclampsie.

4.3 DONNÉES OBSTÉTRICALES

La fréquence de MIU augmente avec la parité. Le risque de MIU est associé à une parité supérieure ou égale à 4.

Nos résultats sont similaires à ceux de Bwana et al [8] qui ont montré que la fréquence de la MIU augmentait avec la parité et que cela se justifiait par la confiance des multipares en l'expérience accumulée dans le passé, d'où la faible utilisation des formations sanitaires. D'après Nkurunziza [10], les multipares éprouveraient des problèmes de garde des enfants et par conséquent elles ne pourraient pas se rendre facilement aux séances prénatales. Par contre dans l'étude de Quibel et al [3], la primiparité avait été identifiée comme l'un des facteurs de risque de MIU. Ce groupe de population étant exposé à certaines maladies telle que la prééclampsie [11, 12, 13]. Ce qui rejoint notre constat.

Un nombre de CPN inférieur à 4 est hautement associé au risque de MIU dans notre étude. Ce constat a été le même pour Kubuya [5] à Walikale, qui affirme que c'est suite à l'absence de surveillance pendant la grossesse et à la mauvaise qualité des CPN surtout au sein des structures périphériques.

De nombreux auteurs affirment qu'un suivi insuffisant de la grossesse augmente le risque de MFIU [12, 14, 15].

Selon l'OMS, le suivi prénatal est la période privilégiée où les grossesses à risque sont décelées en vue d'une prise en charge [16].

Le non suivi ou l'insuffisance des CPN exposerait à des nombreuses complications de la grossesse parmi lesquelles la MIU. Tel est le cas pour notre étude.

4.4 DONNÉES ANAMNESTIQUES

Nous avons trouvé une association entre les antécédents de MIU, de maladies morbides et des maladies survenues au cours de la dernière grossesse avec la MIU.

Dans l'étude de Bwana et al [8], les femmes avec antécédent de MIU sont plus exposées à donner naissance à un enfant mort in utero que celles n'ayant pas cet antécédent. Le même constat a été fait par Andriamandimbison [9] au Madagascar et Nguyen en France [17].

Notre étude montre une forte association entre la multiparité et la MIU dont la fréquence augmente avec la parité. Les multipares ont le plus souvent aussi un âge avancé et sont exposées à certaines pathologies incriminées dans les causes de la MIU [18-19]. Cependant, l'insuffisance de suivi de CPN accentuerait le risque de MIU car certaines de ces maladies morbides passent inaperçues.

5 CONCLUSION

Au terme de notre étude, la fréquence de la mort in utero à Goma est de 4,5%. Parmi les nombreux facteurs étudiés, il apparaît que le risque de survenue d'une mort in utero est significativement associé au célibat, à la multiparité, au nombre insuffisant de CPN, aux antécédents de MIU ainsi qu'aux antécédents de maladies morbides.

La surveillance des grossesses à risque, la sensibilisation des gestantes pour le suivi prénatal en vue de dépister et de prendre en charge des maladies pendant la grossesse s'avèrent nécessaires dans la perspective de contribuer à la réduction de la fréquence de la mort in utero dans notre environnement.

CONFLITS D'INTÉRÊTS

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Tous les auteurs ont contribué à la conduite de cette étude et ont lu et approuvé la version finale du manuscrit.

REFERENCES

- [1] Lansac J, Descamps P and Oury J. Pratique de l'accouchement, 5e éd. Paris: Masson, 2011, 593p.
- [2] Lansac J, Marret H, Oury JF. Accouchement d'un enfant malformé ou mort in utero. Pratique de l'accouchement. Paris : Masson. 2006 : 233-58.
- [3] Quibel T, Bultez T, Nizard J, Subtil D, Huchon C and Rozenberg P. "Morts foetales in utero," J Gynécologie Obs Biol la Reprod. 2014;43(10):883-907.
- [4] WHO 2006. Neonatal and perinatal mortality, country, regional and global estimates. Available from: www.who.int/making_pregnancy_safer/en/b
- [5] Kubuya K. Aspect épidémiologique, clinique et thérapeutique de la mort fœtale in utero au sein de l'hôpital général de référence de walikale, Annales de l'UNIGOM, Vol. VII, N° 1 (Juin 2017)
- [6] Frias EA, Luikenaar RA, Sullivan AE, Lee RM, Porter TF, Branch DW, Silver RM. "Poor obstetric outcome in subsequent pregnancies in women with prior fetal death." Obstet Gynecol. 2004;104(3):521-526.
- [7] Heinonen S, Kirkinen P. "Pregnancy outcome after previous stillbirth resulting from causes other than maternal conditions and fetal abnormalities." Birth. 2000;27(1):33-37.
- [8] Bwana Kangulu I., Mwembo Tambwe A., Nkoy, John Ngoy Lumbule, Elie Kilolo Ngoy Umba, Michel Kabamba Nzaji, Prosper Kalenga Muenze Kayamba. Fréquence et facteurs de risque maternels de la mort fœtale in utero à Kamina, République Démocratique du Congo. Pan African Medical Journal. 2016; 23:114 doi:10.11604/pamj.2016.23.114.781
- [9] Andriamandimbison Z, Randriambololona DMA, Rasoanandrianina BS, Hery RA. "Étiologies de la mort foetale in utero: à propos de 225 cas à l'hôpital de Befalatanana au Madagascar". Med Sante Trop. 2013;23:78-82.

- [10] Nkurunziza M. "Analyse du recours aux soins obstétricaux au Burundi: déterminants et motivations." Thèse, UCL, 2015, 340p.
- [11] Randrianaivo H, Robillard P-Y, Barau G, et al. Etude des 178 morts foetales in utero dans le sud de l'île de la Réunion en 2001-2004. *J Gynecol Obstet Biol Reprod* 2006 ; 35 : 665-72.
- [12] Cabrol D, Pons JC, Goffinet F. Mort foetale in utero. *Traité d'Obstétrique*. Paris : Médecine-Science Flammarion, 2003 : 353-8.
- [13] Petersson K. Diagnostic evaluation of fetal death with special reference to intra-uterine infection. Karolinska University press 2002 ; 91 : 6-12.
- [14] Stephenson O, Dickman PW, Johansson AL, Cnattingius S. The influence of socio-economic status on stillbirth risk in Sweden. *Int J Epidemiol* 2001 ; 30 : 1296-301.
- [15] Traoré Y, Tegueté I, Théra AT, et al. Aspects socio-démographiques et pronostic des grossesses non suivies chez les patientes admises dans le service de gynécologie-obstétrique de l'hôpital Gabriel Touré. *Mali Med* 2007 ; 22 : 39-43.
- [16] World Health Organization .Adolescent pregnancy (Issues in Adolescent Health and Development) Geneva: WHO; 2004
- [17] Nguyen A. "Pronostic des grossesses après antécédent de mort foetale in utero: à propos de 110 grossesses suivies à l'hôpital Saint Antoine." Thèse d'Etat, Université Paris Val-de-Marne. 2009, 131p.
- [18] Lamine CK. "Grossesse et accouchement chez la grande multipare à l'hôpital fd de kayes, "Thèse Méd, Université de Bamako. 2009, 110p.
- [19] Kangulu IB, Ngoy EK, Nzaji MK, Kalenga Muenze P. "Facteurs de risque de faible poids de naissance en milieu semi-rural de Kamina, République Démocratique du Congo". *Pan Afr Med J*. 2014; 17,1-5.

Diagnostic différentiel précoce de l'ulcère de Buruli sous forme de papule et de la lèpre tuberculoïde basé sur la caractérisation de textures dans les images macroscopiques de la couche cornée de la peau noire par un nouveau modèle associé aux coefficients d'ondelettes

[Early differential diagnosis of papule-like Buruli ulcer and tuberculoid leprosy based on characterization of textures in macroscopic images of the stratum corneum of black skin by a new model associated with wavelet coefficients]

A. Azoma¹, K.M. Assogba², A. Vianou³, and H. Adegbidi⁴

¹Laboratoire d'Electrotechnique, de Télécommunications et d'Informatique Appliquée (LETIA), Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC) 01 BP 2009, Benin

²Laboratoire d'Electrotechnique, de Télécommunications et d'Informatique Appliquée (LETIA), Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi (EPAC) 01 BP 2009, Benin

³Ecole Doctorale des Sciences de l'Ingénieur (ED-SI), Université d'Abomey-Calavi, Benin

⁴Faculté des Sciences de la Santé (FSS), Université d'Abomey-Calavi 01 BP 526, Benin

Copyright © 2018 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: Buruli ulcer and tuberculoid leprosy are two skin diseases affecting virtually the same areas of the body. In the early state on black skin, the skin affected by these diseases has not only few specificities but especially a low contrast with healthy skin. Which makes any diagnosis difficult. However, these diseases, which are belatedly detected or badly treated, cause aesthetic bodily damage and also major handicaps. The present work therefore focuses on this early diagnosis and is based on the characterization of the textures of these affections in the macroscopic images of the black skin. For this purpose, a baseline of these two diseases certified by dermatologists is set up. Then with MATLAB R2015a, we extract the textures in the digital images of the certified affections and the affection to be identified by the Haar wavelet transform. The histograms of the obtained detail images are approximated by a family of non-zero mean Asymmetric Gaussian Distributions (AGGD). The Gaussian distribution that best fits the histogram for each image is determined after the Kolmogorov-Smirnov fit test. The parameters of this Gaussian Distribution are the characteristics of the textures for each condition. Finally, based on these characteristics, the Jeffreys divergence is calculated and allows to identify Buruli ulcer and tuberculoid leprosy. Applied to multiple disease images, the non-zero mean AGGD model provided an identification rate of 90% versus 66.66% for the existing zero average AGGD model.

KEYWORDS: Characterization of textures, macroscopic images of black skin, wavelet transform, divergence of Jeffreys.

RESUME: L'ulcère de Buruli et la lèpre tuberculoïde sont deux maladies cutanées affectant pratiquement les mêmes endroits du corps. A l'état précoce sur la peau noire, la peau affectée par ces maladies présente non seulement peu de spécificités mais surtout un faible contraste avec la peau saine. Ce qui rend délicat tout diagnostic. Or ces maladies tardivement détectées ou mal soignées provoquent des dommages corporels esthétiques et aussi d'handicaps majeurs. Le présent travail porte donc sur ce diagnostic précoce et est basé sur la caractérisation des textures de ces affections dans les images macroscopique de la peau noire. A cet effet, une base de référence de ces deux affections certifiées par des dermatologues est mise en place. Ensuite avec MATLAB R2015a, nous extrayons les textures dans les images numériques des affections certifiées et de l'affection à identifier par la transformée en ondelettes de Haar. Les histogrammes des images de détails obtenues sont approximés par

une famille de Distributions Gaussiennes Généralisées Asymétriques (AGGD) à moyenne non nulle. La distribution Gaussienne qui s'ajuste le mieux à l'histogramme, pour chaque image, est déterminée à l'issue du test d'adéquation de Kolmogorov-Smirnov. Les paramètres de cette Distribution Gaussienne constituent les caractéristiques des textures pour chaque affection. Enfin sur la base de ces caractéristiques, la divergence de Jeffreys est calculée et permet d'identifier l'ulcère de Buruli et la lèpre tuberculoïde. Appliqué sur plusieurs images d'affections, le modèle AGGD à moyenne non nulle a fourni un taux de d'identification de 76% contre 63,53% pour le modèle AGGD à moyenne nulle existant.

MOTS-CLEFS: Caractérisation de textures, images macroscopiques de la peau noire, transformée en ondelettes, divergence de Jeffreys.

1 INTRODUCTION

En dermatologie, l'imagerie médicale joue un rôle important dans la détection des pathologies depuis que son intérêt a été prouvé en 1992 (Stoecker et Moss, 1992). La texture est omniprésente dans ces images et peut se définir comme un ensemble de primitives de taille et de forme variables, présentant une organisation spatiale particulière. (Haralick, 1979), (Cocquerez et al., 1995), (Borges et al., 2000). Elle joue un rôle important en analyse d'images dans les applications de caractérisation, de segmentation et de classification. Mais en pratique dermatologique sur la peau noire, la prise en charge des maladies pose quelques problèmes dus au faible contraste entre peau saine et zone affectée, aux techniques d'exploration inadéquates car les appareils conçus recherchent sur la peau des zones de fortes concentration en mélanine or c'est cette mélanine qui confère à la peau noire sa couleur, à l'inefficacité sur la peau noire des méthodes non invasives appliquées avec succès sur la peau blanche. Il apparaît alors nécessaire de développer d'autres méthodes pour aider à mieux comprendre les affections de la peau noire. C'est dans ce contexte que nous proposons une nouvelle méthode de caractérisation des textures dans les images numériques de la peau noire basée sur la décomposition en ondelettes. Plusieurs méthodes de traitement basées sur l'analyse de la texture dans les images numériques existent (Lefebvre, 2011), (Lasmar, 2012). Parmi celles-ci, celles qui caractérisent la texture à partir d'une analyse des coefficients issus d'une décomposition en ondelettes des images apparaissent intéressantes dans le contexte de la peau noire car elles sont non supervisées. Ainsi pour modéliser analytiquement ces sous bandes, (Lefebvre, 2011) a introduit le modèle Gaussien généralisé étendu au modèle Gaussien généralisé asymétrique par (Lasmar, 2012). Mais tous ces modèles sont symétriques ou asymétriques par rapport à une moyenne nulle qui ne l'est pas en réalité. Cette hypothèse fait que ces modèles ne peuvent pas produire de résultats fiables dans la détection et l'identification sur la peau noire des lèpres tuberculoïde et lépromateuse et méritent d'être ajustés. Dans ce travail, pour tenir compte du faible contraste entre la peau saine et la peau affectée et donc mieux détecter et identifier ces affections sur la peau noire, nous proposons un modèle Gaussien généralisé asymétrique par rapport à une moyenne non nulle.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MATÉRIEL

Nous utilisons des images macroscopiques cliniques prises avec une caméra digitale HD, obtenues auprès du Service de Dermatologie de l'Hôpital Universitaire Hubert Maga de Cotonou. Notre base de données contient cent vingt deux images d'ulcères de Buruli sous forme de papule et de lèpres tuberculoïde à l'état précoce (Cf. figure1). Nous écrivons et implémentons nos algorithmes avec MATLAB R2015a

2.2 MÉTHODES

La méthodologie adoptée est la suivante (Cf. figure 2):

2.2.1 LA BASE D'IMAGES

Elle est constituée d'images d'ulcère de Buruli sous forme de papules et de lèpres tuberculoïdes de même taille 100x100 pixels certifiées par le Service de Dermatologie de l'Hôpital Universitaire Hubert Maga de Cotonou. L'image requête représentant l'affection à identifier est aussi de même taille. Pour réduire le bruit dû aux valeurs aberrantes de pixels isolés nous appliquons à ces images en niveaux de gris, le filtre médian défini par la formule (1) :

$$h(x, y) = \text{mediane} \{ I(m, n) / (m, n) \in S(x, y) \} \quad (1)$$

où h représente le filtre médian, I l'image en niveau de gris à filtrer et $S(x, y)$ un voisinage 3×3 de (x, y) .

2.2.2 LE CALCUL DES SIGNATURES

Pour obtenir les signatures, ces images passent par les étapes suivantes :

2.2.2.1 PARTITIONNEMENT DES IMAGES FILTRÉES

Pour apprécier localement les dégradations des textures et donc de la peau sur toute la surface de l'affection, chaque image est partitionnée en cinq régions par des fenêtres d'analyse orientées bloc (Ying, 2003) de taille 100×20 pixels par l'application de cinq masques de taille 100×100 pixels et de contenus différents (Cf. figure 3)

2.2.2.2 DÉCOMPOSITION EN ONDELETTES DE HAAR DES IMAGES FILTRÉES

La transformée en ondelettes décompose un signal d'entrée $x(t)$ en une série de fonctions d'ondelettes $\psi_{a,b}(t)$ (formule 2) qui dérivent d'une fonction mère $\psi(t)$ donnée par des opérations de dilatation et de translation (formule 3).

$$C_{a,b} = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) \psi_{a,b}(t) dt \quad (2)$$

$$\psi_{a,b} = \frac{1}{\sqrt{a}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) \quad a \neq 0 \quad (3)$$

Avec a le facteur d'échelle, le b facteur de translation. Les coefficients $C_{a,b}$ résultant de cette transformation (Grossman et Morlet, 1984) contiennent des informations concernant le $x(t)$ étudié à différentes échelles. Dans le cas des images la transformée en ondelettes est appliquée grâce à un banc de filtres passe-bas g et passe-haut h ligne par ligne d'abord, ensuite colonne par colonne. Quatre images sont alors générées à chaque niveau. Dans le cas des présents travaux, les images M_i issues du partitionnement sont décomposées par ondelettes en deux niveaux avec l'ondelette mère de Haar selon le schéma (Van de Wouwer et al. 1999) (cf. figure 4). Les images I_{h2} , I_{v2} , I_{d2} représentent les composantes de détails en hautes fréquences de niveau deux et caractérisent la texture de l'affection dans les directions horizontale, verticale et diagonale (Lefebvre, 2011).

2.2.2.3 CARACTÉRISATION DES COMPOSANTES DE DÉTAILS PAR L'AGGD À MOYENNE NON NULLE

Les histogrammes de chaque composante portent des informations sur les textures de l'affection (Lefebvre, 2011). Mais ils sont souvent bruités car comportant des valeurs aberrantes ou manquantes. Il faut alors les approximer par une loi paramétrique. La distribution de l'histogramme d'une composante de détails suit une Distribution Gaussienne Généralisée Asymétrique (AGGD) par rapport à une moyenne nulle (Lasmar, 2012). Afin de l'adapter aux spécificités de la peau noire, nous y introduisons une moyenne non nulle μ pour obtenir une distribution Gaussienne généralisée asymétrique par rapport à une moyenne non nulle :

$$p(x, \alpha_L, \alpha_R, \beta) = \frac{\beta}{(\alpha_L + \alpha_R) \Gamma\left(\frac{1}{\beta}\right)} e^{-\left(\frac{|x-\mu|}{\alpha_L}\right)^\beta} \quad \text{si } x < \mu \quad (4)$$

$$p(x, \alpha_L, \alpha_R, \beta) = \frac{\beta}{(\alpha_L + \alpha_R) \Gamma\left(\frac{1}{\beta}\right)} e^{-\left(\frac{|x-\mu|}{\alpha_R}\right)^\beta} \quad \text{si } x \geq \mu \quad (5)$$

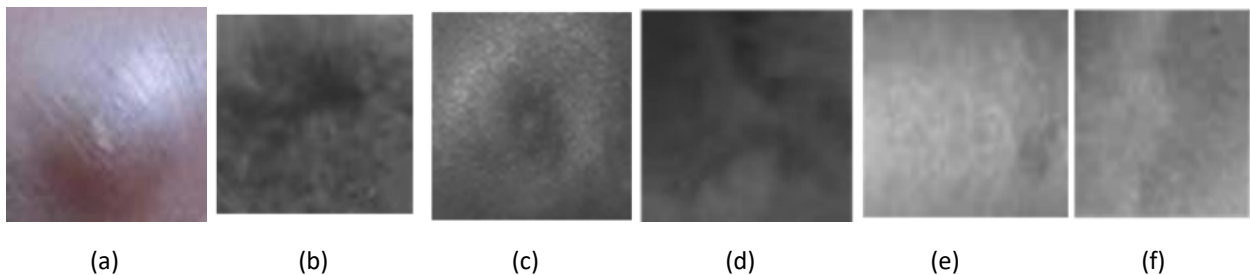


Fig. 1. Images précoces (a), (b) et (c) : ulcère de Buruli et (d), (e) et (f) : lèpre tuberculoïde

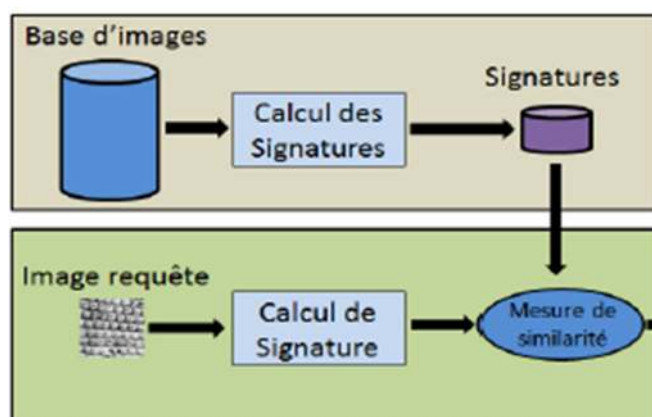


Fig. 2. Principe général de recherche d'images par le contenu texture (Lasmar, 2012)

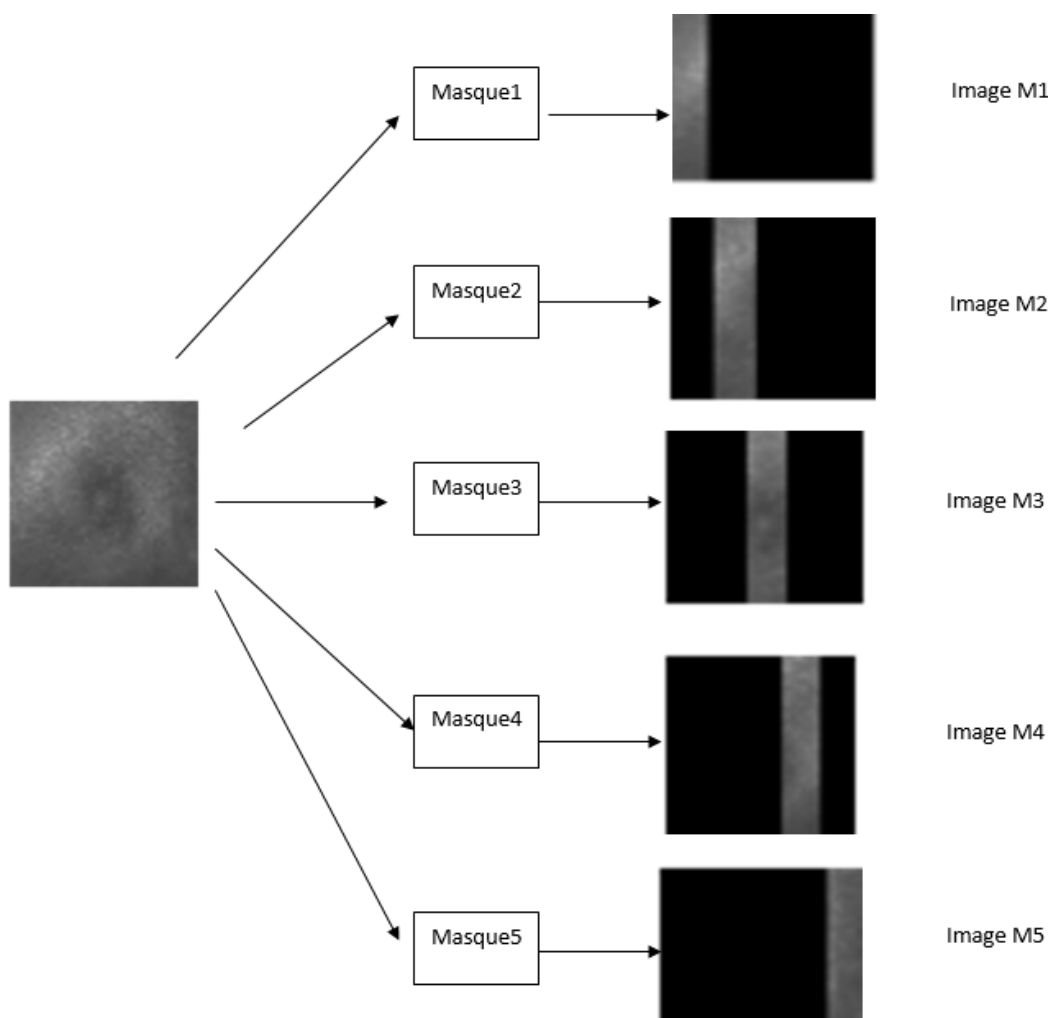


Fig. 3. Partitionnement de l'image de l'affection

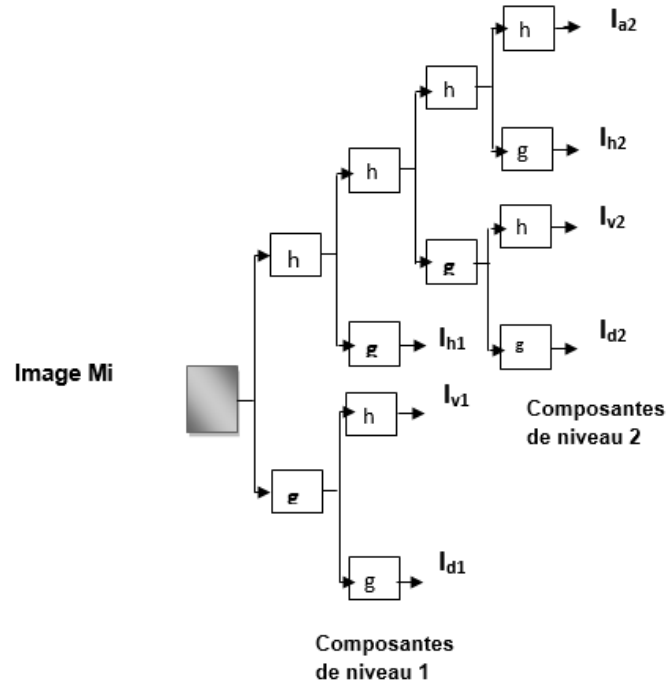


Fig. 4. Décomposition en ondelettes de niveau 2 (Van de Wouwer et al., 1999)

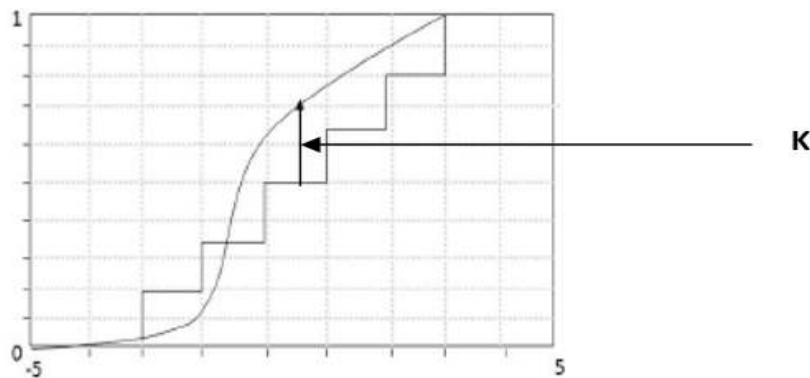


Fig. 5. Distance de Kolmogorov Smirnov (Mcheik, 2010)

Où α_L , α_R sont les paramètres d'échelle respectivement à gauche à droite et β le paramètre de forme ; avec x le niveau de gris d'un pixel (i,j) de l'image de détails,

$$\alpha_L = \left(\frac{\beta \left(1 + \frac{1}{\gamma}\right)}{N} \sum_{i=1}^N |x_i|^\beta \right)^{1/\beta} \quad (6)$$

$$\alpha_R = \left(\frac{\beta \left(1 + \frac{1}{\gamma}\right)}{N} \sum_{i=1}^N |x_i|^\beta \right)^{1/\beta} \quad (7)$$

μ le niveau de gris moyen des pixels (i,j) de l'image de détails

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (8)$$

$$Y = \left(\frac{\sum_{i=1}^{N_L} |x_i|^\beta}{\sum_{i=1}^{N_R} |x_i|^\beta} \right)^{\left(\frac{1}{1+\beta} \right)} \quad (9)$$

$$N_L = \text{card}(x_i, x_i < 0) \quad (10)$$

$$N_R = \text{card}(x_i, x_i \geq 0) \quad (11)$$

(Lasmar, 2012) a défini des valeurs de β que nous avons complété tel que : $\beta \in \{0,1 ; 0,3 ; 0,5 ; 0,7 ; 0,9 ; 1 ; 2 ; 3 ; 4,5 ; 7 ; 8\}$. Ainsi donc pour chacune des textures diagonale, horizontale et verticale, nous avons douze courbes candidates à l'approximation mais il faut en retenir une seule. A cet effet, nous calculons la qualité d'ajustement de chacune des courbes aux histogrammes par la distance K de Kolmogorov-Smirnov (Mcheik, 2010) (cf. Figure 5) par la formule (12).

$$K_i = \sup |\text{hist}(x) - P(x, \alpha_i, \beta_i)| \quad i = 1, 2 \dots 12 \quad (12)$$

La courbe qui s'ajuste le mieux est tel que :

$$K_0 = \min(K_i) \quad (13)$$

Nous en déduisons les paramètres α_{L0} , α_{R0} et β_0 caractéristiques de la texture de chaque partition M_i ($i=1,2,\dots,5$) de l'affection considérée.

2.2.2.4 SIGNATURES OBTENUES

Pour chaque affection, nous obtenons la texture diagonale constituée des paramètres $\beta_d, \alpha_{dR}, \alpha_{dL}$, la texture horizontale constituée des paramètres $\beta_h, \alpha_{hR}, \alpha_{hL}$ et la texture verticale constituée des paramètres $\beta_v, \alpha_{vR}, \alpha_{vL}$. Pour chaque affection de références comme pour l'image à identifier, la divergence de Jeffreys (Lasmar, 2012) est calculée entre la composante de détails $Iv1$ de $M1$ et celle Ivi ($i=1,2,\dots,5$) de chacune des images $M2, M3, M4$ et $M5$ par la formule (14) en utilisant les paramètres de la texture verticale :

$$J_D(Iv1/Ivi) = \left[\frac{\alpha_R^\beta \alpha_{Lq}^{(\beta+1)} \alpha_{Rq}^\beta \alpha_{Lq}^{(\beta+1)}}{\alpha_L^\beta \alpha_R^\beta (\alpha_{Lq} + \alpha_{Rq})} \right] * \left(\frac{\Gamma(\frac{\beta+1}{\beta_q})}{\Gamma(\frac{1}{\beta_q})} \right) + \left[\frac{\alpha_{Rq}^{\beta_q} \alpha_L^{(\beta_q+1)} \alpha_{Lq}^{\beta_q} \alpha_R^{(\beta_q+1)}}{\alpha_{Lq}^{\beta_q} \alpha_{Rq}^{\beta_q} (\alpha_L + \alpha_R)} \right] * \left(\frac{\Gamma(\frac{\beta_q+1}{\beta})}{\Gamma(\frac{1}{\beta})} \right) - \frac{1}{\beta_q} - \frac{1}{\beta} \quad (14)$$

Où $\beta, \alpha_R, \alpha_L$ sont les paramètres texturaux de $Iv1$ et $\beta_q, \alpha_{Rq}, \alpha_{Lq}$ ceux de Ivi . Ainsi pour les affections de référence de l'ulcère de Buruli, de la lèpre tuberculoïde et de l'affection à identifier nous obtenons respectivement les courbes caractéristiques des variations de cette divergence $C_u = f(J_D)$, $C_T = f(J_D)$, $C_Q = f(J_D)$ qui représentent leurs signatures.

2.2.3 CALCUL DE SIMILARITÉ

Pour identifier l'affection requête, nous définissons une fonction Z et utilisons le test d'adéquation de Kolmogorov-Smirnov de Matlab avec le pseudo-code suivant :

$[h_u, p_u, k_u] = \text{kstest2}(C_u, C_Q)$;

$[h_t, p_t, k_t] = \text{kstest2}(C_T, C_Q)$;

$K = [k_u, k_t]$;

Si $\min(k) = k_u$;

$Z=1$; l'affection identifiée est l'ulcère de Buruli

Sinon si $\min(k) = k_t$;

$Z=-1$; l'affection identifiée est la lèpre tuberculoïde

Sinon

$Z=0$; aucune affection n'est détectée

Fin ;

2.2.4 CRITÈRE D'ÉVALUATION

Pour quantifier les performances en recherche d'images par le contenu, plusieurs critères sont employés dont le taux moyen de bonne détection (Lasmar, 2012):

$$ARR = \frac{N_q}{N_q + N_{q'}} \quad (16)$$

Avec N_q le nombre d'affections bien identifiées et $N_{q'}$ le nombre d'affections non identifiées

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les performances des différents modèles AGGD ont été évaluées et les résultats obtenus sont consignés dans le tableau I et complétés graphiquement par les figures 6 et 7.

Tableau I: Résultats du diagnostic différentiel

Modèles	AGGD à moyenne non nulle	AGGD à moyenne nulle
Taux moyen de détection de la lèpre tuberculoïde	72,09%	60,46%
Taux moyen de détection de l'ulcère de Buruli	80%	66,66%

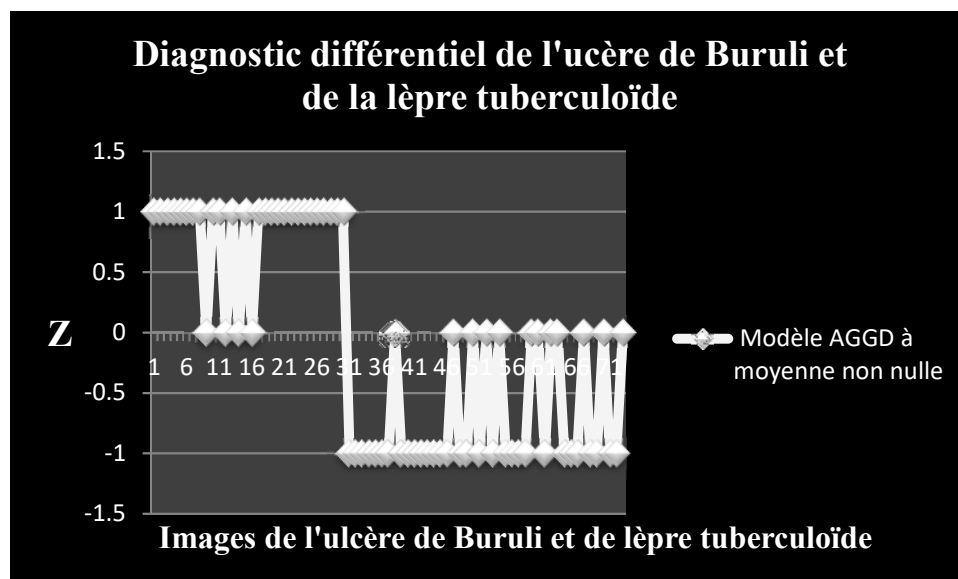


Figure 6: Performances du modèle AGGD à moyenne non nulle

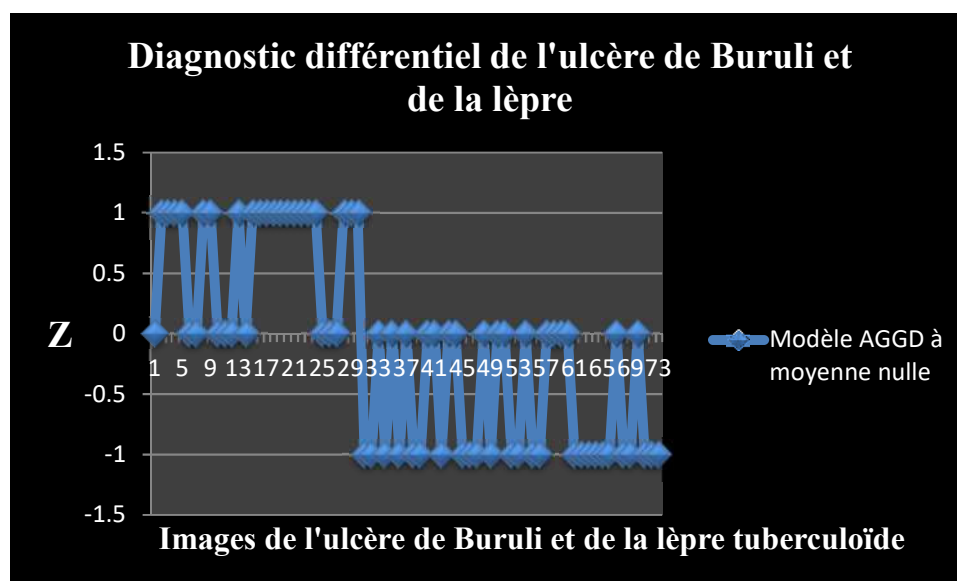


Figure 7 : Performances du modèle AGGD à moyenne nulle

L'examen des résultats obtenus montre que le modèle AGGD à moyenne non nulle permet une bonne détection aussi bien de la lèpre tuberculoïde que de l'ulcère de Buruli et fournit un taux moyen global de détection de 76,04% contre 63,53% pour le modèle à moyenne nulle. Donc le modèle AGGD à moyenne non nulle permet de mieux diagnostiquer à l'état précoce la lèpre tuberculoïde et l'ulcère de Buruli dans les images macroscopiques de la peau noire et donc est plus performant.

4 CONCLUSION

Dans ces travaux, nous avons proposé un nouveau modèle pour caractériser les distributions des coefficients d'ondelettes en vue de la détection précoce des lèpres tuberculoïde et lépromateuse sur la peau noire: la Distribution Gaussienne Généralisée Asymétrique (AGGD) à moyenne non nulle. Les résultats expérimentaux obtenus sur la base d'images de ces deux affections de la peau noire ont montré que le modèle AGGD à moyenne non nulle est plus adéquat que le modèle AGGD à moyenne nulle pour modéliser les distributions des coefficients d'ondelettes et donc plus performant dans le diagnostic différentiel précoce. Dans les tests, nous avons employé la transformée en ondelettes de Haar avec la composante verticale de la texture cependant ce modèle peut être utilisé avec d'autres types de transformées en ondelettes et aussi avec les autres composantes de la texture. Nous pensons que l'emploi du modèle AGGD à moyenne non nulle en lieu et place des modèles GGD et AGGD à moyenne nulle dans les applications de détection et de diagnostic précoces en traitement d'images sur la peau noire permettra d'améliorer sensiblement les performances.

REFERENCES

- [1] Borges G.A, Aldon M.J, 2000, A split-and-merge segmentation algorithm for line extraction in 2D range images, Pattern Recognition, 2000. Proceedings. 15th International Conference, Spain 2000
- [2] Cocquerez J.P. et Philip S., 1995, Analyse d'images: filtrage et segmentation, Edition Dunod
- [3] Grossman A., Morlet J., 1984, Decomposition of Hardy Functions into Square Integrable Wavelets of Constant Shape, SIAM J. of Math. vol. 15, no. 4, pp. 723-736.
- [4] Haralick R.M., 1979, Statistical and structural approaches to texture. Proceedings of the IEEE, vol. 5, pages 786–804.
- [5] Lasmar N. 2012, Modélisation stochastique pour l'analyse d'images texturées : Approches Bayésiennes pour la caractérisation dans le domaine des transformées. Thèse de Doctorat de l'Université de Bordeaux I, p 216.
- [6] Lefebvre A. 2011, Contribution de la texture pour l'analyse d'images à très haute résolution spatiale : application à la détection de changement en milieu périurbain. Géographie. Thèse de Doctorat de l'Université de Rennes 2; Université Européenne de Bretagne, p 274.
- [7] Mcheik A. 2010, Modélisation statistique du Speckle en OCT: application à la segmentation d'images de la peau. Thèse de Doctorat de l'Université de Toulouse, p 148.

- [8] Stoecker W. V. and Moss R. H., 1992, Editorial: digital imaging in dermatology. *Computerized Medical Imaging and Graphics*; vol. 16, pp.145-150.
- [9] Van de Wouwer G., Scheunders P., Van Dyck D., 1999, Statistical texture characterization from discrete wavelet representations. *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 8, no. 4, pages 592–598.

Financement de l'innovation au Maroc: Quel avenir pour le crowdfunding ?

[Financing of innovation in Morocco: What future for the crowdfunding ?]

Hind Tadjousti and Zahi Jamal

Faculté des sciences juridiques, économique et sociales, Université Hassan 1er, Settat, Maroc

Copyright © 2018 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 crowdfunding, or participative financing, is a mode of financing which allows the meeting of the porters of plans and the internautes through devoted platforms. The importance augmented by this mode of financing for 2000s and its successes in the different savings provoked our interest. As a result, we are going to dedicate this article to a bet in obviousness of the general panorama of the crowdfunding, before stopping on the success of this mode of financing and its role in the promotion of innovation in Morocco.

KEYWORDS: Crowdfunding, innovation, participative financing, Morocco.

RESUME: Le crowdfunding, ou financement participatif, est un mode de financement qui permet la rencontre des porteurs de projets et des internautes par l'intermédiaire de plateformes dédiées. L'importance accrue de ce mode de financement depuis les années 2000 et ses succès dans les différentes économies a suscité notre intérêt. Par conséquent, nous allons consacrer cet article à une mise en évidence du panorama général du crowdfunding, avant de s'arrêter sur la réussite de ce mode de financement et son rôle dans la promotion de l'innovation au Maroc.

MOTS-CLEFS: Crowdfunding, innovation, financement participatif, Maroc.

1 INTRODUCTION

Avec 34,4 Md\$ levés en 2015 (soit plus du double par rapport à 2014), le marché mondial du crowdfunding connaît une croissance fulgurante depuis quelques années, s'imposant de plus en plus aux côtés des acteurs traditionnels du financement des particuliers et des entreprises [1].

Une étude de la Banque Mondiale [2] révèle que le crowdfunding pourrait représenter un potentiel de 93 Md\$ par an à horizon de 2025 pour les pays en développement. Pour la région Moyen Orient et Afrique du Nord, ce potentiel est estimé à 5,6 Md\$ par an à horizon de 2025. Définit comme « une collection de financement rendu possible par des bienfaiteurs, généralement considérés comme faisant partie d'une foule, réunie dans le but de financer une initiative ou un projet particulier et utilisant un site Internet comme plateforme » (Wood, 2013). Le financement participatif présente des avantages multiples et renforce le potentiel de croissance et de développement des économies, le marché du crowdfunding constitue une révolution et occupe de plus en plus d'intérêt dans le monde de financement en général et celui de l'innovation à titre particulier.

En assurant la rencontre de porteurs de projets avec une foule de financeurs potentiels, le crowdfunding (CF) se présente comme une tendance majeure du financement de projets de toute nature (culturels, créatifs, solidaires ou encore entrepreneuriaux).

Le phénomène du financement participatif n'est cependant pas nouveau, il est bien séculaire. Il trouve ses origines dans le secteur non lucratif (don, mécénat) comme le rappelle le financement du piédestal de la Statue de la Liberté à New York lancée en France (1875) par une campagne de promotion qui rassembla plus de 200 000 donateurs.

Le contexte de naissance et de développement de ce mode de financement est intimement lié à la révolution numérique, la fragilisation des formes de financement classiques ainsi que le recul de financement après la crise de 2008 ce qui fait du crowdfunding une voie de secours pour le financement des entreprises innovantes.

Lors de notre recherche sur le financement de l'innovation, un état des lieux des sources de financement classiques révèle leur fragilisation et justifie la place importante du crowdfunding comme enjeu central du financement de l'innovation.

Dès lors, dans le cadre de notre article plusieurs questions de recherche attirent notre attention : comment fonctionnent les plateformes de financement participatif ? Quels sont les avantages et les limites qu'elles représentent ? Quels sont les enjeux de l'essor du crowdfunding au Maroc ? Quels sont les défis à relever pour exploiter cette source de financement au profit du développement de l'économie marocaine ?

Vu l'intérêt que suscitent ce questionnement ainsi avec l'importance accrue de ce mode de financement, il est désormais indispensable de faire d'abord une synthèse de la littérature permettant d'effectuer une lecture générale sur le crowdfunding. Ensuite, nous essayons d'analyser les perspectives de son succès dans l'économie marocaine. Enfin, nous listons les conditions à respecter et les mesures à prendre pour profiter de ce mode de financement.

2 PANORAMA SUR LE CROWDFUNDING

Dans un premier temps, nous essayons à travers cet article de dessiner les contours du financement participatif, en introduisant le concept ainsi que l'ensemble des modèles existants. Ensuite nous allons décrire, en se basant sur la littérature, les principaux atouts et limites de ce mode de financement.

2.1 CONTEXTE DE L'ESSOR

La problématique de taille des créateurs d'entreprises est la recherche de capitaux extérieurs pour financer leur projet (Cosh & Cumming, 2009). En plus de la faiblesse des ressources dédiées à l'innovation, la fragilisation des sources de financement traditionnels suite a réduit les capacités d'innovation des entreprises. En matière de financement des entreprises, la popularité du crowdfunding s'explique par la difficulté d'accès des entrepreneurs au financement, particulièrement en phase d'amorçage (Satorius & Pollard, 2010 ; Cosh & Cumming, 2009), mais également par la facilité et la rapidité de levée de fonds qu'offre ce mécanisme (Kozlowski, 2011). En effet, dans un contexte où les banques restreignent leurs crédits, le crowdfunding apparaît comme un levier de mobilisation supplémentaire des épargnants (Mollick, 2014) dans un esprit de réappropriation citoyenne du financement. Le crowdfunding représente une vraie rupture avec les mécanismes de financement « classique » des entrepreneurs que sont les business angels, le capital-risque, les prêts bancaires et la love money (Payne, 2011).

Ce nouveau phénomène connaît donc une belle expansion grâce à l'essor des réseaux sociaux. Les start-up et PME, en mode 2.0, contournent ainsi les modes de financement traditionnels en sollicitant directement l'épargne via le web le crowdfunding se propose de trouver les financements recherchés, mais également d'utiliser leur campagne de lever de fonds comme un vecteur marketing de leur projet entrepreneurial faisant de l'investisseur d'aujourd'hui le client de demain [3].

Dans le même ordre d'idées, les dispositifs d'aide et de soutien financiers publics à l'innovation, commencent à montrer leur limite. Ce recul de financement est lié notamment du coût de la R&D de plus en plus croissant. Une situation amplifiée par le poids grandissant du déficit et de la dette publics des économies. En plus depuis la crise de 2008, le financement privé de l'innovation a connu un certain recul. Le crowdfunding se présente dans ce contexte comme une solution avantageuse pour faire face aux difficultés rencontrées dans le financement de l'innovation [4].

2.2 LE CROWDFUNDING : CONTOURS D'UNE INNOVATION FINANCIÈRE À L'INNOVATION

Pour bien assimiler le fonctionnement du crowdfunding, il est indispensable de s'arrêter sur les différentes définitions de cette notion.

2.2.1 LES CONTOURS DE LA NOTION

En 2008 dans un contexte de crises économique et financière, on a vu se développer une nouvelle innovation financière : le crowdfunding. Selon Onnée & Renault (2013, p. 55), le crowdfunding « consiste pour un porteur de projet (quel que soit son statut : particulier, organisation marchande ou non marchande, etc.) à avoir recours aux services d'une plateforme de financement (généraliste ou spécialisée) afin de proposer un projet (finalisé ou non) auprès d'une communauté (large ou ciblée) de contributeurs qualifiés de soutiens (backers) en échange éventuellement de contreparties préalablement définies ».

Il s'agit donc d'un mode de financement collaboratif permettant, à travers des plateformes, d'assurer des financements auprès d'épargnants.

D'une part, Kleemann, Voß et Kerstin(2008) définissent le crowdfunding comme « un appel ouvert, essentiellement à travers l'Internet, pour la fourniture de ressources financières, soit sous forme de don en échange d'une certaine forme de récompense et/ou des droits de vote en vue de soutenir les initiatives des fins spécifiques ».

D'autre part, (Lynn, 2012 ; Lynn & Sabbagh, 2012) décrivent le crowdfunding comme un travail basé sur la capacité de mettre en commun l'argent de personnes qui ont un intérêt commun et sont disposés à fournir de petites contributions à l'entreprise.

Le terme de crowdfunding peut donc être expliqué de différente façon (Valenciene & Jegeleviciute, 2013). Il peut être perçu comme un processus (Ramsey, 2012), une approche (Bechter, Jentzsch, & Frey, 2011), une stratégie de formation du capital (Sigar, 2012), une méthode de lever de fond (Wheat, Wang, Byrnes, & Ranganathan, 2012), ou un mécanisme financier (Powers, 2012). L'ensemble de ces définitions du crowdfunding a été synthétisé dans le tableau1 [5].

Table 1. Les différentes définitions du crowdfunding

(Ramsey, 2012)	Le processus de collecte de fonds pour aider à transformer des idées prometteuses en réalités commerciales en connectant les investisseurs avec des partisans potentiels.
(Lynn, 2012)	Un relativement nouveau prolongement de médias sociaux qui fournit des fonds pour une variété d'entreprises.
(Bechter, Jentzsch, & Frey, 2011)	Une approche pour lever des capitaux pour un projet ou une entreprise en faisant appel à un grand nombre de gens pour de petites (1 \$ – 100 \$) contributions.
(Sigar, 2012)	Une stratégie de formation de capital qui soulève de petites quantités de fonds à partir d'un grand groupe de personnes par des moyens en ligne.
(Wheat, Wang, Byrnes, & Ranganathan, 2012)	Une nouvelle méthode basée sur Internet de collecte de fonds dans lequel les individus sollicitent des contributions pour des projets sur les sites de crowdfunding spécialisés.
(Lynn & Sabbagh, 2012)	Une nouvelle excroissance de médias sociaux qui offre une nouvelle source de financement pour les entreprises.
(Powers, 2012)	Un mécanisme financier qui permet aux entreprises de démarrer en sollicitant des fonds auprès du grand public par l'intermédiaire de site web
(Lambert & Schwiendbacher, 2010)	Un appel ouvert, essentiellement à travers l'Internet, pour la fourniture de ressources financières, soit sous forme de don en échange d'une certaine forme de récompense et/ou des droits de vote en vue de soutenir les initiatives des fins spécifiques.

Il s'agit donc d'une innovation financière, mais surtout un nouveau mode de financement au service de l'innovation. C'est une innovation financière à l'innovation. En fait, Gerber & al. (2012) et Hemer (2011) soulignent que ce financement vise surtout les créateurs qui rencontrent des difficultés à lever des fonds dans les phases initiales d'un projet qui peut apparaître trop risqué, trop innovant ou complexe aux yeux des institutions financières traditionnelles.

A travers l'analyse de la littérature, on a pu identifier plusieurs modalités du crowdfunding. Comme l'indiquent Bessière & Stéphanie (2014a, p. 16), en tant que « modèle émergent d'intermédiation financière, le crowdfunding recouvre une réalité et des pratiques différenciées ». Une diversité qui fait du crowdfunding un mode de financement adapté à tous types de projets.

2.2.2 LES MODÈLES DU FINANCEMENT PARTICIPATIF

La diversité des modèles du crowdfunding rend l'analyse des divers outils répondant aux motivations des financeurs.

En partant de l'étude Gerber & al. (2012) ont consacré à l'analyse des orientations de chaque communauté de financeurs pour participer aux opérations du crowdfunding. En effet, selon ces auteurs quatre principaux déterminants de la motivation : obtenir des récompenses, aider les autres, faire partie d'une communauté et soutenir une cause [6].

Le financement participatif offre donc un large éventail de possibilités pour financer des projets. On distingue quatre grandes catégories:

❖ Le don :

La donation simple ou «crowdfunding de cœur » ou donation based aux termes de Lebraty & Lobre, 2015. Dans ce modèle de crowdfunding, l'internaute qui veut soutenir un projet donne gracieusement une somme d'argent. Les backers dans ce cas n'attendent pas de retour financier ou en nature en échange de leur soutien (Bessière & Stéphanie, 2014a). On rencontre cette pratique souvent dans le domaine culturel ou humanitaire.

❖ La contrepartie

Le don contre récompense est la forme la plus populaire de crowdfunding, il est qualifié de reward-based. Cette modalité permet aux gens de participer à des projets et recevoir des récompenses non financières en retour. Ce modèle consiste pour l'internaute à soutenir un projet en échange d'une contrepartie. Il peut, par exemple, acheter par avance l'album d'un chanteur pour lui permettre d'en financer l'enregistrement.

❖ Le prêt

Une troisième modalité appelée peer-to-peer lending, de crowdlending ou bien encore de lending-based crowdfunding. Les prêts peuvent être accordés gratuitement (à taux zéro) ou rapporter des intérêts, toujours inférieurs aux taux pratiqués par les établissements bancaires.

Les Projets où les entreprises cherchant un prêt postulent sur la plate-forme en indiquant le montant du prêt souhaité. Les crowd-banker prennent de petits morceaux de l'emprunt global.

Dans le contexte du crowdfunding, le modèle du prêt peut prendre différentes formes [7] :

- un prêt traditionnel : les modalités standard sont utilisées et on s'attend à un remboursement monétaire sous la forme d'intérêts. Dans ce cas, les prêts peuvent être garantis ou non, selon la plateforme de financement participatif utilisée;
- un prêt à remboursement conditionnel : les contributions sont remboursées au prêteur seulement si une des deux conditions possibles est respectée : a) si le projet commence à générer des revenus et à quel moment, ou b) si le projet commence à créer un profit et à quel moment.

❖ L'investissement

La quatrième forme repose sur l'investissement de la foule dans le capital d'une entreprise. Il s'agit d'une prise de participation (equity based, crowdfunding (Hornuf & Schwenbacher, 2014). Les investisseurs deviennent alors actionnaires de l'organisation dans laquelle ils investissent ce qui constitue l'originalité de cette modalité (Bessière & Stéphanie (2014b)).

Dans ce modèle, les contributeurs achètent des droits de propriété de l'entreprise mère ou des droits de propriété dans un projet [8].

La variété des modèles proposés par le crowdfunding renforce sa spécificité par rapport aux autres modes de financement. En effet, Belleflamme et al. (2013) confirment la pertinence économique du financement participatif en comparaison avec les sources traditionnelles de financement.

Dans la même veine, on peut citer d'autres apports du crowdfunding [9] suivant le tableau ci-dessous :

Table 2. Les différents bénéfices du crowdfunding

Les bénéfices pour les citoyens	Les bénéfices pour les destinataires des fonds	Les bénéfices pour la société
Soutenir un proche, dans la réalisation d'un projet culturel, associatif, sportif ou économique (nouveaux outils d'épargne)	une nouvelle source de financement à accès ouvert au grand public, grâce à Internet.	répartir les risques sur des intervenants non dépendants les uns des autres, contribuant ainsi à une meilleure stabilité financière.
Fléchir l'épargne des ménages vers l'économie réelle : le crowdfunding propose de le faire de manière particulièrement efficace.	une campagne de crowdfunding est un extraordinaire moyen de communication, car elle est visible de tous sur Internet.	Le crowdfunding contribue même au désenclavement des petites entreprises.
Nouvelles formes de placement, utilité sociale et transparence économique.	Le crowdfunding favorise donc le développement d'une véritable finance populaire	le crowdfunding renforce également le lien social, le sentiment de proximité et l'engagement citoyen.

D'un autre côté, plusieurs critiques ont été avancées concernant la pertinence économique du crowdfunding et de ses campagnes. Ryan Caldbeck précise deux grandes critiques du financement participatif :

- 1) Les compagnies qui utilisent le financement participatif sont faibles.
- 2) Les projets ne sont plus confidentiels.

Entre apports et limites, le financement participatif occupe l'intérêt des chercheurs et envahit les économies. D'où l'importance d'étudier les perspectives et les mesures à prendre pour profiter des apports du crowdfunding au monde de l'innovation. Ce qui fera l'objet de la deuxième partie de notre article.

3 Avenir du crowdfunding au Maroc

Le financement participatif, « crowdfunding », ou sociofinancement de projets, fait l'objet d'un certain nombre de recherches récentes qui portent sur les formes, les principes de fonctionnement, l'organisation et les motivations des acteurs (Agrawal et al. 2013, Mollick 2014, Bessière et Stéphanie 2014, Ahlers et al. 2015, Colombo et al. 2015, Cholakova et Clarysse 2015, Roggan 2015). Ce mode de financement a connu un essor inédit au niveau mondiale, l'Amérique du nord avec 17.3 MD\$, l'Asie 10.6MD\$ et l'Europe 6.5 MD\$ ces continents constituent les principaux marchés du crowdfunding [10].

D'autre part, selon la banque mondiale : « La taille potentielle du "crowdfunding" dans les pays en développement représenterait 1,8 fois celle des investissements en capital risque » (World Bank, 2013, p. 44) [11]. En effet, la propagation de ce mode de financement ainsi que ses bienfaits sur l'économie rendent indispensable une analyse des perspectives du crowdfunding au Maroc.

3.1 APPORTS ET FREINS DU DÉVELOPPEMENT DU CROWDFUNDING AU MAROC ET RÉPERCUSSIONS SUR L'INNOVATION

Le crowdfunding, cette innovation portée au monde du financement constitue un levier pour le développement des projets et présente des intérêts multiples pour les économies. Toutefois, elle dévoile certains risques qu'il faut gérer pour profiter de ce mode de financement.

3.1.1 LES BÉNÉFICES APPORTÉES PAR LE CROWDFUNDING À L'INNOVATION AU MAROC

Le crowdfunding connaît un essor remarquable dans les pays développés, concernant le Maroc, les prémices du développement du crowdfunding semblent réunies et son rôle important est indispensable dans le contexte actuel.

Tout d'abord, le crowdfunding permettra d'assurer aux porteurs de projets et aux PME innovantes des moyens de financement et construire une solution aux problèmes de financement :

Les PME représentent 95% du tissu économique marocain, l'intérêt d'étudier comment le crowdfunding peut renforcer leurs capacités d'innovation est donc primordial. En effet, l'analyse des spécificités des PME innovantes révèle la pénurie de moyens de financement propre et l'accès limité de ces dernières aux sources de financement classique. Le crowdfunding se présente donc comme une voie de secours adaptée aux besoins éminents et aux caractéristiques risquées des projets innovants dans la mesure où il comble d'une part, la défaillance des sources de financement traditionnel à financer les premières phases du cycle financier des PME innovantes (phase d'amorçage et de développement). D'autre part, il sert de remède pour financer certains types d'innovation qui contiennent plus de risque à savoir l'innovation radicale.

Dans un deuxième lieu, le contexte d'après crise a révélé la vulnérabilité du système financier classique. Le crowdfunding par sa capacité à répartir le risque sur les intervenants indépendants peut apporter plus de stabilité financière et désenclaver les PME innovantes marocaines. La multitude des choix offerts par le crowdfunding permet à l'économie marocaine de financer des projets innovants traditionnellement marginalisés à cause du risque.

Dans un troisième lieu, le crowdfunding peut construire un cheval de lance de l'économie marocaine en général, et de l'innovation en particulier, étant donné qu'il forme un pont de transfert de financement. En effet, par sa transparence (accès ouvert et visible au grand public) il peut servir à une allocation optimale des fonds reçus des marocains résidents à l'étranger et à une orientation efficace vers les projets innovants les plus rentables économiquement et bienfaisants socialement. Ainsi, il permet de flécher leurs transferts vers l'économie réelle en combinant utilité sociale et transparence économique.

Dans un quatrième lieu, le crowdfunding permet de soutenir la société civile en promouvant l'émergence des projets associatifs qui souffrent d'un manque de financement et d'une dépendance aux aides de l'Etat. Au-delà des projets associatifs, un autre type de projets semble être négligé par les modes de financement classiques notamment les projets culturels et créatifs. De ce fait, le crowdfunding permet d'un côté d'assurer les fonds nécessaires à ces projets. Et d'une autre côté, par son

caractère ouvert à tout le monde, il facilite la mobilisation et la participation des citoyens. En conséquence, le crowdfunding permettra à travers de double effet de valoriser le patrimoine culturel et enrichir les projets innovants.

Dans la même veine, ceci nous mène vers un cinquième apport du crowdfunding au Maroc qui coïncide avec la stratégie de décentralisation du Maroc. En effet, cette stratégie de gouvernance peut profiter des plateformes crowdfunding en développant des projets innovants au niveau local en coopération avec les citoyens de la région. En d'autres termes, les citoyens sont les mieux placés pour sélectionner les projets dont ils ont besoin dans la région. Ils participeront à travers ces plateformes à compléter les ressources des collectivités locales et répondre aux enjeux de développement régional. En plus, il favorisera le sentiment d'appartenance, de proximité et d'engagement des citoyens et produira plus de cohésion sociale et de créativité.

Certes le crowdfunding peut apporter plusieurs bénéfices au monde de l'innovation, toutefois il risque de l'exposer à certaines menaces qui freinent son développement au Maroc.

3.1.2 LES FREINS AU DÉVELOPPEMENT DU CROWDFUNDING AU MAROC FRAGILISENT L'INNOVATION

L'analyse des contraintes au développement du crowdfunding au Maroc a révélé différents feins :

❖ Les freins réglementaires

Les prémices du développement du crowdfunding au Maroc paraissent réunies, quoique le cadre réglementaire demeure absolument inadapté. S'agissant des plateformes toutes jeunes, elles n'ont pas encore de définition juridique propre et obéissent aux mêmes règles des institutions financières classiques :

Selon Thameur Hemdane [12], les trois modes de financement du crowdfunding (don, prêt et investissement) sont régis par des lois distinctes, contraignantes et non adaptées à cette activité :

- La collecte de dons est régie au Maroc par la Circulaire n°2/2005 relative aux conditions et procédures d'instruction des demandes d'appel à la générosité publique.
- Le crédit est régi par la loi n°34-03 relative aux établissements de crédit et organismes assimilés. Le crédit est soumis au monopole bancaire et est soumis à l'obtention d'un agrément de la Banque Centrale Bank Al-Maghreb.
- L'investissement en capital est également une activité réglementée par l'AMMC (Autorité Marocaine du Marché des Capitaux) et nécessite des agréments spécifiques notamment dans le cadre d'un appel public à l'épargne.

En effet, le crowdfunding par la multitude et la diversité des produits qu'il offre freine l'élaboration d'une réglementation souple. Les projets innovants se trouvent donc bloqués devant un cadre réglementaire inadaptée au financement participatif.

❖ Les freins liés à la nature du domaine

La finance est un domaine socialement et politiquement sensible du fait de la complexité des lois pour faire appel à l'épargne publique et aux dons; lourdeurs et contraintes d'ordres administratif et légal du processus d'investissement; l'éventualité d'un blocage de la part des acteurs traditionnels qui se sentiraient menacés [13].

❖ Les freins joints au commerce électronique :

La situation économique faible des citoyens marocains projette la faiblesse de leur bancarisation et donc leur capacité à effectuer des opérations en ligne en général et adhérer au crowdfunding à titre particulier.

Financer un projet innovant à travers le « e-business » s'avère donc difficile à réaliser.

❖ Les freins psychologique et culturel :

Malgré le développement du crowdfunding dans le monde, la majorité des citoyens marocains méconnaissent ce type de financement et éprouvent une grande méfiance vis-à-vis des modalités offertes. Cette méfiance trouve son origine premièrement dans le caractère nouveau et original du service. Cette culture marquée par l'angoisse et l'aversion au risque avorte l'innovation.

❖ Les freins attachés au risque de fraude

Les investisseurs méconnaissent les autres parties prenantes à savoir la plateforme qui fait office d'intermédiaire ainsi que le porteur du projet. Le risque de fraude et d'escroquerie s'amplifient à cause des asymétries d'informations entre ces investisseurs, les porteurs de projets et plateformes. Ils peuvent être lésés sur un projet sans avoir la possibilité de recourir à des institutions judiciaires. Ce problème s'amplifie autant que les mécanismes d'assurance et de protection du consommateur demeurent encore invisibles.

L'analyse des apports et limites du crowdfunding à l'innovation au Maroc, soulève l'importance de chercher les méthodes et les mesures à opter pour tirer profits de ce mode de financement d'avenir. Nous allons essayer de présenter une panoplie de remède pour faire de ce mode de financement le cheval de lance de l'innovation et donc de l'économie marocaine.

3.2 APPROCHES ET MESURES À PRENDRE POUR UNE ADOPTION EFFICACE DU CROWDFUNDING AU MAROC

Dans un monde ouvert où internet transcende les limites géographiques, les pays sont forcément en concurrence les uns avec les autres et poussés vers une certaine forme de standardisation des environnements légaux et économiques (Cf « The world is flat » de Friedman) [14].

Le développement des projets marocains sur des plateformes étrangères constitue une perte en termes de recettes fiscales pour le Maroc. La nécessité de récupérer ce manque à gagner est grandissante dans le contexte actuel.

Ainsi, pour remédier aux entraves du développement du crowdfunding au Maroc plusieurs mesures sont plausibles :

3.2.1 ADOPTER UN CADRE RÉGLEMENTAIRE PROPICE AU CROWDFUNDING AU MAROC

L'étude comparative du succès du crowdfunding dans différents pays, a révélé une forte présence de la réglementation. Les USA, la France, l'Angleterre et le Liban constituent des pays leaders dans ce domaine. En effet, ces pays audacieux ont pu installer un cadre réglementaire propice au développement du crowdfunding. Etant donné que le Maroc et la France partagent des similitudes des systèmes financiers et des cadres réglementaires, il est judicieux que le Maroc suive l'approche juridique française dans la promotion et l'encadrement du crowdfunding.

Une réforme possible au Maroc pourrait donc reposer sur 3 principes :

- Définition des critères d'établissement des plateformes de crowdfunding en fonction de la nature de leurs activités (don, prêt, investissement).
- Définition des règles de protection de l'épargnant (transparence, information équilibrée sur les risques, des seuils, etc.).
- Définition des conditions liées à l'opération de financement (information, seuils limitant les opérations, etc.) [15].

3.2.2 FAIRE FACE À L'IGNORANCE DU FINANCEMENT PARTICIPATIF ET RENFORCER LA CONFIANCE EN CELUI-CI

Du fait de sa jeunesse, plusieurs innovateurs et investisseurs méconnaissent le financement participatif ainsi que ses modalités de fonctionnement. D'où le rôle primordial que peut jouer l'éducation et la formation dans la promotion et la sensibilisation. Un éclairage sur le crowdfunding peut renforcer la confiance des contributeurs et lever les ambiguïtés sur les différentes modalités. Concrètement, la mise en place d'un site, d'un guide de financement participatif ou des plans de communication permettra de donner une vision claire et réduira la méfiance des investisseurs.

3.2.3 REMÉDIER ET CONTRÔLER LA QUESTION DE FRAUDE

Pour remédier à la question de fraude, on peut amener deux types d'actions. Une action en amont par le biais de la prévention et la détection des fraudes, et une action en aval par le suivi judiciaire :

- prévention et détection de fraude : dans un premier temps, offrir aux investisseurs la possibilité d'effectuer des Recherches Portant A La Fois Sur Les Projets Ainsi Que Leurs Porteurs Avant De Prendre La Décision D'investir. Ensuite, Obliger Les Plateformes De Mettre En Place Des Mécanismes De Démarcation. Les Soutiens Peuvent Comparer Ces Mécanismes Avant D'investir.
- En aval, l'action de suivi et contrôle judiciaires renforcés par des sanctions en cas de fraude peuvent déjouer toutes tentatives de fraude. D'un autre côté, pour faire face au risque de plagiat du projet il faut renforcer la protection des droits de propriété intellectuelle.

3.2.4 SE Doter DES PLATEFORMES AU NIVEAU NATIONAL

L'obligation de se doter des plateformes sur le territoire national permet d'une part de récupérer le manque à gagner en termes de recettes fiscales. D'autre part, garantie une proximité avec les porteurs de projets ce qui favorise la communication et renforce le lien entre les parties prenantes (plateformes, investisseurs, innovateurs).

3.2.5 DÉVELOPPER DES SYNERGIES AVEC LES ACTEURS DU FINANCEMENT CLASSIQUES

Prévoir des partenariats et des coopérations entre les acteurs traditionnels (banques, assureurs et fonds d'investissement) et les plateformes de crowdfunding. Analyser les besoins de financement et collaborer efficacement pour financer des projets innovants.

En résumé, pour assurer le développement et l'intégrité du crowdfunding au Maroc, il faut simplifier les démarches d'utilisation tout en assurant un contrôle et un encadrement. L'ensemble de ces actions assurera la réussite de ce mode de financement au Maroc.

4 CONCLUSION

Arrivant aux termes de notre article, il est louable de rappeler le rôle central du crowdfunding. Certes un mode jeune et original de financement, mais qui peut servir de catalyseur de l'innovation. Les plateformes de crowdfunding constituent un espace d'apprentissage et d'essai pour les projets créatifs promouvant ainsi les esprits créatifs et les idées novices évanouies de financements classiques. Selon les dires de Thameur Hemdane, au rythme actuel de croissance du crowdfunding et avec le développement de nouvelles plateformes de crowdfunding, le potentiel du crowdfunding au Maroc pourrait atteindre les 12 M€ en 2020.

Par conséquent, grâce aux opportunités offertes par les expériences étrangères, le Maroc (avec toutes ses parties prenantes) doit réfléchir sérieusement pour profiter des bienfaits de ce mode de financement. A ce niveau, le Maroc aura l'occasion d'être pionnier au niveau de l'Afrique à exploiter le financement participatif et l'orienter vers les projets innovants. Par conséquent, le processus d'innovation entre dans un effet boule de neige qui ne peut que promouvoir la croissance et le développement du Maroc.

RÉFÉRENCES

- [1] "Massolution" – cabinet de recherche américain spécialisé dans le crowdfunding
[Online] Available : <http://finance.sia-partners.com/20170403/infographie-etat-des-lieux-du-marche-du-crowdfunding>
- [2] "Crowdfunding's Potential for the Developing World," Finance & Private Sector Development Department, 2013, Banque Mondiale
- [3] Rony GERMON et Adnane MAALAOUI, « *Le crowdfunding, une nouvelle voie de financement pour les PME* », Chapitre 6, Le Grand livre de l'économie.
- [4] Nacer Eddine Sadi, Maria Theodosiou, « *Le crowdfunding, un outil pour financer l'innovation?* »
[Online] Available : <https://www.usine-digitale.fr/article/le-crowdfunding-un-outil-pour-financer-l-innovation.N254142>
- [5] Stéphane ONNÉE, Sophie RENAULT, « *Crowdfunding: vers une compréhension du rôle joué par la foule* », Management et Avenir. Page 210.
- [6] Sophie Renault, Erwan Boutigny, « *Le crowdfunding: un levier de financement des projets « marginalisés »* », Réseaux numériques et performance des entreprises, Janvier 2015.
- [7] Nicolas Lesurdu, « *Crowdfunding: financement de complément, ou de rupture ?* » Annales des Mines - Réalités industrielles 2016/1 (Février 2016), Pages: 80.
- [8] « *les principaux marchés du crowdfunding dans le monde* »
[Online] Available : <http://finance.sia-partners.com/20170403/etat-des-lieux-du-marche-du-crowdfunding>;
- [9] Cécile FONROUGE, « *crowdfunding* » et diasporas: le financement participatif vient-il bousculer les acteurs du financement diasporique?, 13^e Congrès International Francophone En Entrepreneuriat et PME 2016.
- [10] Thameur Hemdane, « *Le crowdfunding, une innovation pour financer le développement du Maroc* », techniques financières et développement. page: 162.
- [11] Yniim, « *Etats des lieux et perspectives du crowdfunding au Maroc en 2014* ».
[Online] Available : <https://yniim.wordpress.com/2014/04/12/crowdfunding-maroc-finance-collaborative-economie-plateforme-particuliers-startup-internet-web-analyse/>
- [12] Yniim, « *Etude de marché sur le crowdfunding au Maroc* »
[Online] Available : <https://yniim.wordpress.com/2014/08/26/crowdfunding-maroc-financement-collaboratif-statistiques-chiffres-etude-marche/>

Association cancer du rectum et grossesse: A propos de 2 cas et revue de la littérature

Dalal KASMI¹, Anas AHALLAT², Aida ABIDA³, Sabah AMRANI⁴, and Samir BARGACH⁵

¹Residente en gynécologie obstétrique, Maternité SOUSSI, Rabat, Maroc

²Resident en chirurgie viscérale, Rabat, Maroc

³Residente en gynécologie obstétrique, Maternité SOUSSI, Rabat, Maroc

⁴Professeur en gynécologie obstétrique, Maternité SOUSSI, Rabat, Maroc

⁵Professeur en gynécologie obstétrique, Maternité SOUSSI, Rabat, Maroc

Copyright © 2018 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 diagnosis of rectal cancer during pregnancy remains difficult today. This association is rare. the diagnostic problem is mainly therapeutic and is not yet the subject of a consensus. Indeed, the care need a multidisciplinary team to be able to remedy this pathological situation. We report two cases of rectal cancer discovered during pregnancy, with the management of the disease, the outcome of the patients, and a review of the literature.

KEYWORDS: cancer, rectum, pregnancy.

RÉSUMÉ: A nos jours, le diagnostic du cancer du rectum au cours de la grossesse reste difficile. Cette association est rare. Sa problématique diagnostique est surtout thérapeutique ne fait pas encore l'objet d'un consensus. La prise en charge relève d'une équipe multidisciplinaire pour pouvoir remédier à cette situation pathologique. Nous rapportons deux cas de cancer du rectum découvert au cours de la grossesse, avec la prise en charge menée, le devenir des patientes, et une revue de la littérature.

MOTS-CLEFS: cancer, rectum, grossesse.

1 INTRODUCTION

Le cancer du rectum pendant la grossesse est rare. Dans le monde, le taux de survenue du cancer durant la grossesse est aux alentours de 0,07% à 0,1 [1]-[2] ; celui du rectum est de 0,002%. Jusqu'à 2005, 275 cas approximativement de cancer colorectal associé à la grossesse ont été rapportés [3]. Et plusieurs cas ont été publiés après. La gestion d'une femme enceinte avec cancer du rectum est difficile, elle recourt à une prise en charge multidisciplinaire. Cette situation présente une problématique diagnostique et thérapeutique, et dépend du stade du cancer, et de l'âge gestationnel. Des cas d'utilisation d'agents de chimiothérapie pendant la grossesse ont été décrits au cours de la dernière décennie [4].

Nous présentons deux cas de cancer rectal survenant au cours de la grossesse avec une revue de littérature.

2 OBSERVATION

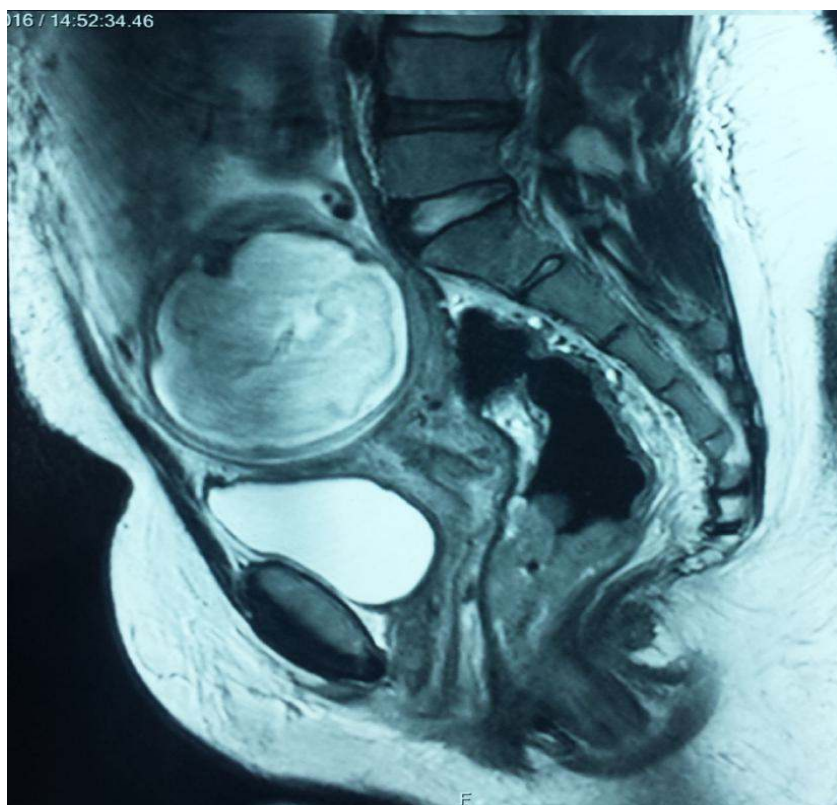
2.1 CAS CLINIQUE N°1 :

Il s'agit de Madame B.H âgée de 34 ans sans antécédent pathologique personnel ou familial notable, G3P3EV3, consulte pour rectorragies avec douleur abdominale. L'examen clinique objective une masse rectale dont la taille est difficile à apprécier. La patiente a bénéficié d'une rectoscopie qui a montré une tumeur à 10cm de la marge anale. Une biopsie fut réalisée dont l'étude anatomopathologique revenue en faveur d'un adénocarcinome du rectum. Par ailleurs, au cours du bilan, la patiente rapporte une notion d'aménorrhée, pour laquelle une échographie obstétricale a été faite et a pu montrer une grossesse intra-utérine évolutive de 15SA morphologiquement normale. Le bilan d'extension par une IRM a mis en évidence une tumeur rectale avec adénomégalie iliaque bilatérale sans envahissement locorégional. (T3N1M0). L'ACE était normal. La patiente fut adressée pour prise en charge. Elle a été vu en notre formation à 29SA, où une poursuite de grossesse jusqu'à 34SA a été décidée après accord de la patiente et la césarienne à ce terme fut réalisée et a donné naissance à un nouveau-né de sexe féminin, poids de naissance 2300, Apgar 10/10. Examen macroscopique et microscopique du placenta était normal. L'exploration au cours de la césarienne a montré une tumeur limitée à la paroi rectale. 3 semaines après, la patiente fut adressée au service d'oncologie pour prise en charge.

Un nouveau bilan d'extension a été réalisé notamment une IRM a mis en évidence des métastases hépatiques et pulmonaires. La patiente a été mise sous chimiothérapie selon le protocole FOLFOX.

2IRM réalisées après à 4 mois d'intervalle, ont objectivé une extension des métastases.

La patiente est restée sous chimiothérapie palliative jusqu'à son décès 14 mois après l'accouchement, et 18mois après la découverte du cancer.





2.2 CAS CLINIQUE N°2

Il s'agit de L.S. âgée de 36ans G4P4EV3, présentant depuis 8mois une constipation chronique, avec rectorragies, et depuis 4mois des douleurs abdominales avec vomissements, anorexie et amaigrissement non chiffré. Au cours d'une consultation pour suivi de grossesse suite à une aménorrhée, une tumeur rectale a été mise en évidence. La patiente a été vue en notre formation à 26SA, l'examen clinique trouvait une patiente consciente avec altération de l'état général, pâle, une hauteur utérine inférieure au terme de la grossesse. Le toucher rectal trouve une tumeur à 3cm de la marge anale indurée, avec lumière anale presque infranchissable. Le toucher vaginal trouve une infiltration de la partie postérieure du vagin et le cul de sac de douglas par la tumeur. L'échographie obstétricale a montré une grossesse monofoetale évolutive avec biométrie de 24SA. Une rectoscopie avec biopsie fut réalisée, et le diagnostic d'adénocarcinome du rectum était retenu sur examen anatomopathologique. L'IRM a montré une grande tumeur envahissant le rectum, et la face postérieure du vagin avec adénopathie iliaque bilatérale. (T4 N1 Mo) Après concertation avec la patiente la grossesse fut poursuivie, mais devant l'aggravation de l'état général, une césarienne fut réalisée à 31SA, ce qui a donné naissance à un nouveau-né de sexe féminin, poids de naissance 1100g, Apgar 8/10. L'examen macroscopique du placenta a trouvé des micronodules dispersés sur tout le placenta, et qui correspondaient microscopiquement à des zones de nécrose. L'exploration au cours de la césarienne a trouvé une tumeur indurée du bas rectum envahissant la face postérieure du vagin. Le bébé est décédé 2jours après par détresse respiratoire, et la patiente fut adressée en service d'oncologie pour prise en charge. La patiente a présenté une éventration 10 jours après la césarienne pour laquelle elle a été reprise en service de chirurgie. Elle est décédée 1mois après, et avant d'entamer une thérapeutique anticancéreuse.



3 DISCUSSION

Le premier cas rapporté de cancer du rectum associé à la grossesse a été décrit par CRUVEILHIER en 1842[5]. Plus de deux cent soixante-quinze cas de cancer rectocolique découverts pendant la grossesse sont rapportés dans la littérature [2]. Ils représentent les cancers les moins fréquents durant la grossesse après le col, le sein, les leucémies, le lymphome, le mélanome et le cancer thyroïdien [6]

Chez une population générale, les cancers colorectaux surviennent majoritairement après l'âge de 50ans [3], ils se manifestent dans 5 à 10 % des cas avant 40 ans et dans 2 % des cas avant 30 ans [5]. De ce fait, le cancer rectal chez la femme en âge de procréer est d'incidence faible [5]. Selon une revue de 42 cas, L'âge moyen de la survenue du cancer du rectum sur grossesse est de 31ans [7]. Cette population de patiente doit avoir de très forts facteurs prédisposant à faire un cancer colorectal que la population générale [10].

Durant la grossesse, une fréquence plus élevée de localisations secondaires notamment hépatiques, ganglionnaires, péritonéales et ovarienne a été rapportée, traduisant un diagnostic souvent plus tardif. [5]. Le rapport cancer du rectum/cancer du côlon est inversé chez la femme enceinte (60 % rectum et 40 % colon) par rapport à la population générale. [8]

Tableau I Caractéristiques épidémiologiques des cancers colorectaux chez la population générale et pendant la grossesse [3].
Epidemiological features of colorectal cancer in the general population and in pregnant women.

Épidémiologie	Cancer colorectal et population générale	Cancer colorectal et grossesse
Âge	> 50 ans	31 ans (16-41)
Risque de cancer colorectal chez la femme	1/17 après 50 ans 1/2 000 avant 40 ans	1/10 000 à 1/50 000 pendant la grossesse Incidence entre 0,07 et 0,1 %
Facteurs de prédisposition	Rarement associés	Jusqu'à 21 % Dépistage individuelle et familiale systématique
Durée de la symptomatologie	Variable	Longue avec retard diagnostique constant
Localisation	Colon (80 %) Rectum (20 %)	Rectum (86 %) Colon (14 %)
Stade de Dukes	Variable	Stade avancé (60 % C ou D)
Métastases ovariennes	3 à 8 %	Jusqu'à 25 %

Chan YM, Ngai SW, Lao TT. Colon cancer in pregnancy. A case report. *J Reprod Med* 1999;44:733—6

La carcinogénèse du cancer colorectal durant la grossesse n'est pas entièrement comprise, Certains auteurs considèrent que l'association grossesse/cancer est purement fortuite [7]. L'implication des récepteurs des œstrogènes et des progestérones au cours de la grossesse a été étudiée [12]. Il a été suggéré que 20% à 54% des tumeurs coliques avaient des récepteurs oestrogéniques [13]. D'autres études ont montré la présence des récepteurs aux progestérones [13]. Par contre Une grande série norvégienne portant sur le suivi de 63 090 femmes conclue que les épisodes de la vie hormonale de la femme n'influent pas sur la genèse du cancer colorectal [14].

Certains auteurs suggèrent l'idée que la grossesse pourrait accélérer le développement tumoral en cas de tumeur recto sigmoïdienne, notamment au premier trimestre en relation avec l'augmentation de la vascularisation pelvienne pendant la gestation [5].

L'implication de l'enzyme COX-2 dans le cancer colorectal durant la grossesse a aussi été rapportée. Il semble être essentiel pour les premières étapes de la grossesse. Et il a été trouvé à hauts niveaux dans beaucoup de cellules des tumeurs colorectales [2].

De point de vue génétique il y a des éléments permettant de comprendre la rapidité d'évolution des cancers rectocoliques au cours d'une grossesse : l'immunotolérance liée à la grossesse d'une part, et, d'autre part, les effets de certaines cytokines, en particuliers le p53. Dans le cancer colorectal, on constate de véritables mutations du p53. Pendant la grossesse, une hyperexpression paradoxale du p53 apparaît dans 40 à 70 % des tumeurs coliques [15].

Le cancer colorectal pendant la grossesse représente une menace sérieuse tant à la mère qu'au fœtus. WOOD et al ont rapporté 25 de 32 grossesses dont les femmes avec des tumeurs colorectales ont abouti aux enfants en bas âge sains. La prématurité, la mort intra-utérine, et la mort à la naissance étaient tous les collaborateurs à la mort de ces enfants en bas âge [9].

Le diagnostic est souvent tardif, car Les symptômes de présentation de cancer colorectal peuvent confondre ceux de la grossesse, ils incluent la douleur abdominale, la pâleur, la constipation, des nausées et des vomissements, l'anémie qui sont communs à toutes les femmes enceintes. Et le saignement rectal qui peut être attribué aux hémorroïdes. Pour cette raison la plupart des cas de cancer colorectal sont diagnostiqués plus tard dans la grossesse, quand les métastases sont plus répandues [9]. Le défi diagnostique pour des cliniciens est de distinguer entre les symptômes de grossesse les signes d'alarme de cancer colorectal.

Tableau III Comparaison de la symptomatologie entre grossesse normale et grossesse avec cancer colorectal [3].
Comparison of signs and symptoms of colorectal cancer in the general population and in pregnant women [3].

Symptomatologie	Grossesse normale	Grossesse et cancer colorectal
Nausées/vomissements	Normal au 1 ^{er} trimestre	Anormal au 2 ^e ou 3 ^e trimestre, surtout si vomissements incoercibles
Amaigrissement	Possible au 1 ^{er} trimestre Anormal au 2 ^e et 3 ^e trimestres	Fréquent avec plutôt une absence de prise de poids
Douleurs	Diffuses, à type de pesanteur, atténuées sous antispasmodiques	Localisées, intenses, ne répondant pas aux spasmolytiques
Rectorragie/méléna	Éliminer une pathologie hémorroïdaire Éliminer la prise de Fer qui colore les selles	des explorations complémentaires (colonoscopie...) sont indispensables
Constipation	Soulagée par les laxatifs usuels	S'intensifie avec arrêt des gaz et apparition d'un syndrome occlusif
Association de plusieurs des signes précédents	Doit répondre rapidement à un traitement symptomatique	Doit motiver des explorations complémentaires (colonoscopie...)

Reprinted from Gastroenterology Clinics of North America, Vol 27: 225-256. Cappell MS, Colon cancer during pregnancy: the gastroenterologist's perspective. Copyright 1998 with permission from Elsevier.

Trois faisceaux d'arguments paracliniques sont nécessaire pour poser le diagnostic du cancer colorectal : l'endoscopie digestive basse (rectosigmoïdoscopie et/ou coloscopie totale avec biopsies dirigées), les marqueurs tumoraux et enfin l'imagerie médicale abdominopelvienne. Néanmoins, ce bilan présente quelques particularités chez la femme enceinte [11].

Les recommandations de la Société américaine d'endoscopie stipulent qu'un risque fœtal existe lors de la réalisation d'une coloscopie complète, essentiellement dû à l'utilisation des produits anesthésiants et du positionnement de la mère pendant l'anesthésie générale soulignant que la décision doit être réfléchie avant d'être prise [16].

La biologie standard est très peu spécifique pour le diagnostic du cancer colorectal. Une perturbation des paramètres hépatiques, en particulier l'élévation des phosphatases alcalines (PAL), peut témoigner d'une atteinte hépatique métastatique; or, la grossesse normale s'accompagne volontiers d'une augmentation des PAL de 2 à 4 fois plus importante que la normale.

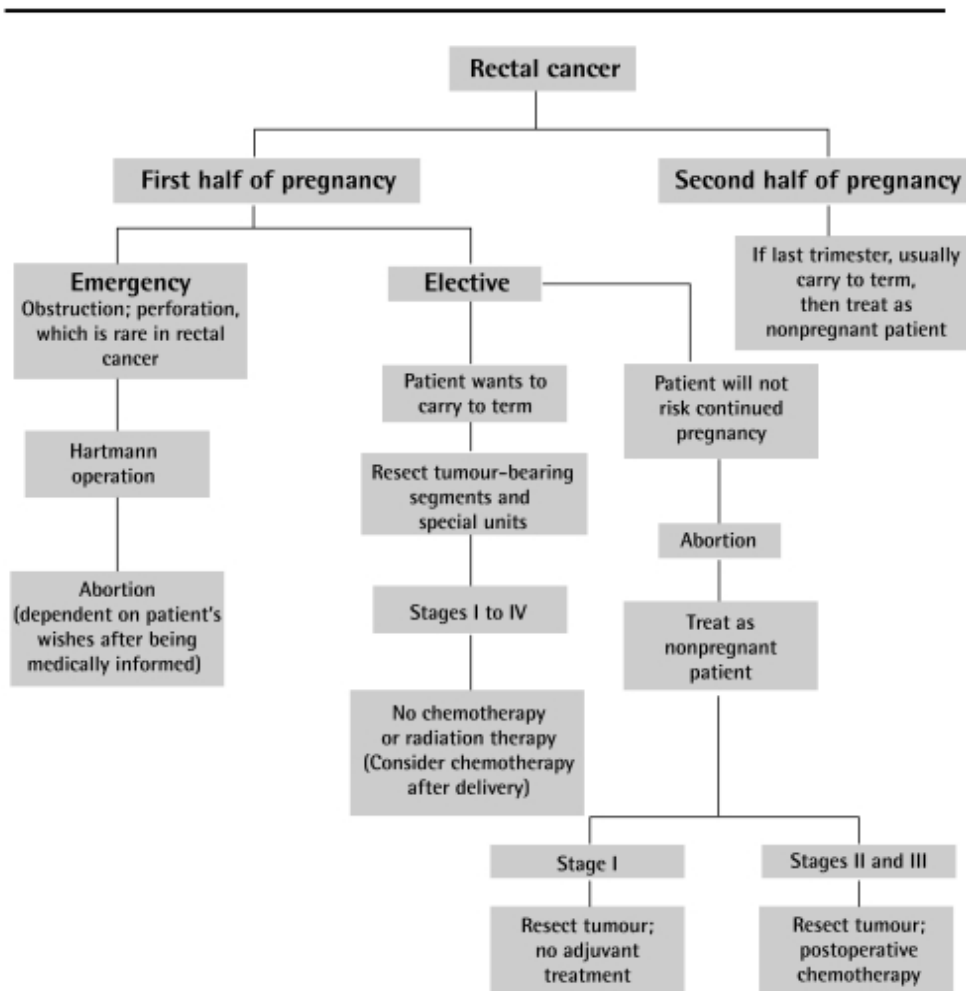
L'échographie lors de la dissémination hépatique est sensible à 75%, celle endorectale permet une localisation précise de la lésion et détecte 70% de la profondeur de l'invasion tumorale, et 75% des atteintes ganglionnaires [17].

Le scanner n'est pas permis au cours de la grossesse, mais quelques clichés avec injection rectale de produit de contraste sont autorisés au 2^{ème} et 3^{ème} trimestre [18]. L'IRM permet un bilan d'extension sans irradiation fœtale, mais son utilisation de routine n'est pas validée [19].

Le traitement du cancer rectocolique en cours de grossesse ne fait l'objet d'aucun consensus [20]. Des directives cliniques pour la gestion du cancer pendant la grossesse sont disponibles dans la littérature [21]. Elles sont basées sur les rapports de cas et les protocoles établies chez les femmes non enceintes [4]. Le traitement vise la thérapie de départ pour la mère dès que possible [4]. Lorsque le cancer est diagnostiqué, il faut informer la patiente dans la mesure du possible des effets de la thérapie proposée, sur le fœtus et sur le pronostic global pour la mère. Le traitement des cancers colorectaux dépend du stade présumé ainsi que du terme de la grossesse [5].

Schématiquement, la prise en charge change si le cancer est découvert avant ou après 20 SA.

Figure 2. Management of rectal cancer in pregnancy



Adapted from Walsh and Fazio.⁹ Used with permission.

Mohammad Yaghoobi, Gideon Koren, Irena NulmanCan Fam Physician. 2009 Sep; 55(9): 881–88 Challenges to diagnosing colorectal cancer during pregnancy

Avant 20 SA, la chirurgie est associée à un risque de fausse-couche augmenté [11]. La chimiothérapie est impossible compte tenu des effets tératogènes potentiels du 5 fluoro-uracile [8]. La radiothérapie est contre-indiquée car, même à dose faible, elle peut induire un retard mental ou une néoplasie radio induite à la naissance [23]. Un arrêt de grossesse sera proposé à la mère pour rendre la prise en charge plus optimale. Si le cancer est découvert à stade opérable, une chirurgie peut être indiquée [22]. Si la lésion est plus avancée, on pourra proposer à la patiente d'attendre jusqu'au 2^{ème} trimestre pour démarrer la chimiothérapie pour mieux contrôler la maladie jusqu'à l'accouchement. Dans tous les cas la patiente doit être informée des risques encourus pour elle et pour le fœtus [23].

Après 20SA, la naissance peut être programmée à partir de 32 SA après maturation pulmonaire pour pouvoir commencer le traitement dès que possible. Entre 20 et 32 SA, le choix thérapeutique dépendra de plusieurs paramètres. En présence d'une complication évolutive urgente (péritonite stercorale, un syndrome occlusif), la résection chirurgicale du cancer s'impose [24]. À moindre degré, en cas d'épisodes subocclusifs à répétition, la réalisation d'une colostomie de décharge, de préférence par voie laparoscopique [26], paraît une solution palliative et compatible avec la poursuite de la grossesse. Une chimiothérapie peut être administrée si elle s'avère nécessaire [4]. La radiothérapie adjuvante réduirait le risque de récurrence locale dans le cancer du rectum stade B2 et C, mais est contre-indiquée pendant la grossesse [27]. Des essais sur l'immunothérapie sont toujours en cours [26].

La question qui reste toujours débattue pour la chirurgie, après accouchement, c'est la réalisation ou non d'une ovariectomie bilatérale associée ou non à une hystérectomie, vue que le taux de métastases ovarienne du cancer rectal augmente de 25% chez la femme enceinte [7-27]

Pour la chimiothérapie, on recommande actuellement de démarrer un régime anti-cancéreux optimal sans nuire au fœtus qui ne devrait pas être retardée ou reportée jusqu'à la fin de la grossesse [22], pour donner de meilleures chances de survie tant à la mère qu'au fœtus.

Comme il est recommandé par la NCCN, le protocole FOLFOX est le plus adapté à la maladie à stade avancé ou métastatique, il consiste en Oxipalatin, 5-FU, et Leucovorin. L'utilisation d'Oxipalatin et du 5-FU pendant la grossesse est classée D par U.S. Food and Drug [22].

Tableau IV Comparaison des moyens diagnostiques et des méthodes de traitement utilisables chez la femme enceinte et non enceinte [3].
Diagnostic tools and treatment methods used in pregnant and non-pregnant women [3].

	Cancer en dehors de la grossesse	Cancer et grossesse
Imagerie	Scanner : indispensable dans le bilan d'extension loco-régionale. Échographie hépatique : recherche de lésions secondaires. Échographie endorectale : intérêt dans le staging préopératoire du cancer du rectum.	Quelques clichés de scanner (avec injection rectale de produit de contraste à partir du second trimestre). IRM : en cours d'étude. Échographie hépatique : recherche de lésions secondaires. Échographie endo-rectale : intérêt pour le cancer du rectum et pour prédire une dystocie.
Test Hémostase	Test de dépistage	Test non validé
Endoscopie digestive : colonoscopie et/ou rectosigmoidoscopie avec biopsies dirigées	Indispensable pour poser le diagnostic	Indispensable pour poser le diagnostic
Chirurgie	Exérèse chirurgicale carcinologique	Exérèse chirurgicale carcinologique pendant la grossesse ou en post-partum
Chimiothérapie adjuvante	Lévéamisole/5-FU dans les stades III et les stades II de haut grade	Contre-indiquée pendant le 1 ^{er} trimestre
Radiothérapie adjuvante	Stade B2 et C du cancer du rectum	Contre-indiquée pendant la grossesse
Marqueur tumoral ACE	Marqueur pronostique, utilisé dans la surveillance	Non affecté par la grossesse

Cappel MS. Colon cancer during pregnancy: the gastroenterologist's perspective. *Gastroenterol Clin North Am* 1998; 27: 225-56.

Le pronostic maternel dépend d'une part du stade de la maladie, et d'autre part du retard de prise en charge lié à la grossesse. La survie maternelle est faible et finalement équivalente à la survie en dehors de la grossesse, à stade égal. Dans une série de 42 patientes décrites par Chan [29], 23 (56 %) étaient décédées au moment de la publication, la majorité à un an après la découverte de la maladie.

Le pronostic des fœtus issus de grossesse avec cancer découvert avant 20SA, est excellent, avec un taux de survie de 78,1% [31]. Un seul cas de métastase placentaire a été décrit [30]. Aucune métastase fœtale n'a été rapportée [31].

4 CONCLUSION

Le cancer rectal découvert au cours de la grossesse est rare, il est de pronostic réservé vu sa découverte le plus souvent à stade avancé. L'influence de la grossesse sur l'évolution du cancer n'est prouvée jusqu'à nos jours. Il pose souvent un problème diagnostique et thérapeutique. Ce dernier dépend du stade de la maladie et de l'âge gestationnel, et doit être discuté avec la patiente. La prise en charge est pluridisciplinaire avec un bon pronostic fœtal.

REFERENCES

- [1] Ziyad Makoshi, Claire Perrott, Khadija Al-Khatani, Fadia Al-Mohaisen, (2015) Chemotherapeutic treatment of colorectal cancer in pregnancy: Case report. *J Med Case Reports* 9: 140.
- [2] Chêne G, Tardieu AS, Favard A, Lebel A, Voiteillier M, Cancer colique découvert pendant la grossesse. *J Gynecol Obstet Biol Reprod* 2006; 35:504–12.
- [3] Taieb J. Cancer colorectal et grossesse. *Hepato Gastro* 2013 ; 20 :602-606. doi : 10.1684/hpg.2013.0928
- [4] Chan YM, Ngai SW, Lao TT. Colon cancer in pregnancy. A case report. *J Reprod Med* 1999;44:733–6.
- [5] Bernstein MA, Madoff RD, Caushaj PF. Colon and rectal cancer in pregnancy. *Dis Colon Rectum*. 1993;36:172-178
- [6] Parry BR, Tan BK, Chan WB, Goh HS. Rectal carcinoma during pregnancy. *Aust N Z J Surg* 1994 ; 64 : 618-20.
- [7] Woods JB, Martin JN Jr, Ingram FH, et al. Pregnancy complicated by carcinoma of the colon above the rectum. *Am J Perinatol*. 1992;9:102-110.
- [8] Isbister WH, Fraser J. Large-bowel cancer in the young: a national survival study. *Dis Colon Rectum*. 1990;33:363-366.
- [9] Walsh C, Fazio VW. Cancer of the colon, rectum, and anus during pregnancy. The surgeon's perspective. *Gastroenterol Clin North Am* 1998;27:257–67
- [10] Francavilla A, Di Leo A, Polimeno L, et al. Nuclear and cytosolic estrogen receptors in human colon carcinoma and in surrounding non cancerous colonic tissue. *Gastroenterology*. 1987;93:1301-1306
- [11] Slattery ML, Samowitz WS, Holden JA. Estrogen and progesterone receptors in colon tumors. *Am J Clin Pathol*. 2000;113:364-368
- [12] Kvale G, Heuch I. Is the incidence of colorectal cancer related to reproduction? A prospective study of 63,000 women. *Int J Cancer* 1991 ; 47 : 390-5.
- [13] Rojansky N, Shushan A, Livni N, Jurim O, Sulam M, Galun E. Pregnancy associated with colon carcinoma overexpressing p53. *Gynecol Oncol* 1997; 64: 516-20.
- [14] Qureshi WA, Rajan E, Adler DG, et al. ASGE guideline: guidelines for endoscopy in pregnant and lactating women. *Gastrointest Endosc* 2005 ; 61 : 357-62.
- [15] Nies C, Leppek R, Sitter H, Klotter HJ, Riera J, Klose KJ et al. Prospective evaluation of different diagnostic techniques for the detection of liver metastases at time of primary resection of colorectal carcinoma. *Eur J Surg* 1996; 162: 811-6.
- [16] Brent RL. The effect of embryonic and fetal exposure to x-ray, microwaves, and ultrasound: counseling the pregnant and non pregnant patient about these risks. *Semin Oncol* 1989; 16: 347-68.
- [17] Seidman DS, Heyman Z, Ben-Ari GY, Mashiach S, Barkai G. Use of magnetic imaging in pregnancy to diagnose intussusception induced by colonic cancer. *Obstet Gynecol* 1992; 79: 822-3.
- [18] Mathonnet M, Fermeaux V. [Colon cancer in pregnancy]. *J Chir (Paris)* 2003;140:221—4
- [19] Pentheroudakis G, Orecchia R, Hoekstra JH, Pavlidis N, ESMO Guidelines Working Group. Cancer, fertility and pregnancy: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. *Ann Oncol*. 2010;21 Suppl 5:v266–73.
- [20] Sultan A, Kaleem H, Radhi S (2016) Treatment of Metastatic Colorectal Cancer in a Pregnant Woman with Lynch Syndrome- A Case Report. *J Integr Oncol* 5:175. doi: 10.4172/2329-6771.1000175
- [21] Kal HB, Struikmans H. Radiotherapy during pregnancy: fact and fiction. *Lancet Oncol* 2005 ; 6 : 328-33
- [22] Arbman G, Nilsson E, Störgren-Fordell V, Sjö Dahl R. A short diagnostic delay is more important for rectal cancer than for colonic cancer. *Eur J Surg*. 1996;162(11):899–904.
- [23] Aviles A, Diaz-Maqueo JC, Talavera A, Guzman R, Garcia EL. Growth and development of children of mothers treated with chemotherapy during pregnancy: current status of 43 children. *Am J Hematol* 1991 ; 36 : 243-8
- [24] Moran BJ, Yano H, Al Zahir N, Farquharson M. Conflicting priorities in surgical intervention for cancer in pregnancy. *Lancet Oncol* 2007;8:536—44
- [25] Fleshman JW, Myerson RJ. Adjuvant radiation therapy for adenocarcinoma of the rectum. *Surg Clin North Am* 1997; 77: 15-25.

- [26] Taylor DD, Gercel-Taylor C, Fowler WC, Weese JL. Enhancement of antitumor effects of combined chemo-immunotherapy. *J Immunother* 1993; 13: 91-7.
- [27] Knoep LF, Ray JE, Overby I. Ovarian metastase from colorectal carcinoma. *Dis Colon Rectum* 1973; 16: 305-11.
- [28] Chan YM, Ngai SW, Lao TT. Colon cancer in pregnancy: a case report. *J Reprod Med* 1999; 44: 733-6.
- [29] Shushan A, Stemmer SM, Renbinoff BE, Fid A, Weinstein D. Carcinoma of the colon during pregnancy. *Obstet Gynecol Surv* 1992; 47: 222.
- [30] Rothman LA, Cohen CJ, Astarloa J. Placental and fetal involvement by maternal malignancy: a report of rectal carcinoma and review of the literature. *Am J Obstet Gynecol* 1973; 116: 1023-34.
- [31] Balloni L, Pugliese P, FerrariS, Danova M, Porta C. Colon cancer in pregnancy: report of a case and review of the litterature. *Tumour* 2000; 86: 95-7.

MASTITE GRANULOMATEUSE IDIOPATHIQUE: A PROPOS DE DEUX CAS ET REVUE DE LA LITTÉRATURE

D. Kasmi¹, F.Z. Belkouchi², and S. Bargach³

¹Résidente en Gynécologie Obstétrique, Maternité Souissi, Rabat, Maroc

²Résidente en Gynécologie Obstétrique, Maternité Souissi, Rabat, Maroc

³Professeur en Gynécologie Obstétrique, Maternité Souissi, Rabat, Maroc

Copyright © 2018 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: Idiopathic granulomatous mastitis is a chronic inflammatory benign mastopathy of the young woman. It is quite rare and its etiology remains poorly known. The clinic can sometimes be confused with a carcinomatous lesion, so the diagnosis is essentially histological, and the treatment is based on the use of anti-inflammatories, corticosteroids or colchicine to allow healing and avoid repetitive surgical mutilations. We report two cases of idiopathic granulomatous mastitis, one having been treated with colchicine and the other by corticosteroid with favorable evolution, while analyzing the clinical, radiological and therapeutic aspects.

KEYWORDS: mastitis, mastopathy, lesion.

RÉSUMÉ: La mastite granulomateuse idiopathique est une mastopathie bénigne inflammatoire chronique de la jeune femme. Elle est assez rare et son étiologie reste mal connue. La clinique peut parfois prêter à confusion avec une lésion carcinomateuse, de ce fait le diagnostic est essentiellement histologique, et le traitement repose sur l'utilisation d'anti inflammatoires, corticoïdes ou bien la colchicine pour permettre la guérison et éviter les mutilations chirurgicales répétitives. Nous rapportant deux cas de mastite granulomateuse idiopathique, l'une ayant été traitée par colchicine et l'autre par corticothérapie avec évolution favorable, tout en analysant les aspects cliniques, radiologiques et thérapeutiques.

MOTS-CLEFS: mastite, mastopathie, lésion.

1 INTRODUCTION

La mastite granulomateuse idiopathique (MGI) est une pathologie rare, elle a été définie par KESSELER ET WOLLOCK EN 1972.[1], que 120 cas décrits jusqu'aujourd'hui dont l'étiologie est mal connue, posant une difficulté diagnostic et thérapeutique pour le clinicien. Le diagnostic est surtout histologique. Notre étude comporte deux cas de mastite granulomateuse idiopathique ayant bien évolué sous traitement, nous proposant une mise au point en se basant sur une revue de la littérature.

2 OBSERVATION

2.1 CAS 1

Il s'agit d'une patiente âgée de 35 ans sans antécédent pathologique notable, primigeste primipare un enfant vivant accouché par voie basse âgé de 4ans, ayant allaité pendant 1 an, mise sous contraception orale pendant 3ans, présentant un

abcès unilatéral du sein droit fistulisé la peau. Une échographie mammaire a mis en évidence une mastite localisée du sein droit associée un épaissement du revêtement cutané faisant suspecter une origine inflammatoire ou carcinomateuse. Le sein gauche était le siège de plusieurs formations nodulaires avec un kyste simple et un ganglion axillaire d'allure bénigne. Une tumorectomie du sein droit fut réalisée revenant en faveur d'une mastite granulomateuse idiopathique après mise en évidence d'un infiltrat inflammatoire d'aspect granulomateux avec présence de cellules épithélioïdes, cellules géantes plurinuclées entourés de polynucléaires neutrophiles sans nécrose caséeuse, ni lésions de vascularite. 3 mois après la patiente se présente avec un deuxième abcès du sein droit fistulisé à la peau. Une recherche de tuberculose a été faite, notamment une radiographie du poumon, une IDR, et la recherche de BK dans le prélèvement de pus. Ces examens sont revenus négatifs. Sérologie brucellose revenue également négative.



Fig. 1. (Échographie) : Plaque hypoéchogène mal limitée, renfermant des échos internes, au niveau du quadrant infero externe de 32,9x22,4



Fig. 2. (Échographie) : Plaque hypoéchogène mal limitée, renfermant des échos internes, au niveau du quadrant infero interne collection abcédée contigüe de 15,2 x8,5

Nous avons mis la patiente sous colchicine à raison de 2mg par jour pendant 10 jours, puis 1mg par jour pendant 4 mois avec bonne évolution. Le traitement fut arrêté car la patiente a nécessité une cure à base de méthotrexate pour une première poussée de polyarthrite rhumatoïde. Elle a bénéficié de contrôles échographiques réguliers gardant des images de petites formations nodulaires sans augmentation de taille, avec disparition des infiltrat inflammatoires sur un recul de 60 mois



Fig. 3. (Échographie): lésions mal limitées, hypoéchogènes, hétérogènes, non atténuantes au niveau du quadrant interne de 23,3x7mm et 9x6,5 mm

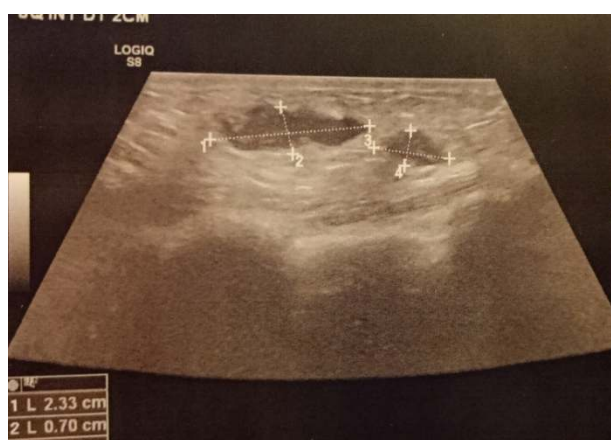


Fig. 4. (Échographie): lésion en regard de la cicatrice opératoire mesurant 26x14mm

2.2 CAS 2

Il s'agit d'une patiente âgée de 40 ans, G0P0 mariée depuis 20ans, sans antécédents particuliers, toujours réglé. Ayant consulté pour un nodule du sein gauche évoluant depuis 4 mois bien limité sans signes inflammatoire en regard, ni écoulement mamelonnaire associé. Une mammographie avec échographie mammaire (Fig 5 et 6) ont été réalisées revenant en faveur d'une mastite inflammatoire d'allure néoplasique retro aréolaire gauche du sein classé BIRADS 4 selon l'ACR.

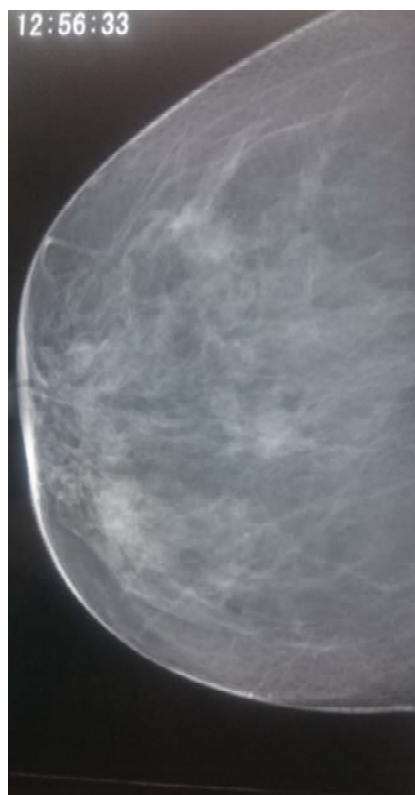


Fig. 5. Mammographie montrant une densité mammaire type 2 , avec épaissement cutané , et trabeculaire gauche .
Hyperdensité mal définie rétro aréolaire gauche



Fig. 6. Echographie en faveur d'un carcinome inflammatoire retro aréolaire gauche

Une micro biopsie faite est revenue en faveur de remaniements inflammatoires non spécifiques sans signes de malignité. Une exérèse large a été réalisée avec à l'anatomopathologie la présence d'une mastose scléro kystique, avec adénose et remaniements inflammatoires, et absence de granulomes épithélio giganto cellulaires et pas de signes de malignités. L'examen bactériologique était lui aussi stérile avec recherche de BK négative. Un complément de bilan a été demandé mais la patiente a été perdue de vue. Celle-ci est revenue 4 mois après avec un même sein tuméfié, inflammatoire, une peau d'orange, et rétraction de la cicatrice associée à la présence de plusieurs fistules au niveau de la peau ramenant du pus. Un prélèvement de pus a été demandé revenu encore une fois négatif, nous avons mis la patiente sous antibiotiques associés à un anti inflammatoire pendant 15 jours ce qui a permis la régression de l'inflammation, et cicatrisation progressive des fistules (fig 7) .



Fig. 7. Aspect du sein gauche présentant une peau d'orange , une rétraction de la cicatrice et 3 fistules ayant cicatrisés

Une 2^{ème} échographie a été demandé revenue en faveur de multiples collections hétérogènes évoquant en premier un syndrome infectieux, associé à de multiples abcès sans pour autant éliminer un processus tumoral.



Fig. 8. Échographie visualisant entre les quadrants supéro et infero externes des multiples collections, à contours imprécis, à renforcement postérieurs, dont la plus grande mesure 20x15 mm



Fig. 9. *Pièce d'exérèse de la masse à cheval entre quadrant super et infero externe*

Une 2^{ème} exérèse tumorale a été réalisée avec comme résultat anatomopathologique la présence d'une réaction inflammatoire granulomateuse épithélioïde et giganto cellulaire, avec de multiples trajets fistuleux tapissés par des palissades cellulaires épithélioïdes à contenu purulent riche en polynucléaires neutrophiles altérés et de nombreux follicules épithélioïdes et giganto cellulaire sans nécrose caséuse plaident en faveur d'une mastite granulomateuse idiopathique. La patiente était mise sous corticothérapie à la dose de 60 mg par jour pendant 10 jours, avec une diminution progressive des doses s'étalant sur deux mois. L'évolution était favorable avec absence de récurrence sur un délai de 6 mois.

3 DISCUSSION

La mastite granulomateuse idiopathique est une mastopathie bénigne inflammatoire chronique pathologie touchant surtout la femme jeune, cependant quelques extrêmes d'âge ont été reportés de 15 ans et 80 [1, 2]. Son étiopathogénie reste mal connue. Certaines hypothèses concernant les facteurs étiologiques ont été émis en rapport avec une réaction inflammatoire secondaire à la prise de contraception orale, ou bien facteurs mécaniques ou traumatiques, ainsi que certains phénomènes auto immuns dues à l'extravasation de sécrétions glandulaires dans le tissu conjonctif des lobules [3,4] créant des lésions inflammatoires locales. D'autres causes comme la grossesse ou bien l'allaitement, une hyperprolactinémie, déficit en alpha1antitrypsine ont un rôle dans la survenue de mastite granulomateuse idiopathique. [5,6]

La mastite granulomateuse se présente habituellement sous forme de lésions progressive douloureuse du sein, ces lésions sont de taille variable, situés à n'importe quel quadrant du sein, sauf la région sous-mamelonnaire. Elles sont généralement fermes, mal limitées unilatérales parfois bilatérales, ou associée à la présence de ganglions lymphatiques axillaires homolatéral [5, 7,8]. En raison de l'inflammation granulomateuse, il existe souvent une rétraction du mamelon ou peau d'orange qui peuvent mimer la structure d'une tumeur maligne. On note aussi la présence d'abcès du sein ou de fistules [1,2] comme pour notre cas.

À l'imagerie il n'y a pas de signes spécifiques. On retrouve sur clichés de mammographies une masse d'opacité nodulaire asymétrique mal limitée associée parfois à un épaississement cutané. Certains auteurs décrivent de multiples masses irrégulières, de petite taille, suspectes de malignité. Parfois la mammographie peut même être normale en cas de seins denses [9]. À l'échographie des lésions d'écho structures tissulaires non spécifiques [9,10]. L'IRM mammaire peut être une meilleure modalité d'imagerie, mais elle ne permet pas la différenciation entre une affection granulomateuse et d'autres pathologies du sein. La présence de données cliniques et paracliniques peut affirmer le caractère inflammatoire de la maladie ; cependant, le diagnostic exact repose sur l'histologie [7,9].

La mastite granulomateuse est caractérisée par la présence d'un infiltrat inflammatoire, siégeant au sein du tissu glandulaire et plus particulièrement au niveau du lobule, organisé sous la forme de nodules giganto-épithélio-cellulaires sans nécrose caséuse, comportant de façon variable des cellules épithélioïdes, des cellules géantes multinucléées, des lymphocytes, des polynucléaires neutrophiles, des plasmocytes et plus rarement des polynucléaires éosinophiles. La confluence des lésions peut amener à un dépassement des limites du lobule mammaire et explique l'aspect de multiples nodules confluents ou tubulés hypoéchogènes à l'échographie [11]. Parfois on peut observer des îlots de nécrose tissulaire pouvant alors confluer et constituer des abcès de dimension variable [3]. Dans les pays d'endémie cet aspect est difficile à différencier d'une tuberculose, la prédominance des polynucléaires neutrophiles et l'absence de nécrose caséuse redressent

le diagnostic d'une mastite granulomateuse [12], comme pour notre cas. Avec une recherche bactériologique généralement négative.

La thérapeutique de la mastite granulomateuse idiopathique ne fait l'objet d'aucun consensus. Avant le traitement était chirurgical, mais certaines études ont montré que le taux de récurrence était augmenté par rapport à l'utilisation de corticothérapie [13]. L'utilisation de corticoïdes par voie générale a été préconisée par De Hertogh *et al.* Dès 1980 [14]. La dose de 60 mg de prednisone par voie orale et par jour avec une durée de traitement de 4 à 6 semaines. Dans notre observation, la 2^{ème} patiente a été traitée chirurgicalement puis mise sous corticothérapie, la réponse au traitement était excellente. Aucune récurrence n'était notée à 6 mois de recul. Cependant, le taux d'échec de la corticothérapie reste élevé [7, 15], d'autres alternatives thérapeutiques, comme la colchicine utilisée pour notre 2^{ème} malade comme ce qui a été rapportée pour cette indication par Plouvier *et al.* [16] à la dose de 2 mg/j pendant 10 jours puis de 1 mg/j pendant 16 semaines. Ou bien le méthotrexate associé à une antibiothérapie peut être adoptés [17]. La surveillance doit être rapprochée et régulière afin de détecter les récurrences et d'éviter des gestes chirurgicaux itératifs. L'auteur qui préconise la chirurgie avec exérèse large des lésions, propose de donner une corticothérapie ou anti inflammatoires avant le geste visant à réduire les lésions ainsi que la récurrence.

4 CONCLUSION

La mastite granulomateuse est une pathologie qui peut être rencontrée dans une pratique générale, et qui égarer le diagnostic en mimant un carcinome du sein ou un abcès. Nous rapportons deux cas de mastite granulomateuse idiopathique et décrivons la présentation clinique, le diagnostic, et la prise en charge de cette affection. Ce diagnostic devrait être posé chez les femmes qui développent des abcès mammaires stériles récidivants avec une évaluation appropriée qui doit être effectuée sur ce genre de cas.

RÉFÉRENCES

- [1] M. Ayeva-Derman, F. Perrotin, Mastite granulomateuse idiopathique, revue de littérature illustrée par 4 observations. Journal de Gynécologie Obstétrique et Biologie de la Reproduction Vol 28, N° 8 - décembre 1999
- [2] Binelli C, Lorimier G, Bertrand G, Parvery F, Bertrand AF, Verrielle V. Mastites granulomateuses et corynebactéries. À propos de 2 observations. J Gynecol Obstet Biol Reprod 1996 ; 25 : 27-32.
- [3] Non specific inflammatory lesions. In: Rosen PP, Oberman HA. Atlas of tumor pathology. Tumors of the mammary gland. Washington DC, Armed forces Institute of Pathology 1993; Fascicle 7: 27.
- [4] Kessler E, Wolloch Y. Granulomatous mastitis: A lesion clinically simulating carcinoma. Am J Clin Pathol. 1972;58:642-6.
- [5] Brown KL, Tang PH. Postlactational tumoral granulomatous mastitis: A localized immune phenomenon. Am J Surg. 1979;138:326-9.
- [6] Imoto S, Kitaya T, Kodama T, Hasebe T, Mukai K. Idiopathic granulomatous mastitis: Case report and review of the literature. Jpn J Clin Oncol. 1997;27:274-7.
- [7] Cserni G, Szajki K. Granulomatous lobular mastitis following drug-induced galactorrhea and blunt trauma. Breast J. 1999;5:398-403.
- [8] Granulomatous Mastitis In: Tavassoli F.A. Pathology of the breast, Norwalk, Appelton & Lange 1992; Chapter3: 613-23.
- [9] Sellami F, Sellami M, Daoud J, Cammoun H, Mourali N, Sellami A. La mastite granulomateuse. À propos de 16 cas. Presse Med 1987 ; 35 : 235-8.
- [10] Sabate J, Clotet M, Gomez A, De las Heras P, Torrubia S, Salinas T. Radiologic evaluation of uncommon inflammatory and reactive breast disorders. Radiographics 2005;25:411-24
- [11] H.L. CARMALT et Coll. Granulomatous mastitis : Med. J. Austr. 1981, 68 : 356 - 359.
- [12] Page DL, Anderson TJ. Diagnostic histopathology of the breast. London, Churchill Livingstone 1987: 64-5.
- [13] Taylor G, Paviour S, Musaad S, Jones W, Holland D. Clinicopathological review of 34 cases of inflammatory breast disease showing an association between corynebacteria infection and granulomatous mastitis. Pathology 2003;35: 109-19.
- [14] Sakurai T, Oura S, Tanino H, et al. A case of granulomatous mastitis mimicking breast carcinoma. Breast Cancer. 2002;9:265-8.
- [15] De Hertogh DA, Rossof AH, Harris AA, Economou SG. Prednisone management of granulomatous mastitis. N Engl J Med 1980; 304: 799-800.
- [16] F. MARTIN et Coll. Mastite granulomateuse d'évolution favorable sous corticothérapie : Presse médicale, 12 février 1983, 12, n°6 : 363 - 364.
- [17] Plouvier B, De Coninck P, Bouton Y, Wohlschies E, Thouvenin T, Busches-Seraphin B. Mastite granulomateuse associée à une dermo-hypodermite nodulaire. Ann Med Interne 1994 ; 145 : 265.
- [18] Salam IM, Alhomsy MF, Daniel MF, Sim A.J. Diagnosis and treatment of granulomatous mastitis. Br J Surg 1995; 82: 214.

Hématome sous capsulaire du foie: A propos d'un cas

[Subcapsular hematoma of the liver: About one case]

A. Abida, J. Meddah, M. El Youssfi, and S. Bargach

Service de gynécologie obstétrique cancérologie et grossesse à haut risque,
Maternité Souissi, Université Mohamed V, Rabat, Maroc

Copyright © 2018 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 subcapsular hematoma of the liver (HSCF) is a rare complication of pregnancy with high maternal-fetal mortality. This therefore requires rapid diagnosis and appropriate care. Its secondary rupture is one of the most serious obstetric complications. Maternal mortality is 50% to 75%, that of the fetus is 60% to 80%. We illustrate the article with a clinical case reporting the management of a subcapsular hematoma of the liver.

KEYWORDS: Mortality, preeclampsia, complication, maternal, fetal.

RÉSUMÉ: L'hématome sous-capsulaire du foie (HSCF) est une complication rare de la grossesse qui présente une mortalité materno-fœtale élevée. Cela impose donc un diagnostic rapide et une prise en charge adaptée. Sa rupture secondaire est l'une des plus graves complications obstétricales. La mortalité maternelle est de 50% à 75%, celle du fœtus est de 60% à 80%. Nous illustrons l'article par un cas clinique rapportant la prise en charge d'un hématome sous-capsulaire du foie.

MOTS-CLEFS: Mortalité, prééclampsie, complication, maternel, fœtal.

1 INTRODUCTION

L'hématome sous capsulaire du foie (HSCF) est une complication rare et gravissime au cours de la pré éclampsie. Il survient dans un tableau clinique relativement stéréotypé, mais non spécifique, ce qui entraîne un retard du diagnostic. Sa rupture secondaire est l'une des plus graves complications obstétricales. La mortalité maternelle est de 50% à 75%, celle du fœtus est de 60% à 80%.

2 OBSERVATION À PROPOS DE UN CAS À LA MATERNITÉ SOUISSI DE RABAT

Il s'agit de madame FK, âgée de 31ans, primigeste primipare, diabétique depuis 7 ans, HbA_{1c} 8 sous insuline : 22UI le matin et 16UI le soir. Suivie pour hypertension artérielle gravidique depuis 7 mois de grossesse sous Aldomet.

Le début de la symptomatologie remonta à 24heures de son admission chez nous par l'installation de contracture abdominale avec un saignement noirâtre minime motivant une consultation chez un gynécologue privé à Tanger (à 350Km de Rabat).

L'examen : tension artérielle à 170/110 mm hg, fréquence cardiaque à 130bpm. La biologie : Hb 7g/dl. Le diagnostic d'hématome rétroplacentaire compliqué d'une mort fœtale in-utéro a été posé. La patiente a été césarisée en urgence avec à l'exoloration un hématome rétroplacentaire prenant la moitié de la coupole placentaire avec un épanchement péritonéal sérohématique de 200cc.

En post-opératoire, la patiente a reçu du Loxen en bolus en association avec l'Aldomet et transfusée par 6 PFC et 2CG. Le bilan post-opératoire : Hb 5g/dl, plaquettes 511.000/mm³, Asat 4715UI, Alat 4070UI. Devant cette symptomatologie, la patiente a été adressée à la maternité Souissi pour HELLP syndrome et pour complément de prise charge.

Arrivée chez nous, la patiente a bénéficié d'une mise en condition complète avec une échographie abdominale. Cette dernière a objectivé un énorme hématome sous capsulaire du foie de 4,5cm d'épaisseur compliqué d'un épanchement péritonéal de grande abondance(fig1). La patiente a été acheminée au bloc. En parallèle, une demande de sang a été faite.



Fig. 1. Aspect échographique d'un hématome sous capsulaire du foie de 4,5centimètres d'épaisseur

L'exploration de la cavité abdominale et de l'étage sus-hépatique rendue possible grâce à une incision médiane sus-ombilicale, a révélé sans difficulté un HSCF fissuré avec un hémopéritoine de grande abondance. Un packing fut réalisé.

L'ablation du packing a eu lieu 48 heures après la pose avec à l'exploration une hémostase assurée et un HSCF présent. La patiente a ensuite été transférée en réanimation pour surveillance. Une surveillance rapprochée échographique et tomodensitométrie a confirmé l'absence d'augmentation de la taille de l'hématome et de l'intégrité de la capsule de Glisson.

Au cours de son hospitalisation en réanimation, la patiente a contracté une pneumopathie nosocomiale ayant nécessité par la suite une trachéotomie. Le lavage bronchoalvéolaire a isolé un streptocoque sensible à la ciprofloxacine. La patiente fut mise sous antibiothérapie adaptée. L'évolution a été favorable par la suite avec une durée de séjour en réanimation atteignant les 50 jours.

3 ÉPIDÉMIOLOGIE

L'HSCF peut survenir à n'importe quel âge, mais avec une plus grande prédilection chez les femmes aux alentours de la trentaine, cette complication est fréquente chez la multipare et chez la primipare âgée [1]. Elle apparaît lors du troisième trimestre dans 60 % des cas, se révélant avant le travail dans la majorité des cas (85 %) comme pour les patientes rapportées [2,3]. Il peut cependant se révéler en postpartum immédiat dans environ 15 % des cas [4,1].

4 PHYSIOPATHOLOGIE

Certains auteurs [5] incriminent le rôle de traumatismes minimes, qui surviennent sur un foie déjà fragilisé dans un contexte de prééclampsie comme les expressions abdominales qui entraîneraient la formation d'hématome. On retrouve une nécrose extensive du foie d'origine ischémique, avec des plages hémorragiques, et dans certains cas des dépôts de fibrine dans les sinusoides périportaux [3]. Les perturbations de la coagulation à type de CIVD ont été classiquement retrouvées [3]. Mais dans la majorité des cas c'est la maladie prééclampsique qui constitue le terrain de cette complication comme pour toutes nos patientes. Le mécanisme de sa survenue a été expliqué récemment [4–6] par deux théories complémentaires : la microangiopathie aiguë disséminée à l'origine d'une coagulopathie aiguë qui va entraîner des dépôts de fibrine dans les capillaires sinusoides et dans les artéioles hépatiques : cela a pour conséquence une nécrose hémorragique multifocale;

l'ischémie utéroplacentaire qui est à l'origine de la libération de substances vasoactives, responsables de spasme des capillaires portes entraînant ischémie et nécrose hémorragique du foie.

L'HSCF siège au niveau du lobe droit dans 75 %, du lobe gauche dans 15 % tandis que dans 10 % on trouve un éclatement du foie [4,7]. Chez notre patiente, il a intéressé le lobe droit.

5 DISCUSSION

L'hématome sous-capsulaire du foie (HSCF) a une incidence évaluée entre 1/45 000 et 1/225 000 naissances [8,9]. Même si la mortalité de cette complication a diminué ces dernières années grâce aux progrès des techniques de réanimation et aux avancées dans le domaine de la traumatologie hépatique, elle n'en reste pas moins élevée aussi bien pour la mère (1 à 24 %) que pour l'enfant (6,7 à 70 %)[10,2].

Le plus souvent il s'agit d'une complication de la prééclampsie, compliquée ou non d'éclampsie ou d'un HELLP syndrome. Elle survient préférentiellement au troisième trimestre de la grossesse et en post-partum (15 à 30 % des cas) [11,12], chez des femmes multipares, entre 30 et 40 ans en moyenne [13]. Chez notre patiente, cette complication est survenue dans le troisième trimestre de la grossesse chez une patiente de 25ans. Dans la série Miguil, l'âge de la grossesse était compris entre 25 et 38 SA et celui des patientes entre 22 et 41 ans[14]. Les signes de pré-éclampsie sont le plus souvent discrets, voire absents et pouvant même être retardés par rapport à la symptomatologie hépatique. Le signe clinique le plus constant (90 % des cas) est une douleur persistante de l'épigastre et/ou de l'hypochondre droit typiquement « en barre », plus ou moins associée à une irradiation scapulaire [15]. Cette douleur est due à la distension du parenchyme hépatique et de la capsule de Glisson (qui peut aller jusqu'à sa rupture) suite à une stase du flux sanguin au niveau des sinusoides hépatiques [16]. On retrouve alors fréquemment une défense de l'hypochondre droit. Au stade de la rupture de la capsule de Glisson, des signes de choc hémorragique (hypotension, tachycardie, oligurie) sont associés à un abdomen aigu chirurgical [15]. La présence de nausées, de vomissements [15] peut faire évoquer à tort une pathologie biliaire ou gastrointestinale et favoriser ainsi un retard dans la prise en charge [5]. Notre patiente a été admise dans un tableau de choc hémorragique par ailleurs dans la série Miguil le diagnostic a été porté dans le prépartum dans un seul cas, en peropératoire dans cinq cas et en postpartum dans deux cas. La douleur était présente chez six patientes, elle était de siège épigastrique ou au niveau de l'hypochondre droit. Deux patientes ont été admises dans un tableau de choc hémorragique[14].

La biologie n'est pas spécifique de l'HSCF, mais elle peut mettre en évidence un HELLP syndrome complet ou incomplet, des anomalies de la coagulation, pouvant aller jusqu'à un tableau de coagulation intra vasculaire disséminée (CIVD) [9,3]. Le bilan biologique initial dans la série Miguil avait montré une anémie chez quatre patientes, une thrombopénie chez six patientes, l'élévation des transaminases a été notée dans cinq cas. L'évolution a été marquée par l'installation d'un HELLP syndrome chez cinq patientes. Chez notre patiente, un tableau de complet de HELLP syndrome était installé depuis son admission.

L'imagerie, principalement l'échographie et la tomodensitométrie (TDM) abdominales permettent le plus souvent d'établir le diagnostic [11,4]. Dans le cadre de l'urgence, l'échographie est facilement disponible et permet de repérer directement l'hématome qui débute le plus souvent au niveau du foie droit sous la forme d'une lentille biconvexe sous-capsulaire [9]. L'utilisation de la TDM ou de l'imagerie par résonance magnétique, plus performantes dans l'exploration hépatique, n'est possible que chez des patientes hémodynamiquement stables [11]. La visualisation d'un hémopéritoine en rapport avec un hématome rompu ou fissuré est alors décisive dans la prise en charge thérapeutique [9] et le choix de la voie d'abord. L'angiographie hépatique, rarement envisageable en urgence, est une alternative de choix à visée diagnostique et thérapeutique lorsque les conditions cliniques autorisent sa réalisation [1]. A Notre patiente a bénéficié d'une échographie en urgence objectivant un HSCF de 4,3 centimètre d'épaisseur avec épanchement de grande abondance.

Les modalités thérapeutiques de l'HSCF restent discutées, bien qu'elles soient de plus en plus codifiées [17,18]. L'ensemble de la prise en charge doit être rapide et nécessite une collaboration multidisciplinaire. Elle comprend trois versants, la réanimation associée au traitement de l'hypertension, l'extraction foetale et le traitement de l'HSCF guidé par l'imagerie ou l'exploration abdominale. Devant les données cliniques et échographique, notre patiente a directement été acheminée au bloc pour exploration. Pour une meilleure visibilité notre choix a porté sur une laparotomie médiane sus ombilicale. Après évacuation de l'hémopéritoine, un hématome du foie droit fut découvert avec une petite fissuration de la capsule hépatique. Une indication de packing a été posée.

Ainsi, la conduite à tenir la plus adaptée permettant de faire naître un fœtus le plus rapidement possible tout en évitant la survenue d'une rupture d'un HSCF, serait de réaliser une césarienne en urgence. De plus, la réalisation d'un accouchement par césarienne peut permettre une exploration concomitante de l'étage hépatique, que l'accouchement par voie basse ne permettrait pas. Concernant le choix de l'incision, il est fonction de la présence d'un hémopéritoine. En l'absence de celui-ci,

une incision transversale est possible. Dans tous les autres cas, il est préférable de pratiquer une laparotomie médiane afin de pouvoir procéder à une exploration hépatique adéquate (bilan lésionnel), un drainage et à un éventuel tamponnement par « packing » temporaire [19]. Secondairement, une ligature d'une des branches de la veine porte peut s'avérer nécessaire en cas de saignement persistant et dans les situations où l'hémorragie est incontrôlable, une lobectomie peut être nécessaire [20]. Dans les cas gravissimes avec insuffisance hépatique majeure, la transplantation hépatique constitue l'ultime solution thérapeutique [17,21]. B Dans la série de Miguil, l'accouchement par voie basse a été possible chez deux patientes et une césarienne a été pratiquée dans six cas. Le traitement médical visant à maintenir la volémie et à corriger les troubles de l'hémostase, six patientes ont été transfusées par des produits sanguins labiles. Le traitement chirurgical a consisté en un tamponnement (packing) associé au drainage de la cavité péritonéale chez six femmes dont deux avaient nécessité la ligature de l'artère hépatique droite. L'abstention thérapeutique a été adoptée chez deux patientes alors bien stabilisées. Nous avons noté cinq décès maternels dont quatre par rupture de l'hématome. La mortalité foetale était de 50 % [14].

6 PRONOSTIC

Le pronostic de cette affection reste mauvais, la mortalité maternelle est lourde, entre 50 et 75 %, et la mortalité foetale varie de 60 et 80 % [22,7]. Dans la série de Miguil, cinq décès maternels ont été notés et quatre décès foetaux. Ce mauvais pronostic semble être lié à trois paramètres essentiels : le délai entre l'installation de l'HSCF et l'intervention chirurgicale [2,5,1,7], l'étendue et surtout le caractère rompu ou non de l'hématome. En effet Manas et al. [23] n'ont noté aucun décès chez sept patientes présentant un HSCF non rompu, non opéré. En revanche, lorsque l'hématome est rompu, la mortalité maternelle est trois fois plus élevée chez les femmes non opérées que celles traitées chirurgicalement. Dans tous les cas lorsque la guérison est obtenue, celle-ci se fait sans séquelles. L'avenir obstétrical ne semble pas être compromis et de nouvelles grossesses peuvent être menées à terme sous surveillance [24].

7 CONCLUSION

L'HSCF est une complication rare, mais qui par sa gravité, nécessite un diagnostic rapide et une prise en charge multidisciplinaire adaptée. Ce cas clinique illustre la possibilité de réaliser un traitement chirurgical conservateur dans un contexte d'HSCF fissuré, diagnostiqué pendant la grossesse. Ainsi, l'utilisation d'un coelioscope introduit par l'incision de césarienne a pu être envisagée comme une alternative à la réalisation d'une laparotomie médiane afin de procéder à une exploration satisfaisante de l'étagé hépatique. Cette prise en charge particulière ne saurait toutefois se soustraire à l'avis indispensable des chirurgiens viscéraux, et ce, de façon, on à traiter de façon optimale les patientes atteintes de cette complication.

REFERENCES

- [1] Matar N, Morsad F, Ghazli M, Abassi H, Harti A, Chraïbi T, et al. Hématome sous-capsulaire du foie : à propos de 6 cas et revue de la littérature. *J Gynecol Obstet Biol Reprod* 1996;25:89–93.
- [2] Oreaj G, Gavind T, Gardenas JL, Cuanalo A. Rupture du foie et hématome sous-capsulaire par toxémie, cas traité avec succès par lobectomie gauche. *Ann Chir* 1984;38(1):19–22.
- [3] Bernau J. Foie et hypertension gravidique *Encycl Med Chir (foie pancréas)* 1988; 7041, G20, 10, 2 p.
- [4] Langer B, De Manzini N, Boudier E, Bassi C, Bader AM, Meyer C, et al. Hématome sous-capsulaire du foie rompu. Conduite à tenir. A propos d'une observation. *Rev Fr Gynecol Obstet* 1997;92:188–90.
- [5] Lemoine PP, Huguet C, Merger R. Rupture spontanée du foie de la grossesse. *J Gynecol Obstet Biol Reprod* 1974;3:929–32.
- [6] Aarnoudse JG, Houtholf HF, Weits J. A Syndrome of the liver damage and intravascular coagulation in the last trimester of the normotensive pregnancy. A clinical and histopathological study. *Br J Obstet Gynaecol* 1986;93:145–9.
- [7] Ben Aïssa N, Battar S, Gara M, Bouhaja B, Ben Ammar MS. Hématome sous-capsulaire du foie complication de la prééclampsie. *J Magh Anesth Réanim* 2001;8:131–3.
- [8] Bis KA, Waxman B. Rupture of the liver associated with pregnancy. A review of the literature and report of two cases. *Obstet Gynecol Surv* 1976;31:763–73.
- [9] Miguil M, Salmi S, Mouhaoui M, El youssoufi S. Aspects épidémiologiques et pronostiques de l'éclampsie. *Cah Anesthesiol* 2003;51:177–80.
- [10] Sibai BM, Ramadan MK, Usta I, Salama M, Mercer BM, Friedman SA. Maternal morbidity and mortality in 442 pregnancies with hemolysis, elevated liver enzymes and low platelets (HELLP syndrome). *Am J Obstet Gynecol* 1993;169:1000–6.

- [12] Sheikh RA, Yasmeen S, Pauly MP, Riegler JL. Spontaneous intrahepatic hemorrhage and hepatic rupture in the HELLP syndrome: four cases and a review. *J Clin Gastroenterol* 1999;28:323–8.
- [13] Araujo AC, Leao MD, Nobrega MH, Bezerra PF, Pereira FV, Dantas EM, et al. Characteristics and treatment of hepatic rupture caused by HELLP syndrome. *Am J Obstet Gynecol* 2006; 195:129–33.
- [14] S. El Youssoufi, A. Nsiri, S. Salmi, M. Miguil. Rupture du foie en péripartum : à propos de huit cas. *Journal de Gynécologie Obstétrique et Biologie de la Reproduction* 2007 ; 36 : 57–61.
- [15] Abdi S, Cameron IC, Nakielny RA, Majeed AW. Spontaneous hepatic rupture and maternal death following an uncomplicated pregnancy and delivery. *Br J Obstet Gynaecol* 2001;108: 431–3.
- [16] Rinehart BK, Terrone DA, Magann EF, Martin RW, May WL, Martin JN. Preeclampsia-associated hepatic hemorrhage and rupture: mode of management related to maternal and perinatal outcome. *Obstet Gynecol Surv* 1999;54:196–202.
- [17] Wicke C, Pereira PL, Neeser E, Flesch I, Rodegerdts EA, Becker HD. Subcapsular liver hematoma in HELLP syndrome: evaluation of diagnostic and therapeutic options-a unicenter study. *Am J Obstet Gynecol* 2004;190:106–12.
- [18] Manas KJ, Welsh JD, Rankin RA, Miller DD. Hepatic hemorrhage without rupture in preeclampsia. *N Engl J Med* 1985;312:424–6.
- [19] Tyagi V, Shamas AG, Cameron AD. Spontaneous subcapsular hematoma of liver in pregnancy of unknown etiology—conservative management: a case report. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2010;23:107–10.
- [20] Barton JR, Sibai BM. Gastrointestinal complications of preeclampsia. *Semin Perinatol* 2009;33:179–88.
- [21] Shames BD, Fernandez LA, Sollinger HW, Chin LT, D'Alessandro AM, Knechtle SJ, et al. Liver transplantation for HELLP syndrome. *Liver Transpl* 2005;11:224–8.
- [22] Abi F, El Faress F, Berrada R, Boutaleb Y. Les lésions hépatiques hémorragiques de la toxémie gravidique. *J Chir* 1986;12:742–5.
- [23] Manas KJ, Welsh JD, Rankin RA, Miller DD. Hepatic hemorrhage without rupture in preeclampsia. *N Engl J Med* 1985;312:424–6.
- [24] El Mar PS, Moore WD. Successful delivery after previous pregnancy with rupture liver. *Obstet Gynecol* 1986;68:124–6.

Étude des besoins obstétricaux non couverts pour les interventions obstétricales majeures: L'expérience de la division sanitaire de Lomami (RDC)

N.B. Mukuna¹, N.L. Okenge¹, A. Sepou², and O. Modia³

¹Département de biostatistique et d'épidémiologie, Unité de médecine périnatale, Université des Sciences et Technologies de Lodja (USTL), RD Congo

²Département de gynécologie obstétrique, Université de Bangui, Central African Republic

³Département de gynécologie obstétrique, Université de Kisangani, RD Congo

Copyright © 2018 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: *Introduction:* Our study is of the cross-sectional descriptive type designed to estimate Unmet Need for Obstetric Care (BONC) in four general referral hospitals in the Lomami Provincial Division in the Democratic Republic of Congo (DRC). *Objectives:* To determine unmet obstetric needs in terms of material, human and technical resources, to quantify this need for deficits in major obstetric interventions. *Results:* The study revealed huge deficit rates in three hospitals: 89 in Lubao, 70 in Tshofa and 66 in Lulu and negative growth in a hospital in Kabinda. The ratio of skilled birth to skilled personnel with a surgical profile is very high as the norm requires: 683 and 398 in Kabinda, 308 and 154 in Lulu, 213 and 116 in Lubao, 185 and 74 in Tshofa. Maternity equipment occupancy rates are 44.7 in Kabinda, 40.2 in Lulu, 24.7 in Tshofa and 18.3 in Lubao. *Conclusion:* The unmet obstetric needs identified in these four referral hospitals are both technical, human and material. These deficits favor the inefficiency of major obstetric interventions.

KEYWORDS: obstetrical needs, unmet needs, major obstetric intervention.

RÉSUMÉ: *Introduction :* Notre étude est du type descriptif transversal réalisé pour estimer le Besoins Obstétricaux Non Couverts (BONC) dans quatre hôpitaux généraux de référence de la division provinciale de Lomami en République Démocratique du Congo (RDC).

Objectifs : Déterminer les besoins obstétricaux non couverts en ce qui concerne les moyens matériels, humains et techniques, quantifier ce besoins en déficits en interventions obstétricales majeures.

Résultats : L'étude a révélé des taux de déficits énormes dans trois hôpitaux : 89 à Lubao, 70 à Tshofa et 66 à Lulu et de déficits négativement croissant dans un hôpital -212 à Kabinda. Les ratios accouchement-personnel qualifié-personnel avec profil chirurgical sont très élevés que la norme l'exige : 683 et 398 à Kabinda, 308 et 154 à Lulu, 213 et 116 à Lubao, 185 et 74 à Tshofa. Les taux d'occupation en équipement de maternité représentent 44,7 à Kabinda, 40,2 à Lulu, 24,7 à Tshofa et 18,3 à Lubao.

Conclusion: Les besoins obstétricaux non couverts constatés dans ces quatre hôpitaux de référence sont à la fois technique, humains et matériels. Ces déficits favorisent l'inefficacité des interventions obstétricales majeures.

MOTS-CLEFS: besoins obstétricaux, besoins non couverts, intervention obstétricale majeure.

1 INTRODUCTION

La réduction de la mortalité maternelle dans les pays en développement reste un défi. Non seulement les ratios de mortalité maternelle sont en moyenne dix-huit fois plus élevés que dans les pays industrialisés, mais de plus, malgré les efforts investis, ils ne montrent aucune tendance à la diminution.

L'issue de la grossesse et de l'accouchement dépend de la qualité des soins obstétricaux. Une part importante de la mortalité maternelle et périnatale est attribuée aux problèmes de prise en charge des femmes en travail (12).

De tous les indicateurs de développement humain, ce sont les taux de mortalité maternelle et infantile qui témoignent des disparités les plus profondes entre pays industrialisés et pays en voie de développement (9). La mortalité maternelle de l'ordre de 10 à 20 pour 100 000 naissances vivantes dans les pays industrialisés, atteint 500 à 2 000 pour 100 000 naissances vivantes dans les pays en développement de l'Afrique sub-saharienne (9).

Ailleurs selon une étude faite par l'OMS, le rapport de mortalité maternelle se situe en moyenne autour de 27 décès pour 100 000 naissances vivantes dans les pays développés. Dans les pays en voie de développement il est près de 20 fois supérieures avec 560 décès pour 100 000 naissances vivantes ; il peut atteindre 1 000 décès pour 100 000 naissances vivantes dans certaines régions dont le Mali (10). Parmi les déterminants de cette mortalité, les références obstétricales qui concernent plus de 20 % des cas de morbidités associées à la grossesse occupent une place importante (8).

La politique nationale de santé de la République Démocratique du Congo (RDC) a entre autres préoccupations majeures la lutte contre les mortalités périnatale et maternelle. Si la présence des services de santé offrant le Paquet Minimum d'Activité (PMA) de 1er échelon proche des populations ne permet pas de répondre à une grande partie des besoins materno-infantils, il reste évident que l'autre part non négligeable n'aura de réponse que dans un service de santé de 2ème échelon qui procure le Paquet Complémentaire d'Activité (PCA) de qualité.

Ainsi l'approche des besoins obstétricaux non couverts fondée sur les interventions obstétricales majeures (césarienne, laparotomie pour la suture utérine ou hystérectomie, manœuvre de version, craniotomie) pour des indications maternelles absolues (hémorragies ante partum sévères, hémorragies post partum incoercibles, rupture utérine, syndrome de pré rupture utérine, disproportions foetopelviennes et présentations vicieuses) dont l'importance ne laisse aucun doute constitue une alternative et une opportunité pour les pays en voie de développement.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

La présente étude descriptive transversale a concerné une période de cinq ans soit du premier janvier 2010 au trente un décembre 2014 dans quatre hôpitaux généraux de référence de la division provinciale de santé de Lomami en République Démocratique du Congo.

Les données sont collectées de manière exhaustive dans les dossiers des patientes qui ont nécessité une intervention obstétricale majeure, les registres des accouchements et, de compte rendu opératoire, les registres déclaratifs des ressources humaines et matérielles. La population d'étude est constituée de 1773 interventions obstétricales majeures pour 7735 dossiers des accouchements.

Le concept de « besoin non couvert » réfère à la notion d'une différence entre ce qui est considéré comme un besoin par les professionnels en termes de problèmes de santé à résoudre par une intervention obstétricale majeure et ce qui est couvert en réalité par les services offerts, c'est-à-dire les problèmes pour lesquels une intervention obstétricale majeure a été réalisée. Schématiquement :

Besoin non couvert = Nombre de problèmes attendus - Nombre de problèmes BNC dans une population adéquatement pris en charge.

Dans cette étude, outre la couverture en intervention obstétricale majeure le besoin non couvert s'intéresse également aux ressources humaines (ratio personnel patient), ressources matérielles (taux d'occupation en matériel) et le taux de référence (TxRef) sur les naissances attendues (NA).

Les interventions obstétricales sont dites « majeures » (IOM) si et seulement si elles impliquent dans leurs réalisations des techniques hospitalières complexes (césarienne, laparotomie, version par manœuvre interne.) et un matériel spécialisé. Une indication maternelle est dite « absolue » (IMA) lorsqu'elle conduit à une intervention obstétricale majeure pour éviter ou réduire les risques de décès maternel ainsi que toute autre complication.

Ainsi l'indicateur du besoin obstétrical non couvert nécessite sa quantification, ce que nous appelons « déficits » et sera calculé comme suit : **Besoin obstétricaux non couverts = (NA x TxRef) – (Nombre d'IOM/IMA).**

Les variables de l'étude sont: le ratio accouchement-personnel qualifié, Ratio accouchement-personnel ayant un profil chirurgical, le taux d'occupation en équipement de maternité, le taux de référence et le taux de déficits en interventions obstétricales majeures.

L'analyse statistique a consisté dans la mesure du possible au calcul des ratios et taux pour diverses variables. La recherche de relation entre différents taux de déficits a nécessité le recours au test de khi-carré pour un seuil de signification fixé à $p < 0,05$.

L'approbation du comité d'éthique de l'Université des Sciences et Technologies de Lodja (RDC) a facilité la réalisation de cette étude.

3 RÉSULTATS

Le résultat concernant le rapport entre les accouchements constatés et le personnel qualifié (infirmière accoucheuse, sage-femme), présente une inadéquation importante avec des ratios qui ne sont pas uniformes. L'hôpital de Kabinda présente un ratio deux fois supérieur à celui de Lulu et trois fois supérieur à celui de Lubao et Tshofa (soit 683), Tableau I).

Tableau I : Ratio accouchement - personnel qualifié

	Hôpitaux de référence			
	Kabinda	Lubao	Lulu	Tshofa
	N	N	N	N
Personnel qualifié	7	6	3	4
Accouchements constatés	4785	1282	926	742
Ratio	683	213	308	185

Le ratio ci-dessous calculé est le rapport entre les accouchements et le personnel qualifié (infirmière accoucheuse, sage femme). L'OMS situe ce ratio à 200 naissances pour un personnel qualifié.

Le rapport accouchement-personnel ayant un profil chirurgical est faiblement constaté voir nul pour certaines catégories dans les quatre hôpitaux enquêtés. Le ratio le plus faible est constaté à Tshofa (74) suivi de Lubao (116), Lulu (154). Par contre l'hôpital de Kabinda présente un ratio trois à quatre fois plus élevé comparativement à d'autres hôpitaux (398), Tableau II).

Tableau II : Ratio accouchement-personnel ayant un profil chirurgical par Hôpital

Personnel	Hôpitaux de référence			
	Kabinda	Lubao	Lulu	Tshofa
Anesthésiste	1	0	0	0
Aide anesthésiste	4	1	1	2
Chirurgien	0	0	0	0
Chirurgien Visiteur	1	0	0	0
Gynécologue Obstétricien	0	0	0	0
Gynéco Obstétricien Visiteur	1	0	0	0
Médecin généraliste	7	7	4	7
Sage-femme	3	3	1	1
Total	12	11	6	10
Accouchements constatés	4785	1282	926	742
Ratio	398	116	154	74

Dans le tableau III, le taux d'occupation en équipement de maternité traduit une faible disponibilité des matériels dans les formations sanitaires enquêtées. Ce taux est de 44,7 à Kabinda, 40,2 à Lulu, 24,7 à Tshofa et 18,3 à Lubao. Ce taux a nécessité la recherche de rapport entre l'effectif des patientes ayant accouché et le nombre total de matériel constaté. Parmi les

matériels insuffisants voire inexistants notons les ambulances, les ventouses, forceps, le moyen de communication téléphonique et le kit d'urgence.

Tableau III : Taux d'occupation en équipement de maternité

Equipements	Hôpitaux de référence			
	Kabinda	Lubao	Lulu	Tshofa
Lit de maternité	59	48	10	20
Boîte d'accouchement	36	17	9	5
Table d'accouchement	3	1	1	2
Forceps	3	1	1	0
Ventouse	1	0	0	0
Ambulance	0	0	0	0
Bloc Opératoire	1	1	1	1
Aspirateur	2	2	1	2
Présence de téléphone	1	0	0	0
Kit d'urgence	1	0	0	0
Total	107	70	23	30
Accouchements constatés	4785	1282	926	742
Taux d'occupation	44,7	18,3	40,2	24,7

Le taux d'occupation en équipement est le rapport entre l'effectif des patientes ayant accouché et le nombre total de matériel constaté.

Le taux global de référence pour les quatre hôpitaux est de 2,9 %. Ces taux sont trop rapprochés entre l'hôpital de Lulu, Lubao et Tshofa (soit 1,6 % à 1,8 %). Il est par contre légèrement élevé à Kabinda soit 4,8 % (tableau IV).

Tableau IV : Taux de référence par hôpital général de référence

Hôpitaux de référence	Naissances attendues	IOM/IMA Observées	Taux de référence observés
	N	N	
Kabinda	11155	535	4,8
Lubao	6735	106	1,6
Lulu	6198	114	1,8
Tshofa	5485	89	1,6
Total	29575	844	2,9

Le taux de référence = $IOM/IMA / NA \times 100$. Le seuil attendu à Lomami est de 10 % (DPS Lomami, 2014). Les naissances attendues représentent 4 % de la population en âge de procréer dans une population totale.

La recherche de besoin non couvert en Intervention Obstétricale Majeure (IOM), révèle une inadéquation entre les IOM/IMA attendues (857) et les IOM/IMA observées (844). Cette inadéquation est à l'origine de déficits de l'ordre de 45,6 % à Lubao, 44 % à Tshofa, et 36,6 % à Lulu. L'hôpital de Kabinda a réalisé un taux excédentaire de - 65,3 %. Statistiquement ces déficits sont significatifs dans tous les hôpitaux (tableau V).

Tableau V: Défis en Interventions Obstétricales Majeures pour Indications Maternelles Absolues (IOM/IMA)

Hôpitaux de référence	Naissances attendues	IOM/IMA attendues	IOM/IMA observées	Défis	
				N	Taux /100 IMA
Kabinda	11155	323	535	-212	-65,6
Lubao	6735	195	106	89	45,6
Lulu	6198	180	114	66	36,6
Tshofa	5485	159	89	70	44
Total	29573	857	844	13	1,5

$IOM/IMA \text{ attendues} = \text{taux global de référence (2,9 \%)} \times NA \text{ pour } 100$

4 DISCUSSION

La présente étude a mis en évidence des déficits importants sur les soins obstétricaux dans la division provinciale de Lomami. Ces déficits traduisent les besoins matériels, humains, les faiblesses techniques et, augmentent le risque de décès de la femme et de l'enfant.

4.1 BESOIN EN PERSONNEL QUALIFIÉ ET IOM

La définition du « personnel qualifié » intervenant à l'accouchement est évidemment essentielle pour identifier leurs possibilités d'agir en cas d'IOM. Nous entendons par personnel qualifié un médecin, une sage-femme et une infirmière, qui implique un usage compétent des connaissances.

Les ratios accouchement personnel-qualifié ne sont pas identiques dans les hôpitaux enquêtés. Ces ratios sont beaucoup plus élevés lorsque le nombre du personnel qualifié n'est pas proportionnel aux nombre d'accouchements attendus. Les ratios constatés dans trois zones de santé outre la zone de Tshofa sont supérieurs à la moyenne prônée par l'OMS qui est de 200 accouchements (13, 15). Ces ratios corroborent à ceux trouvés par l'OMS, (14) en Côte d'Ivoire (6 p. 10180 accouchements), au Burkina Faso (5p. 6557 accouchements), et au Burundi (3p. 1348 accouchements).

Par ailleurs le ratio accouchement-personnel avec profil chirurgical est également supérieur à la norme de l'OMS uniquement dans la zone de santé de Kabinda en raison de 398 accouchements. L'hôpital de Kabinda est la seule structure sanitaire de la Division Provinciale de Santé (DPS) où les spécialistes chirurgien et gynécologue-obstétricien viennent en visiting. Leur présence augmente le taux de fréquentation hospitalière, ce qui justifie le ratio accouchement-personnel élevé à Kabinda et faibles ratios accouchement-personnel avec profil chirurgical à Tshofa, à Lubao et à Lulu.

Plusieurs études réalisées en Afrique sur le rapport accouchement-personnel qualifié sont abouties aux résultats qui vont dans le même sens que celui de cette étude. L'étude de Traoré (17) au Burkina-Faso, avait trouvé un ratio d'une sage-femme pour 500 accouchements. De même, le rapport de l'OMS, (14), dans certaines régions d'Afrique, fait état d'un ratio d'1 sage-femme pour 15 000 naissances. Même situation pour le Kenya et l'Ouganda où ce ratio est de l'ordre de 1 médecin pour 458 naissances, 1 infirmier pour 150 accouchements et 1 sage-femme pour 437 accouchements en 1997 (14). Ce besoin en personnel constaté à Lomami qu'ailleurs est propre au milieu rural en raison de sa faible concentration des infrastructures sanitaires et du personnel de santé qualifié comparativement au milieu urbain soutient l'OMS.

Dans le même ordre d'idée, Schoemaker-Marcotte, soutient que « plus il y a des ressources, plus la qualité augmente ; de ce fait, les soins de qualité ne se donnent pas là où il y a peu de ressources » (16).

De tous les éléments essentiels qu'il faut prendre en compte pour dispenser les soins de qualité, la question du personnel qualifié garde une place de choix (14).

Dans les pays en développement, malgré le fait que les IOM efficaces soient connues pour la prise en charge des urgences obstétricales, leurs effets positifs sont souvent réduits faute de personnel qualifié, ce qui favorise le décès maternel et périnatal (16).

4.2 BESOIN EN ÉQUIPEMENT DE MATERNITÉ

Les moyens matériels ne sont pas proportionnels au besoin de formations sanitaire (FOSA). Nonobstant ces disparités, aucune FOSA ne satisfait à la norme minimale de 80% tel que recommandé par le ministère de la santé en RDC (8).

Ces déficits en équipement sont à l'origine du retard pour recourir à une structure de référence ainsi que l'allongement du temps entre l'arrivée dans une maternité de référence et l'obtention de premiers soins de qualité, ce qui augmente le risque de décès maternel et périnatal (16).

L'OMS (14), estime que ce déficit justifie un manquement aux droits humains car le droit aux soins de qualité suppose que les pouvoirs publics créent des conditions telles que chacun puisse jouir du meilleur état de santé possible. Ceci implique notamment l'existence de services de santé bien équipés ainsi que les conditions de travail sûres et saines.

Dans le même ordre d'idée, le droit aux soins de qualité nécessite l'organisation de soins « simples et rationnels » (2). Ceci suppose d'une part l'usage d'une technologie appropriée et d'autre part les services doivent délivrer les soins continuent, globaux et intégrés à la population. De même, la technologie appropriée pour faire face à certaines complications obstétricales devrait être définie en termes de gestion thérapeutique et non seulement des techniques manuelles et interventions (4). A ce titre, la couverture en moyen matériel occupe une place de choix pour les soins obstétricaux de qualité.

4.3 TAUX DE RÉFÉRENCE PAR HÔPITAL GÉNÉRAL DE RÉFÉRENCE

Les taux de référence observés pour IOM/IMA sont trop bas comparativement au seuil attendu de 10% dans la Division Provinciale Sanitaire de Lomami (3).

Les questions relatives au taux de référence dans la survenue de décès maternels et périnatals ont toujours étaient au centre de polémique dans plusieurs études :

Le ratio de mortalité maternelle observé en Gambie durant une période où il y avait faible taux de référence pour les soins obstétricaux (soit 2,20), certifie le résultat de cette étude. Celui des Etats-Unis, dans une secte religieuse dont les femmes refusent les soins chirurgicaux mais qui, par ailleurs, sont bien nourris et vivent dans des conditions d'hygiène et de confort semblables à leurs concitoyens américains, était de 8,72 (4).

Si certains auteurs soutiennent que référer une patiente de l'échelon inférieur à l'échelon supérieur est un élément fondamental de l'amélioration de la santé maternelle et néonatale (1). Il est établi par contre que 20% des décès maternels surviennent principalement chez les femmes référées par les centres de santé périphériques pour une IOM (14). Ce pourquoi, relever le taux de référence dans une structure sanitaire est une hypothèse de travail et non un indicateur de la qualité de soins (7).

Dans les pays en développement où le taux de référence est faible, un grand nombre de femmes, dont la grossesse est à haut risque, n'atteignent pas l'hôpital et que beaucoup d'entre elles meurent en dehors de l'hôpital (5).

Enfin, là où on peut combiner un accès correct à des soins de qualité tant au niveau primaire qu'au niveau de référence les ratios de mortalité maternelle peuvent décroître relativement rapidement (6).

4.4 BESOINS OBSTÉTRICAUX NON COUVERT

Les besoins en interventions obstétricales majeures pour indications maternelles absolues non couverts, également appelés déficits en IOM/IMA ou Besoins Obstétricaux Non Couvert (BONC), sont énormes dans les quatre hôpitaux enquêtés. Ces déficits sont dus à l'incapacité de distinguer les indications maternelles absolues (sensibilité de diagnostic) des indications non absolues (spécificité de diagnostic) lors de la prise de décision pour une IOM (11).

Comparativement aux études similaires, les déficits enregistrés dans notre étude sont supérieurs à ceux trouvés en milieu rural au Burkina-Faso soit -7 % à 7 %. Ils sont légèrement inférieurs à ceux de Zabre en 1998 soit 77,1 % et Ouedraogo, en 2003, soit 63,6% (17). Par contre ces déficits sont largement supérieurs à ceux trouvaient par Longadi, dans une étude menée en RDC au Kasaï central en milieu urbain soit 0,11% (7).

Par ailleurs, l'étude de Coulibaly MB, montre une bonne couverture de besoin d'interventions obstétricales majeures pour indications maternelles absolues avec un déficit négatif croissant – 15% en 2003, - 17% en 2004 et – 22% pour les deux premier mois de l'année 2005 (2).

Il en est de même pour l'étude de Niang M.M., qui a trouvé à Dakar que les besoins obstétricaux sont apparemment bien couverts dans la région où on semble même enregistrer un excédent d'IOM pour IMA de l'ordre -1 386 (-62 %) (12). Ces résultats traduisent peut-être le fait que des femmes provenant des régions environnantes viennent bénéficier d'IOM à Dakar. Néanmoins, il ne faut pas perdre de vue l'ensemble des femmes qui résident dans l'aire sanitaire de la région et qui n'ont pas bénéficié d'une prise en charge adéquate. Ces données seraient probablement « surévaluées » et le déficit négatif théorique constaté pourrait masquer un besoin obstétrical réel.

5 CONCLUSION

La couverture de soins obstétricaux constitue une question importante pour l'efficacité des interventions majeures. La présente étude a révélé que, la répartition géographique inéquitable des hôpitaux de référence et l'insuffisance de personnel qualifié et moyen matériels associés aux faiblesses techniques sont tributaires des taux élevés de déficits en IOM. Ces déficits concernent l'ensemble des patientes qui auraient dû être prises en charge mais qui ne l'ont pas été. Ces patientes ont-elles bénéficié de soins adéquats dans d'autres hôpitaux ? Sont-elles décédées à domicile ou par suite de manque de soins ? S'agit-il d'un problème d'accessibilité financière ? Une étude portant spécifiquement sur les besoins obstétricaux non couverts dans chaque structure de soins pourra certainement répondre à ces questions.

REFERENCES

- [1] CHAM, M, Sundby, J, Vagen, S. (2009) *Availability and quality of emergency obstetric care in Gambia's main referral hospital: women-user's testimonies*. Reproductive Health n°6: p.5.
- [2] Coulibaly MB (2005) *Etude des besoins obstétricaux non couverts au centre de sante de référence de Niono*, thèse de doctorat, faculté de Médecine, de pharmacie et d'odontostomatologie, Université de Bamako
- [3] Division Provinciale de la Santé (2015) *Descriptif actualisé de la DPS Lomami*, Rapport annuel 2014, Kabinda, 59p.
- [4] Dujardin Bruno, Anne Fromont, Karel Gyselinck, Remo Meloni, Alain Lyeti, Ina Kalisa (2013) *Renforcement des systèmes de santé : Capitalisation des interventions de la Coopération belge au Burundi, en République Démocratique du Congo et au Rwanda*, Études africaines éd. l'Harmattan, Paris, 380p.
- [5] Dujardin, B, Mine, F, De Brouwere V. (2014) *Améliorer la santé maternelle : un guide pour l'action systémique*, éd. l'Harmattan, Paris, 310p.
- [6] Jahn & De Brouwere (2001) *Réduire la mortalité maternelle dans un contexte de pauvreté. Réduire les Risques de la Maternité : Stratégies et Evidence Scientifique* de Vincent De Brouwere et Wim Van Lerberghe, éd. ITGPress, Belgique, 488p.
- [7] Longadi (2008) *Les besoins obstétricaux non couverts dans la ville de Kananga*, Mémoire de Spécialisation en Santé Publique, Université Notre dame du Kasai, Kananga, 47p.
- [8] Ministère de la santé (2016) *Plan national de Développement Sanitaire 2016-2020 : vers la couverture sanitaire universelle*, Kinshasa, 96p.
- [9] Ministère de la santé, de la population et de la réforme hospitalière (2014) *Plan national de la réduction de la mortalité maternelle 2015-2019*, Unicef, 2014, Algérie.
- [10] Ministère du Plan & Ministère de la Santé Publique (2014) *Deuxième enquête Démographiques et de santé en RDC*, Kinshasa, 678p.
- [11] Mukuna NB (2013) Qualité de soins obstétricaux et déficits d'interventions obstétricales majeures en RDC, in *Revue d'Administration publique et de Management*, n° 005 Octobre-Décembre 2013, Kinshasa, p.73-82.
- [12] Niang M.M. (2015) Besoins obstétricaux non couverts pour les interventions obstétricales majeures à Dakar (Sénégal), in *revue Médecine et santé Tropicales* 2015 ; n° 25 p. 276-279
- [13] OMS (2009) *Statistiques sanitaires mondiales: personnel de santé, infrastructures sanitaires et médicaments essentiels* Janv. 2009 (2) p.95-105. Repéré à <http://www.undp.org/french/mdg/>. (15 Sep 2015).
- [14] OMS (2011) *Personnel de santé, infrastructures sanitaires et médicaments essentiels : Statistiques sanitaires Mondiales*, OMS
- [15] PIECHAUD, A. (2009) *Les facteurs de santé : accès aux services de base*. Université Paris-Descartes-Sorbonne - Master 2 "Expertise en Population et Développement" 2010 Vietnam, 76p.
- [16] SCHOEMAKER-MARCOTTE C. (2013) *La qualité des soins obstétricaux en milieu rural malien, Une étude exploratoire*, Mémoire de Maîtrise en Santé communautaire des études supérieures et postdoctorales, Département de Médecine sociale et préventive, Faculté de Médecine, Université de Montréal, Montréal, 73p.
- [17] TRAORE, B. (2004) *Besoins obstétricaux non couverts pour les interventions obstétricales majeures ; cas de la région sanitaire du centre Est*, Mémoire de DES en soins infirmiers, Ecole Nationale de Santé Publique, Ouagadougou, 2004, 33p.

Place des TIC dans l'enseignement de la biologie cellulaire

[ICT in the teaching of cellular biology]

Wissal IRAQI¹, Khadija HTOUTOU¹, Chadia SEKKAT², and Abdelhamid ZAID²

¹Centre Régional des Métiers de l'Éducation et de la Formation, Meknès, Maroc

²Faculté des Sciences de Meknès, Maroc

Copyright © 2018 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 work proposes to focus on the information and communication technology in teaching cellular biology by implementing their contribution in the acquisition of the functioning of the cell. We also focused on the limits and challenges of these new technologies, in teaching this very particular discipline by its importance in the acquisition of biological sciences. We worked on five successive promotions of 160 students in total, holding a master's degree in biology or geology. The results of this study showed that the use of computer simulation in the teaching of cell biology led to a better acquisition of cell function by students. However, these technologies are to be used with some caution. All of these results are discussed in this article.

KEYWORDS: ICT, Student, Teacher, Cellular biology, Scientific conceptions.

RESUME: Le présent travail se propose de mettre l'accent sur l'utilisation des technologies d'information et de communication dans l'enseignement de la biologie cellulaire en mettant en œuvre leur apport dans l'acquisition du fonctionnement de la cellule. Nous nous sommes également focalisés sur les limites et les enjeux de ces nouvelles technologies, dans l'enseignement de cette discipline bien particulière par son importance dans l'acquisition des sciences biologiques. Nous avons travaillé sur cinq promotions successives de 160 étudiants au total, titulaires d'une licence en biologie ou en géologie. Les résultats de cette étude ont montré que l'utilisation de la simulation par ordinateur, dans l'enseignement de la biologie cellulaire, a conduit à une meilleure acquisition du fonctionnement de la cellule par les étudiants. Toutefois, ces technologies sont à utiliser avec modération et avec une certaine prudence. L'ensemble de ces résultats est discuté dans cet article.

MOTS-CLEFS: TIC, TICE, Etudiant, Enseignant, Biologie cellulaire, conceptions scientifiques.

1 INTRODUCTION

La construction, l'acquisition ou l'enrichissement des concepts scientifiques dans différentes disciplines nécessite souvent le déploiement des technologies numériques en l'occurrence, les TIC (Technologies de l'Information et de la Communication) [1], [2], [3], [4], [5]. Ces technologies comportent un grand nombre d'outils conçus pour utiliser des documents numériques à des fins d'enseignement et d'apprentissage [6]. Les TIC à usage pédagogique sont distinguées en cinq catégories différentes [7]. Il s'agit de : (1) l'expérimentation assistée par ordinateur (ExAO), (2) la simulation assistée par ordinateur (SAO), (3) l'évaluation assistée par ordinateur (EAO), (4) la production multimédia et hypermédia (PMH) et (5) la communication virtuelle éducative (CVE). Cette diversité d'outils confère aux nouvelles technologies une grande importance et les rendent incontournables dans l'enseignement et l'apprentissage des sciences. En effet, en biologie où l'enseignement reste celui de l'observation et de l'expérimentation par excellence, les TIC occupent une place centrale. De plus, l'enseignement expérimental

de cette discipline pose toujours problème de point de vue faisabilité et il n'est toujours pas évident de l'adopter en classe. En outre, la valeur ajoutée des TIC apparaît clairement lors de la conception des séances de cours ou de TP (Travaux pratiques). Dans ce contexte, l'utilisation de ces technologies a offert d'autres alternatives pédagogiques visant à véhiculer certaines connaissances scientifiques de la biologie. Selon de nombreux travaux, l'apprentissage de nombreux concepts s'est trouvé ainsi simplifié par les TIC [8], [9]. Dans ce contexte, des séquences animées entièrement numérisées sont devenues particulièrement abondantes de nos jours. Les simulations numériques arrivent à schématiser certains phénomènes ou réactions difficiles ou même impossibles à réaliser réellement. Cependant, l'intégration des TIC doit tenir compte de nombreux facteurs notamment dans le volet pédagogique. La détermination des objectifs et des compétences scientifiques à transmettre ou à développer sont essentielles dans le choix des ressources numériques [10]. Ceci étant, la maîtrise des ressources numériques par l'enseignant est importante de point de vue contenu et technique en soi [11]. Par ailleurs, ce dernier doit trouver dans les TIC un apport scientifique considérable et une fluidité de son cours. En outre, ces nouvelles technologies doivent être utilisées pour faciliter la tâche de l'enseignant dans le transfert des compétences et non leur complication ou encore une perte de temps. Toutefois, face à la multitude de séquences et de logiciels disponibles, l'enseignant est amené à choisir les TIC d'une manière optimale de point de vue objectifs à atteindre, savoir à transmettre et temps alloué, sans oublier la nature du public cible (Age, pré-requis, section, niveau, etc). En d'autres termes, l'outil TIC doit rester parfaitement adapté aux situations d'enseignement-apprentissage et s'insérer dans les objectifs tracés ainsi que dans les résultats escomptés. Une étude a montré que les TIC fournissent des moyens novateurs, non seulement pour la diffusion des connaissances mais aussi pour l'exploration de stratégies d'apprentissage qui favorisent la construction des compétences [12]. Ceci étant, il est utile de souligner que les TIC ne doivent pas prendre le dessus sur d'autres moyens pédagogiques tels que la réalisation d'expériences réelles qui continue à jouer un rôle clé dans le développement des compétences scientifiques de l'apprenant [13]. Il est également important de rappeler que ces technologies doivent rester réservées à l'enseignement des phénomènes complexes et de réactions difficiles ou impossibles à illustrer devant ou avec les étudiants [1].

Le présent travail se propose de mettre l'accent sur la place des TIC dans l'enseignement de la biologie cellulaire vue son importance dans l'acquisition des sciences biologiques. Nous nous sommes focalisés sur l'apport de ces technologies dans l'acquisition de trois concepts majeurs de cette discipline en l'occurrence, le transport membranaire, la division cellulaire et la synthèse des protéines. Nous avons également analysé les limites et les enjeux de l'utilisation de ces nouvelles technologies, relatifs à l'enseignement de ces concepts. Nous nous sommes limités aux TIC basées sur l'utilisation de séquences animées qui servent à présenter un phénomène complexe et d'illustrer les étapes de son déroulement sous une forme simple.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

Pour réaliser notre travail, nous avons travaillé sur cinq promotions universitaires successives avec un échantillonnage de 160 étudiants titulaires d'une licence en biologie ou en géologie. Ces derniers étaient en formation dans le centre régional des métiers de l'éducation et de la formation de Meknès (Maroc), et ce pour devenir des enseignants des SVT (Sciences de la Vie et de la Terre) au niveau du cycle secondaire. Nous nous sommes intéressés à trois concepts de la biologie cellulaire : le transport membranaire, la division cellulaire et la synthèse des protéines. Nous avons évalué et analysé selon une grille, l'acquisition des compétences relatives à ces trois concepts. A cet effet, les cours ont été dispensés dans un premier temps en utilisant seulement des schémas et/ou des figures. Pour tester l'apport des TIC dans l'acquisition des concepts enseignés et qui font l'objet de ce travail, les séquences animées ont été intégrées dans un deuxième temps. Nous avons par la suite relevé les compétences scientifiques qui posent problème chez les étudiants dans chaque concept analysé selon une note de 0 à 5 qu'ils ont attribuée eux-mêmes selon leur acquisition de la compétence en question (0 : acquisition facile, 1 : acquisition moyenne, 3 : acquisition faible, 4 : acquisition très faible, 5 : aucune acquisition). Cette appréciation a été également vérifiée par l'enseignant pendant le cours et lors de l'évaluation finale du concept.

Il est à signaler que les cours se sont déroulés avec un effectif de 25 étudiants (plus ou moins un étudiant) durant les 4 premières promotions (2011-2012, 2012-2013, 2014-2015) et 60 étudiants répartis en deux groupes pendant la 5^{ème} promotion (2015-2016). L'ensemble des étudiants de notre échantillonnage a été informé sur le but de ce travail et ont participé d'une manière anonyme. De plus, aucune appréciation ne leur a été donnée et ce, pour éviter tout biaisement des résultats. Il est à noter aussi que le choix des ressources numériques a été optimisé et que les mêmes séquences ont été utilisées pour les cinq promotions afin de garantir une grande homogénéité des données.

3 RÉSULTATS

Lors du cours, les représentations graphiques projetées aux étudiants telles des schémas ou des figures, n'ont pas donné les résultats attendus concernant l'acquisition des compétences relatives aux trois concepts (Le transport membranaire, la

division cellulaire, la synthèse des protéines). Le tableau 1 montre le pourcentage des étudiants ayant acquis ces concepts en fonction de l'intégration ou pas des TIC. Les pourcentages les plus frappants concernent la division cellulaire et la synthèse des protéines puisqu'ils sont passés de 28.75% à 59.37% et de 20.62% à 59.37% respectivement. Cependant, une petite proportion n'est pas arrivée à assimiler lesdits concepts même après intégration des TIC dans le cours et qui sont de 12.50%, 11.87% et 20% respectivement pour les trois concepts.

Tableau 1 : Pourcentage des étudiants ayant acquis les concepts de la biologie cellulaire en fonction de l'intégration ou pas des TIC

	Le transport membranaire	La division cellulaire	La synthèse des protéines
Pourcentage des étudiants ayant acquis le concept sans les TIC	25% (40/160)	28.75% 46/160	20.62% (33/160)
Pourcentage des étudiants ayant acquis le concept avec les TIC	62.50% 100/160	59.37% (95/160)	59.37% (95/160)
Pourcentage des étudiants n'ayant pas acquis le concept	12.50% 20/160	11.87% 19/160	20% 32/160

En nous basant sur ces résultats, nous nous sommes intéressés aux compétences qui posent problème chez les étudiants. Nous nous sommes ainsi focalisés sur ceux qui n'arrivaient pas à les acquérir (20, 19 et 32 étudiants respectivement). Le tableau 2 résume les résultats que nous avons obtenus. Ici également, une note de 0 à 5 a été attribuée par l'enseignant et par l'étudiant lui-même à la compétence selon son acquisition, avant et après intégration des TIC (0 : acquisition facile, 1 : acquisition moyenne, 3 : acquisition faible, 4 : acquisition très faible, 5 : aucune acquisition). Il est à noter que le nombre total des étudiants par rapport aux compétences problématiques ne correspond au total étudié car un même étudiant peut avoir des difficultés d'acquisition dans différentes compétences.

Tableau 2 : Apport des TIC dans l'acquisition des compétences de la biologie cellulaire (Une note de 0 à 5 est attribuée à la compétence selon son acquisition)

	Compétences problématiques	Nombre des étudiants	Acquisition des compétences avant intégration des TIC	Acquisition des compétences après intégration des TIC
Le transport membranaire	Le transport passif	10/20	3	1
	* La diffusion simple	8/20	3	1
	* La diffusion facilitée	14/20	4	2
	Le transport actif	18/20	4	2
La division cellulaire	La variation de la quantité d'ADN	10/19	4	2
	La division réductionnelle	14/19	4	2
	La division équationnelle	19/19	4	2
La synthèse des protéines	Le rôle de la coiffe A dans la transcription	24/32	5	2
	L'épissage	20/32	5	2
	La traduction	28/32	5	3

Les résultats du tableau 2 montrent que l'utilisation des TIC a nettement amélioré le niveau d'acquisition des compétences chez les étudiants qui étaient perdus dans l'appropriation du savoir relatif aux trois concepts analysés, en utilisant seulement des supports simplifiés (projection de schémas avec ou sans légende). En effet, la quasi-totalité des apprenants sont arrivés à assimiler lesdits concepts, notamment ceux du transport membranaire et de la division cellulaire. L'acquisition de la compétence de la traduction des protéines est restée difficile pour les étudiants qui souffraient déjà d'une difficulté à ce niveau puisque la note est passée seulement de 5 à 3, après intégration d'une séquence animée dans le cours. Ces résultats montrent que les TIC n'étaient pas d'un grand recours seulement pour une petite proportion des étudiants. Par contre, une meilleure compréhension des différents concepts a été notée puisque la note attribuée à la difficulté est passée dans certains cas de 5 à 2 et de 3 à 1.

4 DISCUSSION

L'intégration des TIC dans l'enseignement de la biologie rentre dans les pratiques personnelles de l'enseignant et dans la transformation de son style pédagogique [14]. Parmi les objectifs majeurs de ces nouvelles démarches pédagogiques, figure l'orientation de l'activité de l'enseignant vers l'étudiant, pour l'impliquer davantage dans la construction de son savoir. De plus, l'évolution et la diversification croissante des TIC imposent d'une manière ou d'une autre leur intégration de plus en plus fréquente dans l'enseignement de la biologie. Cependant, ces technologies ne doivent pas se limiter aux présentations power point et aux schémas numérisés mais doit comporter également des séquences animées. Les résultats du présent travail montrent tout l'intérêt de l'intégration de ces séquences dans l'enseignement et l'apprentissage d'une discipline bien particulière de la biologie, celle de la cellule. En effet, l'acquisition des concepts du transport membranaire, de la division cellulaire ainsi que la synthèse des protéines a été nettement améliorée chez les étudiants de notre étude. L'apport de ces TIC semble être important chez la majorité des étudiants et ce, pour les trois concepts. La note de l'évaluation finale était également satisfaisante et variait entre 18 et 12. De plus, les étudiants affirmaient eux-mêmes la simplification du transfert du savoir via cette technique d'animation et ont souligné qu'ils arrivaient à mieux s'approprier les compétences transmises pendant le cours. En outre, l'utilisation d'une telle démarche d'enseignement leur permettait de revenir sur la séquence présentée et de l'assimiler à leur rythme [15], [16]. Cependant, il faudrait être attentif au fait que les représentations numérisées parfois trop simplifiées, dans le temps et dans l'espace, pourraient conduire à une mauvaise compréhension des phénomènes présentés. Ceci pourrait expliquer en partie les résultats obtenus chez les étudiants ayant toujours présenté des difficultés d'acquisition de certains concepts même avec l'association des séquences animées. La diversification des moyens didactiques et scientifiques dans la séquence d'enseignement est d'un grand intérêt dans ce contexte [17], [18]. L'acquisition de la démarche scientifique à travers une expérimentation réelle tient toute sa place dans le processus d'apprentissage. L'association de la simulation numérique à l'expérience réelle reste l'idéal dans les apprentissages scientifiques. Par ailleurs, l'intégration des TIC dans l'enseignement et l'apprentissage doit toujours se faire avec un accompagnement de l'apprenant afin d'éviter une mauvaise compréhension des phénomènes présentés d'une part ou une confusion entre la réalité et le virtuel d'autre part. Le problème de fausses représentations préexistantes ou de pré-requis insuffisants est également à prendre en considération dans le résultat mentionné plus haut. Les approches d'introduction du concept de la cellule seraient très importantes pour contourner le problème des conceptions erronées qui existent chez les apprenants [19]. Par ailleurs, il est à souligner que les fausses représentations ont été également rapportées chez les apprenants, lors de l'enseignement du fonctionnement de certains systèmes du corps humain comme le système digestif [20], [21], [22], [23], [24], le système nerveux [25], [26] et le système respiratoire [27] ont été étudiées. Le rôle de l'enseignant dans l'évolution des conceptions chez les apprenants a été bien démontré [28]. D'autre part, il est à souligner que la maîtrise des TIC ainsi que leur choix dans l'enseignement sont un point important dans l'obtention des résultats escomptés chez l'apprenant [29], [8]. La séquence en soi et sa durée sont déterminantes dans l'intérêt de l'utilisation d'une telle technologie et sont par conséquent, à prendre avec beaucoup de sérieux. Il est également important que l'enseignant soit conscient des différentes contraintes que peut engendrer l'utilisation des nouvelles technologies. Le problème d'addiction aux outils numériques qui peut s'observer chez certains étudiants ainsi que la consultation de sites Internet inappropriés ont été rapportés [30].

5 CONCLUSION

Ce travail a permis de mettre en évidence l'importance des TIC dans l'enseignement de la biologie cellulaire. Ces nouvelles technologies constituent de précieux outils pédagogiques dans la séquence d'enseignement. La simulation numérique est un moyen didactique, permettant la présentation de phénomènes complexes de la biologie cellulaire et un gain de temps. La conceptualisation et l'assimilation des apprentissages par les étudiants qui en découlent représentent tout l'intérêt d'utilisation des TIC. Toutefois, cette technique d'animation demande des qualités pédagogiques aussi bien scientifiques qu'organisationnelles, de la part de l'enseignant. Par ailleurs, ces technologies numériques présentent des enjeux et des limites d'utilisation. En effet, la simulation peut inculquer des représentations erronées ou parfois différentes de la réalité. Dans ce contexte, l'accompagnement des étudiants dans leur apprentissage doit toujours rester de rigueur afin d'éviter toute mauvaise compréhension ou négligence délibérée d'autres moyens didactiques.

REFERENCES

- [1] B. DEVAUCHELLE, « Multimédialiser l'école », 1^{ère} édition, Hachette livre, 43 Quai de Grenelle, 75905 Paris Cedex 15.
- [2] S. EL JAMALI, « La simulation sur ordinateur : quel rôle dans l'enseignement des sciences physiques ? » Colloque Enseignement et Recherche en didactique des sciences (ERDS 2000), 1^{ère} édition, 2001, p. 35-41.

- [3] J. REBMANN, R. JPUBERT and Ph. DESMOND, « Intégration de simulation dans l'enseignement de la physique en première année de DEUG », Colloque enseignement et recherche en didactique des sciences (ERDS 2000), 1^{ère} édition, 2001, p. 15-26.
- [4] R. BIBEAU, « Les Technologies de l'Information et de la Communication peuvent contribuer à améliorer les résultats scolaires des élèves », *EpiNet : Revue électronique de l'EPI*, Paris, Avril 2007.
- [5] K. AHAI, A. EL HAJJAMI, L. AJANA, A. EL MOKRI and A. CHIKHAOU, « Analyse de l'effet d'intégration d'un logiciel d'optique géométrique sur l'apprentissage d'élèves de niveau baccalauréat sciences expérimentales » *Revue EpiNet* N° 101, Janvier, 2008.
- [6] L. DUBOIS, « Sciences et technologie - Cycle 3 », *Editions Nathan*, Tome 1, 2016.
- [7] M. COQUIDE and JF. LE MARECHAL, « Modélisation et simulation », *Aster*, N° 43, 2006.
- [8] J. HENRY and N. JORIS N, « Maîtrise et usage des TIC : la situation des enseignants en Belgique francophone », B. DROT-DELANGE, GL. BARON and E. BRUILLARD, « Sciences et technologies de l'information et de la communication (STIC) en milieu éducatif », Clermont-Ferrand, France, 2013.
- [9] BAKER, DE VRIES, LUND and QUIGNARD, « Interactions épistémiques médiatisées par ordinateur pour l'apprentissage des sciences : bilan de recherches », *Sciences et Techniques Educatives* 8, pp. 21-32, 2001.
- [10] C. BARETTE, « Réussir l'intégration pédagogique des TIC », *Bulletin Clic*, N° 63, Janvier 2007.
- [11] C. MERINAT, « Utilisation des TIC en biologie », Mémoire professionnel secondaire II, Haute Ecole Pédagogique VAUD, Juin 2012.
- [12] M. LEBRUN, « Des technologies pour enseigner et apprendre », Paris, De Boeck, 2^{ème} édition, 2007.
- [13] W. IRAQI, T. HASSOUNI, E.M. BENHAMMI and T. MANSSOURI, « Difficulties of teaching the circulatory system in Life Sciences », *International Journal of Research*, Vol. 2, pp. 248-254, 2015.
- [14] B. POELLHUBER and R. BOULANGER, « Un modèle constructiviste d'intégration des TIC », Rapport de recherche PAREA, Trois-Rivières, Collège La flèche, 204 p, 2001.
- [15] A. EL HAJJAMI, A. EL MOKRI, L. AJANA and A. CHIKHAOU, « Approches analytiques de logiciels d'apprentissage des sciences physiques », Colloque Enseignement et Recherche en didactique des sciences « ERDS 2000 », p. 49-58.
- [16] F. POYET and M. DRECHSLER, « Impact des TIC dans l'enseignement : une alternative pour l'individualisation ? », Dossier d'actualité N° 41, Janvier 2009.
- [17] L. DUBOIS, « Apport des TIC en sciences », *L'Educateur*, N° 7, 2009.
- [18] H. RATOMPOMALALA, E. BRUILLARD and J. RAZAFIMBELO, « Quelle formation en TIC, quelles utilisations en classe des professeurs de physique et chimie ? Une étude en France », *Recherches en Didactique des Sciences et des Technologies*, pp. 53-85, 2012.
- [19] P. CLEMENT, « Introducing the cell concept by both animal and plant cells: a historical and didactic approach », *Science & Education*, 16, p.423-440, 2007.
- [20] P. CLEMENT, « Sur la persistance d'une conception : la tuyauterie continue digestion excrétion », *Aster*, N°13, pp. 133-155, 1991.
- [21] P. CLEMENT, « Epistemological, didactical and Psychological obstacles: The example of digestion/excretion », In Science Education Research in the knowledge-based society: *Proceedings ESERA*, pp. 347-349, 2001.
- [22] P. CLEMENT, « Situated conceptions and obstacles: The example of digestion/excretion » In Science Education Research in the Knowledge-Based Society, pp: 89-97, 2003.
- [23] S. HRAIRI, « Formes et fonctions des expériences dans l'enseignement de la biologie : cas de la digestion dans le curriculum tunisien », Thèse de doctorat, Université de Tunis, Tunisie, 2003.
- [24] W. IRAQI, N. AMEZIANE, R. OUAKKA, N. BELFAQIR, A. KOUKOUCH, and T. HASSOUNI, « Acquisition des concepts du système digestif par les jeunes apprenants », *International Journal of Innovation and Scientific Research*, p. 308-313, 2017.
- [25] B. DARLEY, « L'enseignement de la démarche scientifique dans les travaux pratiques de biologie à l'université. Analyses et propositions ». Thèse de Doctorat, Université de Grenoble 1, France, 1994.
- [26] JL. BEC and D. HAVRE, « Le système nerveux dans le programme de biologie: Quel(s) concept(s) veut-on enseigner ? », *Tréma*, p. 9-10, 1996.
- [27] M. PACCAUD, « Les conceptions comme levier d'apprentissage du concept de respiration », *Aster*, pp. 13, 35-58, 1991.
- [28] H. BENDAOU, « Comment les enseignants du cycle 3 font évoluer les représentations de leurs élèves en sciences », *Education*, 2012, dumas-00762104.
- [29] J. VUALA, « Le rôle d'un dessin animé dans l'évolution des conceptions des élèves sur la respiration », *Aster*, pp. 13, 7-34, 1991.
- [30] R. BIBEAU, « Les TIC à l'école : proposition de taxonomie et analyse des obstacles à leur intégration », *EpiNet : Revue électronique de l'EPI*, Paris, Octobre, 2005.

A numerical model of cocoa beans drying kinetics in an indirect solar and air crossing dryer

Aka S. Koffi¹, N'Goran Yao¹, Kouakou Konan², Denis Bruneau³, Adama Traore⁴, Kadjou A. Diby¹, and Joseph K. Saraka²

¹Énergie et Innovation Technologique (EnIT), Laboratory of Physics of Condensed Matter and Technology,
University of Félix Houphouët-Boigny / UFR Sciences of the Structures of Matter and Technology,
22 B P 582Cocody Abidjan, Côte d'Ivoire

²Electricité et conversion d'énergie (ECEn),
Institut National polytechnique Félix Houphouët-Boigny (INPHB) Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

³12M department TREFLE, University of Bordeaux / 2M -UMR 5295,
33405 Talence Cedex, France

⁴PROMES Laboratory CNRS, University of Perpignan / UPR 8521,
Rambla de la thermodynamique, 66000 Perpignan, France

Copyright © 2018 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: Cocoa beans moisture content behavior during drying in natural convection was estimated by integration of differential semi-empiric equation and mass flow formula. The new model was found to give better result (correlation coefficient is 0.97) respectively under experimental condition (55, 70 and 105°C), solar dryer, and sun drying. In addition, knowing that the drying kinetic was inversely dependent on the temperature, we have found the high drying temperatures lead to shortening of drying phases. Finally we conclude that the exponential two-member function is the improved model to describe falling drying rate.

KEYWORDS: cocoa drying; drying kinetics; moisture contents; modeling.

1 INTRODUCTION

The process of cocoa drying takes place in 3 phases. The first phase is very short and is characterized by gradual increase of beans temperature [2]. During this phase heat allows rapid evacuation of beans (pulp and shell) free water, then increase the drying kinetic. In the second phase, the temperature of the beans is stabilized because all supplied drying energy is expended in water evaporation. During this step, drying front moves from the outer surface of the shell to inside beans and the drying rate remains constant. The last and the longest phase is characterized by an increase of the temperature of the product and a decrease in the drying rate [2,3]. The duration of the last step, the high temperature, may cause the degradation of the quality of the product [4]. The free fatty acids (FFA) contained in the cotyledon are generally not modified in the drying process, they constitute cocoa butter [5] and are essential for making chocolate [6]. However, drying reduces water content in beans, evaporates the volatile acidity (acetic acid) and fixes the flavors by stopping chemical changes in the amino acids and polyphénols [7, 8].

The quality of drying process depends respectively on the air velocity, the hygrometry, and the temperature of the drying air [4], [9-13]. Nevertheless, drying air temperature is the most important drying parameter because its increase leads to faster of drying, but also trapping of acidity in the cotyledon. In addition, temperatures above 60 °C can stop bean browning and

considerably reduce antioxidants and polyphénols. Therefore, to have good drying processes, the temperature value must be adapted to the behavior of the product.

Considering the problems of optimum drying temperature mentioned above, this study focuses on the development of a new numerical model to predict evolution of beans moisture taking into account time and temperature. Most of studies solved the diffusion model for describing the evolution of beans moisture during drying [7, 12], [14–16].

Alean [7] solved it numerically and obtained different average absolute deviation value for each temperature, namely 21.8 % for 40°C, 29.3 for 50°C and 27.2% for 60°C. Hii [15] obtained a prediction between 98% and 99% by modeling the evolution of the moisture content day to day for sun and different temperatures (60°C, 70°C and 80°C). Hii [12], and Koua [16] used the solution proposed by Crank [17].

However, to solve diffusion model equation, the simplification hypotheses are to consider conservation of initial shape of the product and homogenization of moisture extract [18]. The initial moisture of the product must be also uniform [19]. The high beans moisture content after fermentation (55% moisture basis) induced deformation during drying, taking into account the change of form in diffusion model is very difficult.

The aim of this study is to use a behavior model to predict moisture modification during drying. Thus, this paper presents the use of mass flow equation to predict the drying of cocoa beans in three conditions: artificial drying (AD), direct solar drying (DSD), and indirect solar drying (ISD).

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 RAW MATERIALS

Cocoa bean pods were harvested and stored for 5 days. On the 6th day, pods were opened with a piece of wood similar to the method in rural areas. Two kind of cocoa fermenter were manufactured with wooden material: an experimental cylindrical fermenter (FCR) base radius $r = 0.28\text{m}$ with 1.44 m of height [20], and classic wood box fermenter whose dimension are $0.55 \times 0.55 \times 0.55\text{ m (L*I*H)}$. In each fermenter, 150 kg of healthy fresh beans were fermented. Beans were turned regularly during fermentation. Finally, after 6 days, they were taken out to be dried.

2.2 STUDY DRYING PROCESSES

The drying changes the moisture content of the beans at the end of the fermentation, from 1.22 in dry basis (~55% moisture basis) to 0.08 in dry basis (~7.5% moisture basis) to reach the hygroscopic equilibrium [21]. Three experiments were performed, one in the laboratory for artificial drying and the two others on the test site (Côte d'Ivoire, Mbrimbo).

2.2.1 ARTIFICIAL DRYING (AD)

The sample of fermented beans were dried in desiccators (MB C120, PCE) (Fig. 1) using three temperatures: 55°C, 70°C and 105°C, for 25% relative humidity. Heat was generated by two halogen heaters ($\lambda = 118\text{ mm}$), and weight was measured each second with automatic balance of dryer. Mass loss was stopped about 7 hours or 13 hours, only after hygroscopic equilibrium is reached with surrounding air.

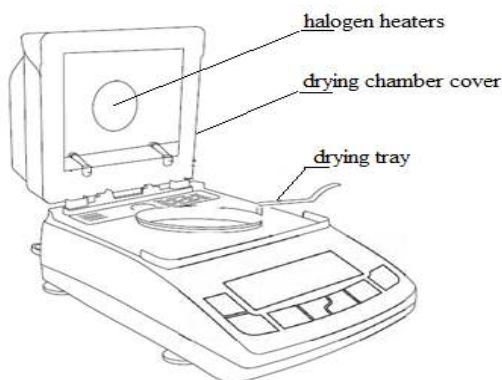


Fig. 1. Schematic diagram of the artificial drying equipment

2.2.2 DIRECT SUN DRYING (DSD)

Beans from each fermenter were spread thinly on a woven rattan tray. The drying surface area, $(0.98 \times 0.95) \text{ m}^2$ (L*I) was raised 1.5 m above ground level. The wind can flow through the beans by natural convection. Mixing of beans took place twice daily during weighing. Drying starts at about 9:00 a.m UTC and finishes at 5:00 p.m UTC, during 7 days. Throughout this period, daily solar radiation ranged between 300 W/m^2 and 800 W/m^2 , ambient air temperature ranges from 25°C to 34°C , ambient air relative humidity ranged 80% to 57%, and wind from 0 to 2 m/s. At night, the beans were covered with black plastic and ambient temperature was 22°C and humidity 97%. Drying parameters ($T^\circ\text{C}$, RH%, wind direction and speed, solar radiation, dew point, barometric pressure, heat index and rain rate) were measured by a weather station (Vantage Pro2Plus, DAVISINSTRUMENTS).

2.2.3 INDIRECT SOLAR DRYING (ISD)

Indirect solar drying uses the same process as direct sun drying and drying was stopped by hygroscopic equilibrium. But for ISD, drying temperature ranged from 35°C to 45°C , relative humidity range from 33% to 65% and air flow between 0.04m/s to 0.06 m/s. At night, air temperature ranged from 27°C to 24°C and humidity between 75% to 90%. Drying parameters were measured during process. Temperatures at each drying tray by thermo-hygrometric data logger (EL-USB-2+, LASCAR) with a resolution of $0.3^\circ\text{C}/2\%\text{RH}$ and air flow by hotwire anemometer with a resolution of 0.01m/s (hot-wire WIMESURE). This prototype was manufactured by EnIT (Côte d'Ivoire, Abidjan) for experimentation. The collector surface size is 2m (width) $\times$ 4.62m(length), the drying chambers size is 2m (width) $\times$ 1.21m (length) $\times$ 1m (height). The air enters by natural convection and redirected by fins at the outlet of the collector (Fig. 2).

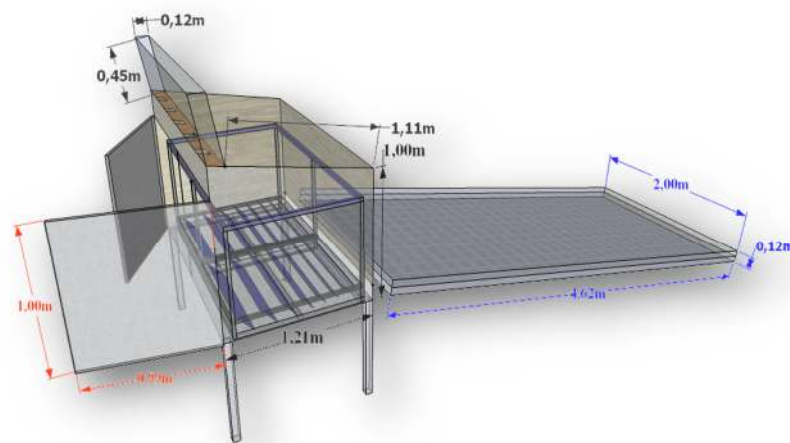


Fig. 2. Schematic of the experimental drying equipment [22]

2.3 DRYING MODELING FORMULA

Each sample was taken at the end of the drying and each dry mass was determined after 24 hours at 105°C in the moisture analyzer. The drying rate at each moment during experimentation was calculated by the following formula (see Eq. 1) [19], [23],

$$F_m = -\rho_s * e_s \frac{dW}{dt} \quad (1)$$

where W is beans moisture in dry basis, ρ_s is the dry product density, and e_s is the thickness of the product layer.

2.4 OPTIMIZATION AND DATA FITTING TOOLS

A software QtiPlot 0.9.8.9 was used to analyze experimental data and perform comparison between values obtained experimentally ($Fm_{exp.i}$) and prediction model value ($Fm_{mod.i}$). The highest values of R^2 (see Eq. 2) and the lowest value of RMSE (Root Mean Square Error) (see Eq. 3), RSS (Residual Sum of Squares) (see Eq. 4) and χ^2 (chi-square) (see Eq. 5) were used to select the best model for describing moisture course,

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_1^n (Fm_{exp.i} - Fm_{mod.i})^2}{\sum_1^n (Fm_{exp.i} - \bar{Fm}_{exp})^2} \quad (2)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n (Fm_{exp.i} - Fm_{mod.i})^2 \right]} \quad (3)$$

$$RSS = \sum_{i=1}^n (Fm_{exp.i} - Fm_{mod.i})^2 \quad (4)$$

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Fm_{exp.i} - Fm_{mod.i})}{n - N} \quad (5)$$

where $\overline{Fm}_{exp}$ is the average of experimental values, n is the number of measurement points during one experience and N is the number of constants of the model expression.

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 DSD AND ISD DRYING KINETICS

The moisture contents rate curves versus time for DSD and ISD drying are shown in Fig 3. Moisture decreases continuously with drying time. The first day, kinetic is more important, this shows free water quantity is considerable on the test a of bean [24]. For the second and third days kinetic is less important. From fourth day, drying kinetic becomes constant. This modification may be explained by equilibrium of moisture between the beans and the surrounding drying air [10]. Globally in both dryer, changes are the same, and showed no recovery of water during the night.

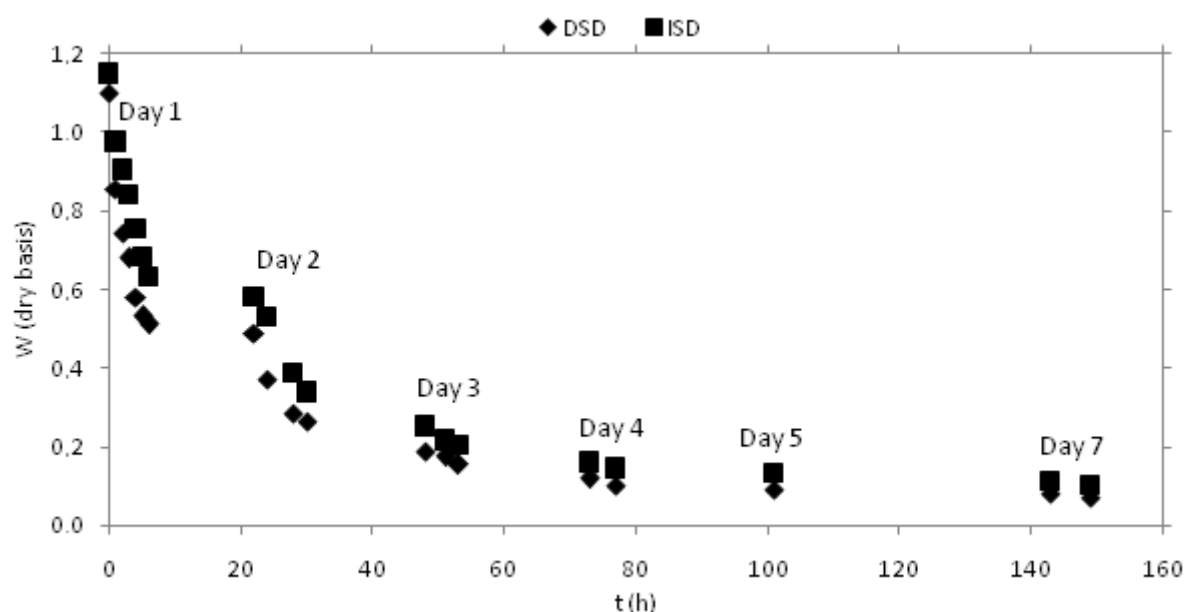


Fig. 3. Cocoa beans Moisture contents rate curves for DSD and ISD different temperatures

3.2 DRYING KINETIC MODEL BUILDING

3.2.1 MOISTURE KINETIC

The initial moisture is 1.041 ± 0.015 dry basis ($51 \pm 1.4\%$ moisture basis). In Fig. 4 at the beginning of experiment (first 3h) it is observed a decrease of the moisture content in artificial dryer at constant temperature. This observation is also reported by Alean Hii [7], and [15]. After 3h, a progressively reduction of moisture appears to obtain the equilibrium moisture ($W_{bs}=0.08$ [25]). This experiment was repeated three times at different temperatures. For each experiment (at different temperature) the dry times are:

10 hours for $T=55^\circ\text{C}$, 5 hours for $T=70^\circ\text{C}$, 3 hours for $T=105^\circ\text{C}$.

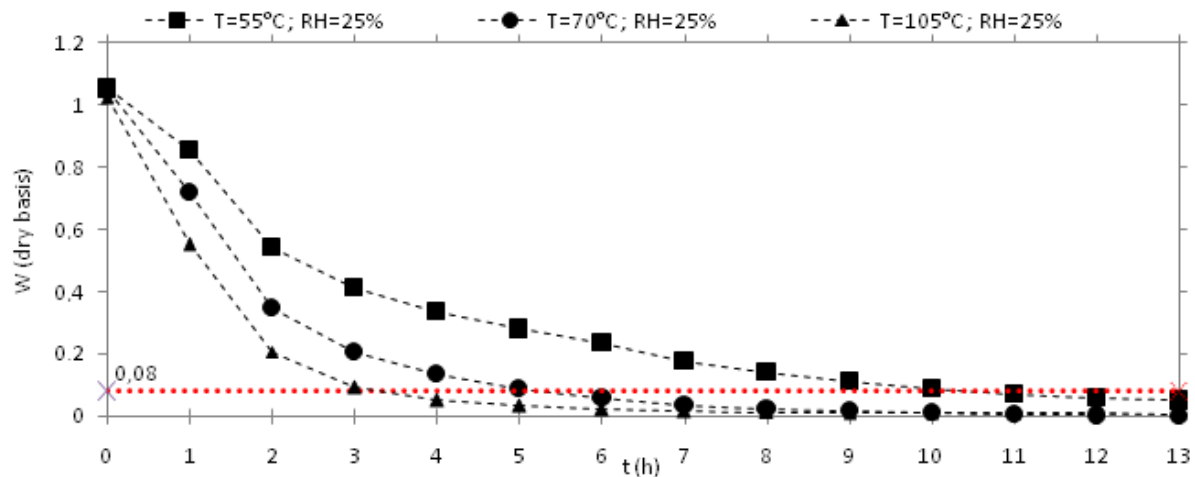


Fig. 4. Cocoa beans Moisture contents rate curves for 3 different temperatures.

3.2.2 DRYING KINETIC BY USING MASS FLOW FORMULA

Fig.5 shows experimental drying rate at different temperatures. It is observed three phases for each temperature and a shortening of each phase duration when the temperature increases. Each point of measurement corresponds to 5 mn. The drying rates increment beginning up initial moisture (1.041) to 0.895 (d.b.) within 25 mn, to 0.887 (d.b.) within 15 mn and to 0.761 (d.b.) within 10mn, respectively for 55°C, 70°C and 105°C. Beyond drying remains constant for a very short time (about 7 mn) for three temperatures. During the last phases, drying rate decreases and values are very close at the end of process. These results are in agreement with previous observation of foods drying [2], [11], [15], [26]. For each drying phases, higher of drying temperature induce shorter and stronger in evolution mass flow course. This is probably caused by dependence of moisture diffusion to temperature [4], [27].

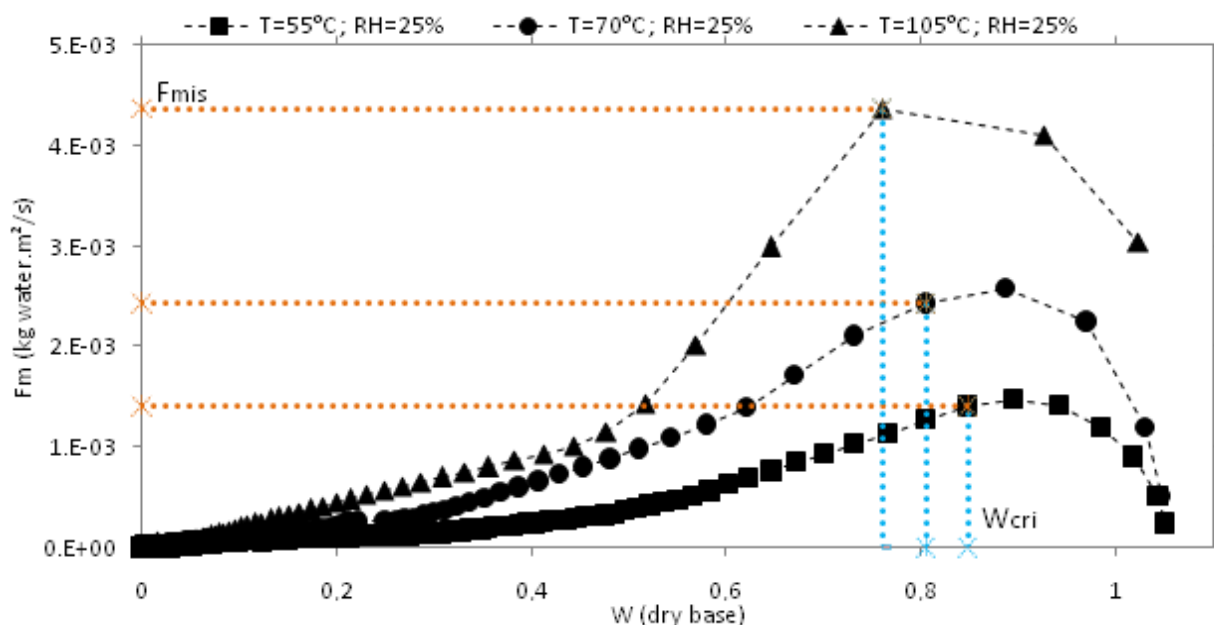


Fig. 5. Drying rate curves for 3 treatments in artificial dryer

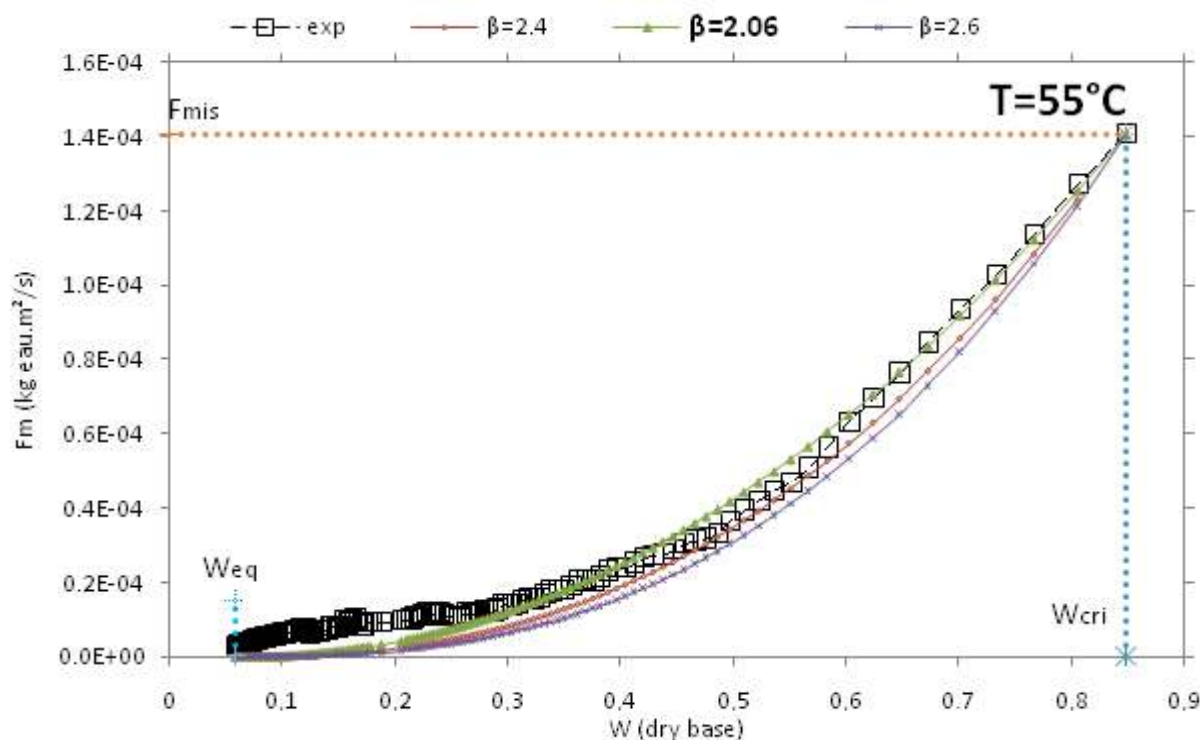
Identification of drying constant phase (isenthalpic phase) makes it possible to write drying rate as the following equation (see Eq. 6) and make graphic identification of formula parameters with Fig.5.

$$F_m = F_{mis} \left(\frac{W - W_{eq}}{W_{cri} - W_{eq}} \right)^\beta \quad (6)$$

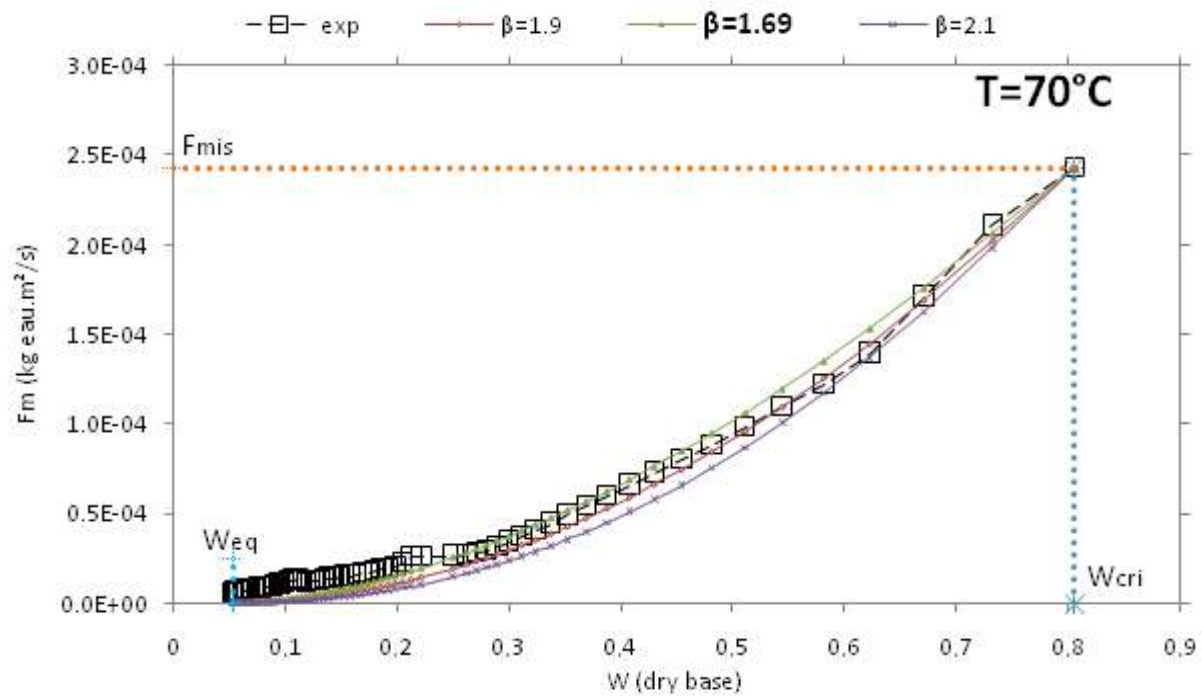
In this formula F_{mis} is the isenthalpic mass flow and its value corresponds to end value of second drying phase. W_{cri} its moisture at the end of isenthalpic phase. Both values are determined visually by the point where curves of drying rate jump from substantially constant to continuous decrease. The orthogonal projection of this point on F_m axis give F_{mis} and the orthogonal projection on W axis give W_{cri} . W_{eq} is equilibrium beans moisture, it also determinate visually by the orthogonal projection of F_m on W axis when value drops below $1.10^{-5} \text{ kg water} \cdot \text{m}^2/\text{s}$. The last parameter (β) corresponding to beans resistance under the drying condition and value is adjusted to have very close mass flow values between theoretical (Eq. 12, with previous parameters values) and experimental data (Fig.6). Values of the mass flow formula parameters are shows in Table 2. The new formula of drying rate can be writing like following (see Eq. 7).

$$\left. \begin{aligned} F_m &= F_{mis} \text{ for } W > W_{cri} \\ F_m &= F_{mis} \left(\frac{W - W_{eq}}{W_{cri} - W_{eq}} \right)^\beta \text{ for } W < W_{cri} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

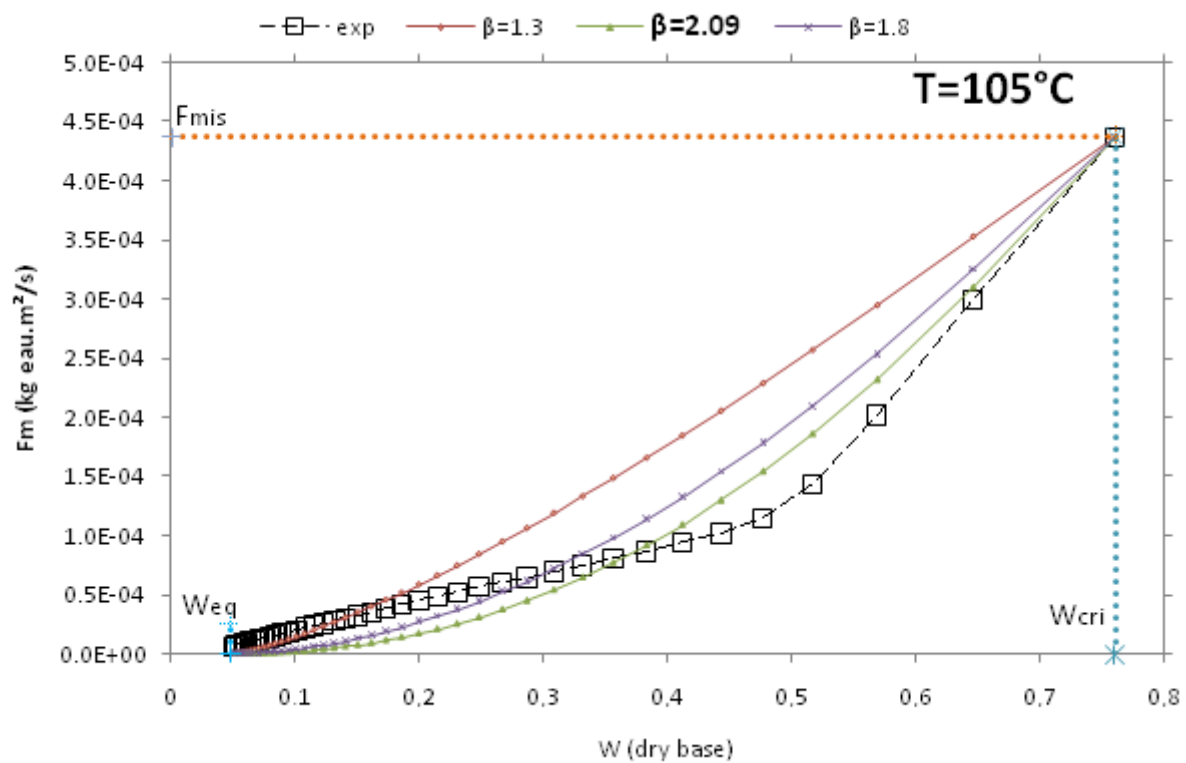
The best value of β for each temperature is determinate in Fig.6. It can observed for 55°C and 70°C modification of β value lead to reach a best agreement between each experimental point and model prediction. But for 105°C prediction were not upgrade by β values.



(a)



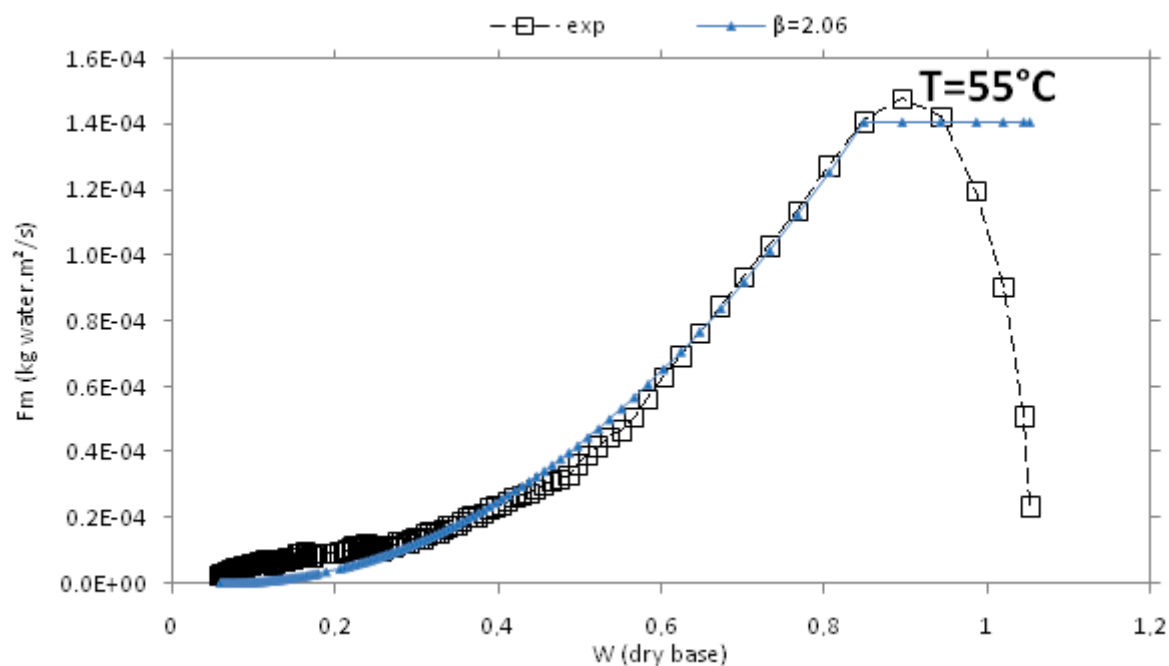
(b)



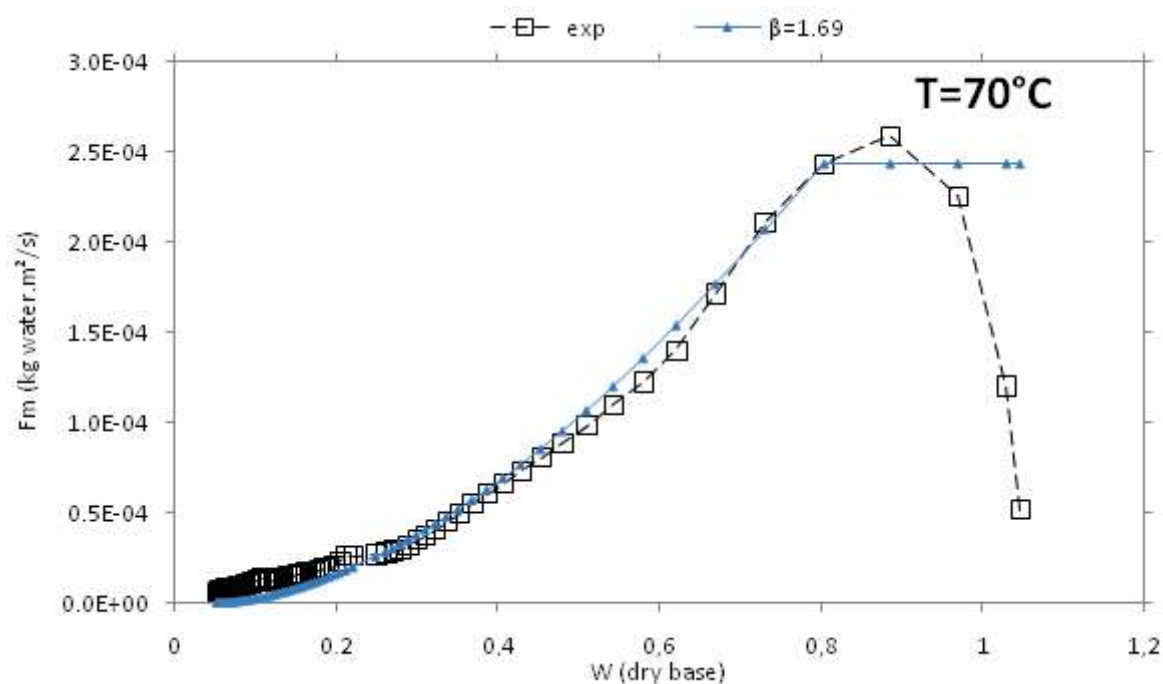
(c)

Fig. 6. Determination process of β of mass flow model for each temperature: $\square$ experimental data, $*$ predict data according β value: (a) 55°C , (b) 70°C , (c) 105°C

Mass flow model (see Eq. 7) give close value between experimental and calculate result in each temperature in the drying phase 3, except for 105°C (Fig.7 and Table 2). Mass flow formula was not appropriate to predict drying kinetic for temperature above 70°C.



(a)



(b)

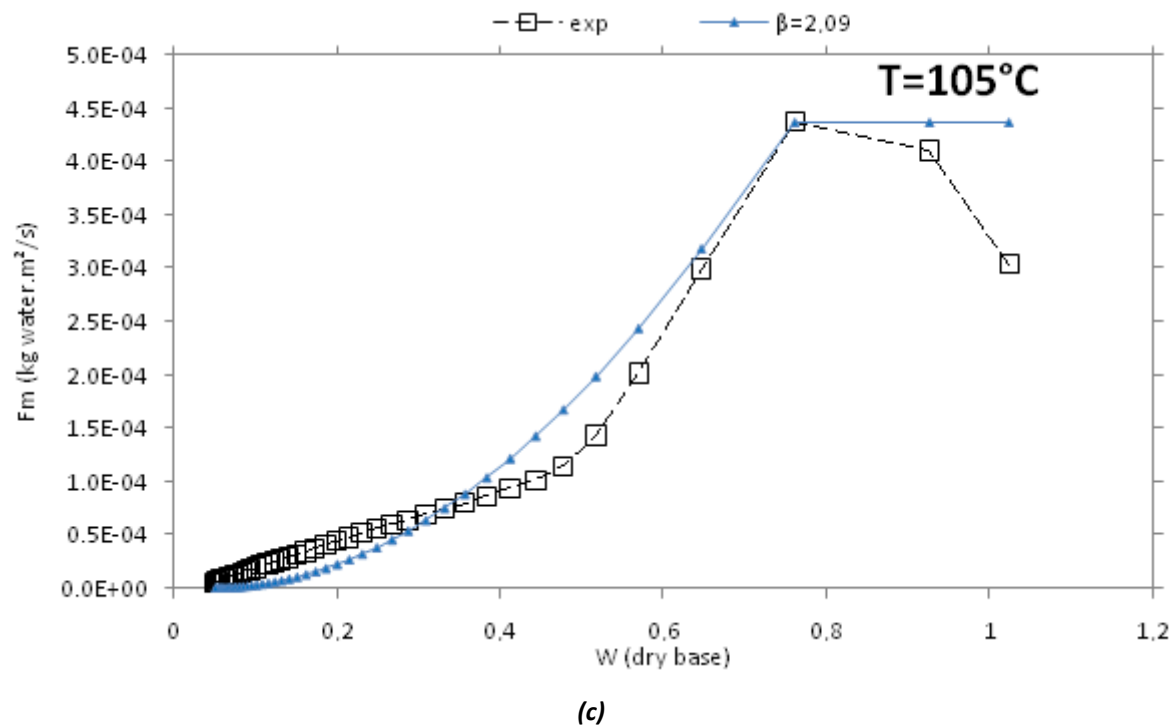


Fig. 7. Experimental and analytic drying rate curves for each temperature: (a) 55°C, (b) 70°C, (c) 105°C

3.2.3 DRYING KINETIC BY USING SEMI EMPIRIC MODEL

The falling drying kinetics curve (where $F_m < F_{mis}$) is modeling by ten semi empirical model formula (Table 1) based on the moisture content (W) and time (t) and used classically on thin layer drying. These models are used to fit only experimental data and f is mass flow and x is moisture.

Table 1. Semi empirical models most used in drying kinetics [10], [12]

Name and references model	Expression	Eqs. number
Logarithmique [28]	$f(x)=a\exp(-kx)+b$	(8)
Newton [29]	$f(x)=\exp(-kx)$	(9)
Page [30]	$f(x)=\exp(-kx^n)$	(10)
Henderson and Pabis [31]	$f(x)=a\exp(-kx)$	(11)
Two-term[32]	$f(x)=a\exp(-kx)+b\exp(-hx)$	(12)
Two term exponential [33]	$f(x)=a\exp(-kx)+(1-a)\exp(-kax)$	(13)
Diffusion approach[34]	$f(x)=a\exp(-kx)+(1-a)\exp(-kbx)$	(14)
Wang and Sing [35]	$f(x)=1+ax+bx^2$	(15)
Verma <i>et al.</i> [36]	$f(x)=a\exp(-kx)+(1-a)\exp(-gx)$	(16)
Midilli <i>et al.</i> [37]	$f(x)=\exp(-kx^n)+bx$	(17)

Results (parameters and statistical analysis) of drying rate modeling after using formulas of Table 1 on part of curve for each temperature (55°C, 70°C and 105°C) are shown in Table 2. It presents highest R^2 values (0.988 to 0.995), the lowest χ^2 ($4.32 \cdot 10^{-10}$ to $2.39 \cdot 10^{-9}$), the lowest RMSE ($1.63 \cdot 10^{-5}$ to $4.89 \cdot 10^{-5}$), and the lowest RSS ($2.59 \cdot 10^{-8}$ to $8.36 \cdot 10^{-8}$) for Two-term model.

Table 2. Result of fitting analyzes of last drying rate phases for each temperature with constant relative humidity at 25%

Model	T°C	Parameters					Statistical analysis			
		Fmis *10 ⁻³	β	Wcri	Weq		R ²	RMSE *10 ⁻⁵	RSS *10 ⁻⁷	ki ² *10 ⁻⁹
Mass flow	T=55	1,41	2,06	0,848	0,059		0,957	4,55	2,71	2,07
	T=70	2,43	1,69	0,805	0,053		0,972	6,90	3,00	4,77
	T=105	4,37	2,09	0,760	0,048		0,941	20,1	15,8	40.5
Semi-empiric models										
		a	b	h	k	n	R ²	RMSE *10 ⁻⁵	RSS *10 ⁻⁷	ki ² *10 ⁻⁹
2 Termes	T=55	9,05E-04	-8,79E-04	-2,88	-3,02	-	0,995	1,63	34.0	0.26
	T=70	6,81E-02	-6,81E-02	-2,05	-2,06	-	0,998	2,08	25.9	0.43
	T=105	1,96E-04	-4,42E-04	17,30	-3,95	-	0,988	4,89	83.6	2,39
Hederson and Pabis	T=55	4,13E-05	-	-	-4,37	-	0,992	2,04	0.54	0.41
	T=70	9,75E-05	-	-	-4,29	-	0,983	5,46	1,85	2,98
	T=105	1,47E-04	-	-	-4,55	-	0,963	8,31	2,55	6,90
Logarithme	T=55	5,75E-05	-3,39E-05	-	-3,95	-	0,994	1,71	0.38	0.29
	T=70	2,36E-04	-2,21E-04	-	-3,14	-	0,997	2,18	0.29	0.48
	T=105	4,70E-04	-4,24E-04	-	-2,74	-	0,978	6,55	1,54	4,29
Page	T=55	-	-	-	6,34	-0,29	0,953	4,74	2,93	2,25
	T=70	-	-	-	5,80	-0,25	0,974	6,76	2,84	4,57
	T=105	-	-	-	5,83	-0,18	0,953	9,38	3,26	8,80

According Table 2, the best model was chosen (see Eq. 12) and moisture changes was determined through equation (see Eq. 19) by using Euler numeric method for each temperature (55°C, 70°C and 105°C)

$$F_m = a * \exp[-k * w(t)] + b * \exp[-h * w(t)] \quad (18)$$

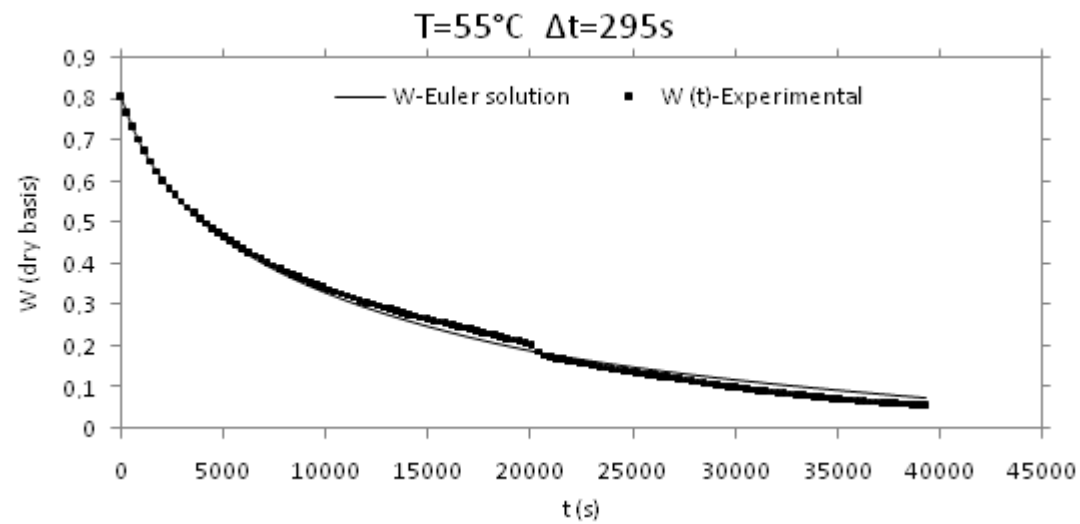
$$(\text{see Eq. 1) and (see Eq. 18)} \rightarrow \frac{dw}{dt} = -\frac{1}{\rho_s * e_s} [a * \exp[-k * w(t)] + b * \exp[-h * w(t)]] \quad (19)$$

For the numerical solution of Eq. 19, and in order to express moisture content in beans, we use Euler method. Experimental moisture and Euler solution values are very close (Fig. 8). Numerical solution was fitted with logarithm (see Eq. 20), and all parameters (a , b) were analyzed to create a relation with temperature. This approach leads to a single formula for all temperatures.

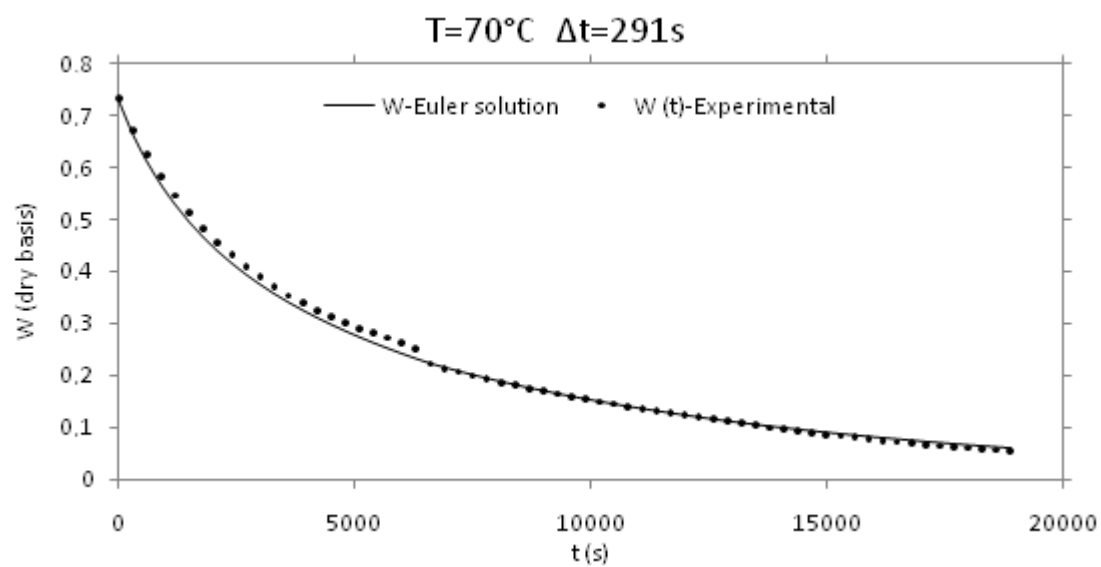
$$w(t) = a * \ln(t + cst) + b \quad (20)$$

The final expression of moisture (new semi empirical model) which takes into account drying time and temperature has been found (see Eq.21).

$$w(t, T_\infty) = \left(\frac{5.729}{T_\infty + 273.15} - 0.224 \right) * \ln(t + 1025.62) + \frac{2.18 * 10^6}{(T_\infty + 273.15)^2} - \frac{1.18 * 10^4}{T_\infty + 273.15} + 17.963 \quad (21)$$



(a)



(b)

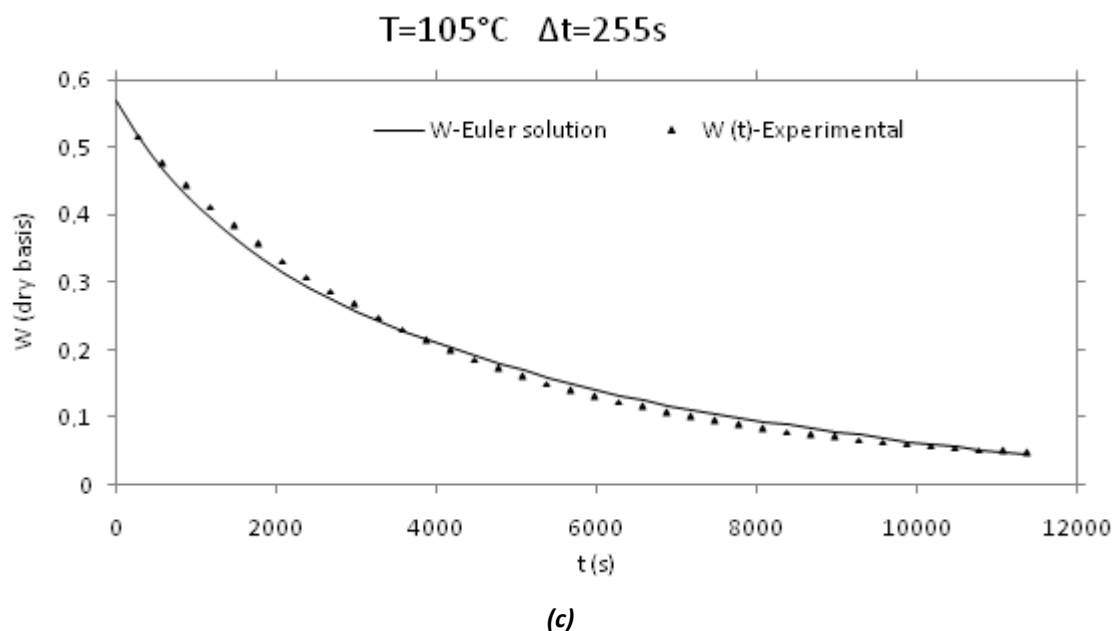
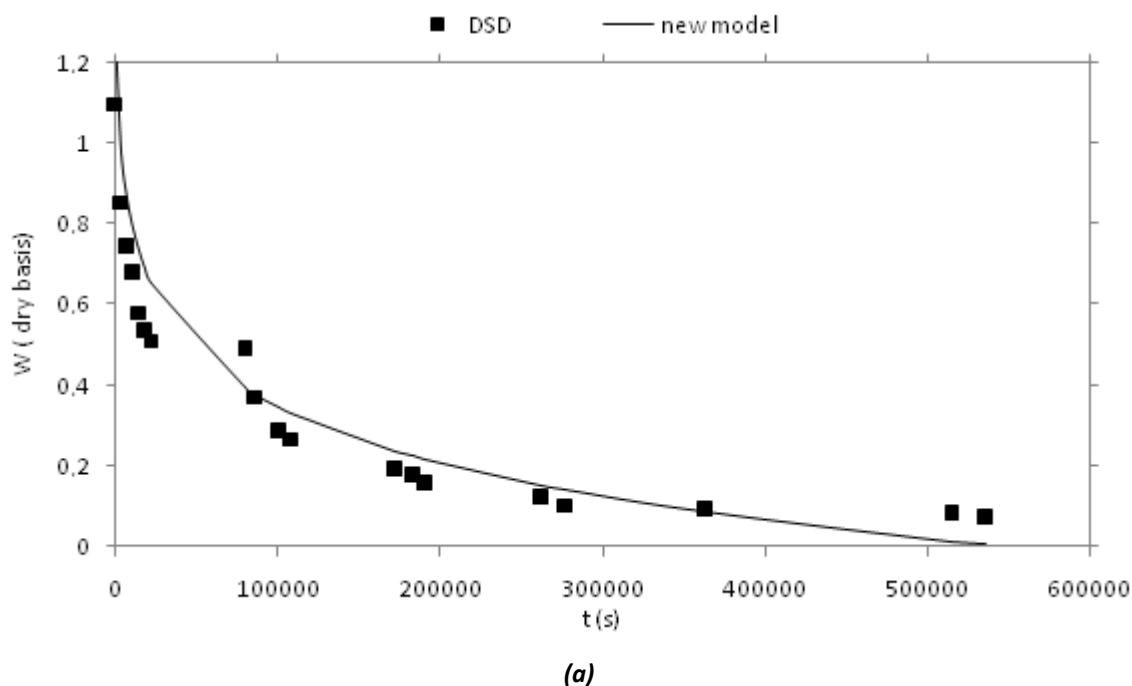


Fig. 8. Moisture numerical solution: (a) 55°C , (b) 70°C , (c) 105°C

3.3 COMPARISON OF EXPERIMENTAL AND MODEL RESULTS

Moisture model values are as indicated by the solid lines in Fig. 9, experimental values for direct sun drying (DSD) and indirect solar drying (ISD) are as shown by squares. Model profiles fit well the experimental data. The new model was able to predict cocoa moistures variation for indirect and direct drying with good precision (R^2), 97.40% for DSD and 97.13% for ISD. The same prediction has been reported by Clement[10] with logarithmic drying model on beans under only ambient conditions (DSD). A capacity of prediction of 98% has been found with a modification of drying model 2 terms by Hii [12] but its model doesn't take into account the temperature above 80°C . The new semi empiric model gives an excellent result in natural convection for artificial, direct and indirect drying.



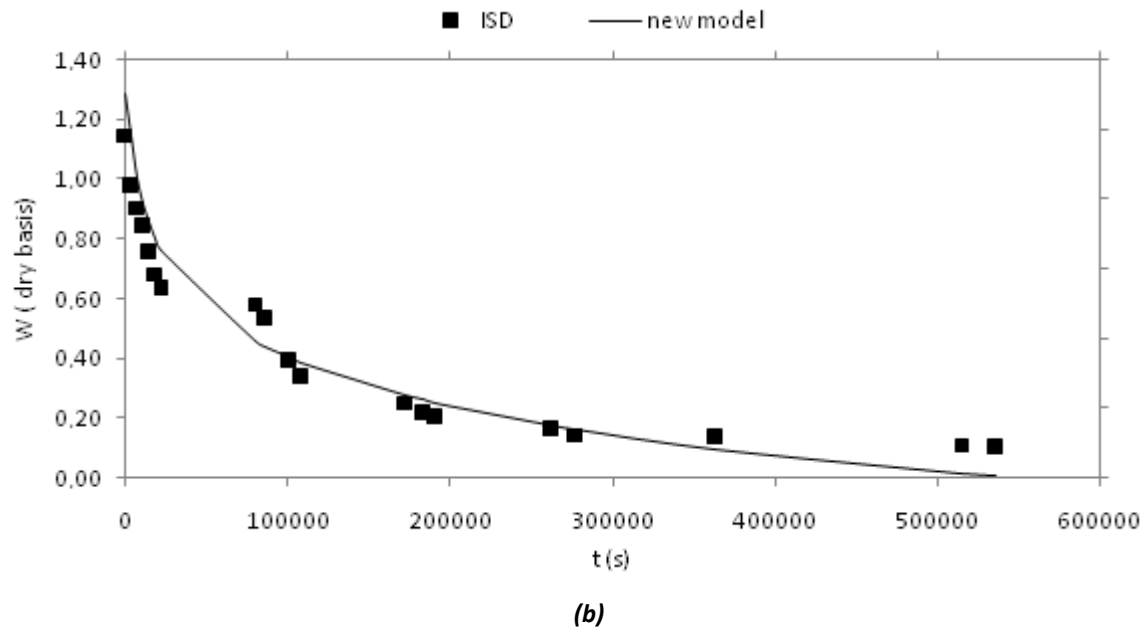


Fig. 9. Comparison of experimental moisture and new model prediction in DSD (a) and ISD (b)

4 CONCLUSION

The present study shows the use of the mass flow curve for modeling moisture content. Our drying model can reproduce the experimental evolution of moisture, in artificial dryer at constant temperature, and in real condition of drying (sun drying or indirect solar dryer) with an accuracy of 97%. It can be applied to assess one parameter (moisture of beans, time of drying and drying temperature) by knowing two others and it can be used in automatic cocoa dryers. Beans drying temperature increase induces shorting of drying phases. Future studies shall explore artificial neural network to improve model design in forced air convection.

NOMENCLATURE

F_m	Masse flow (kg/m^2s)
F_{mis}	Isentalp masse flow (kg/m^2s)
m	Masse of sample (kg)
S	exchange surface (m^2)
T	Temperature ($^{\circ}C$; K)
V	Volume of product (m^3)
W	Moisture content ($kgwater/kgdryproduct$)
t	Time (h ; s)

Symbols

α	Compactness (m^{-1})
β	Expansion or volumetric shrinkage
ρ	Density (kg/m^3)

Subscripts

cri	Critical value
ds	Dry solid basis
eq	Equilibrium value
exp	Experimental value
i	Data at any moment
mod	Model value
s	Dry product
∞	Drying air

REFERENCES

- [1] D. H. Ouattara, H. G. Ouattara, B. G. Goualie, L. M. Kouame, et S. L. Niamke, « Biochemical and functional properties of lactic acid bacteria isolated from Ivorian cocoa fermenting beans », *J. Appl. Biosci.*, vol. 77, p. 6489–6499, 2014.
- [2] J.-F. Rozis, *Drying of agricultural products. Techniques, procedures, equipment*. Groupe de Recherches et d'Échanges Technologiques (GRET), 1995.
- [3] A. Bart-Plange et E. A. Baryeh, « The physical properties of Category B cocoa beans », *J. Food Eng.*, vol. 60, n° 3, p. 219–227, 2003.
- [4] S. Jinap, « Organic acids in cocoa beans-a review », 1994.
- [5] Y. Hamdouche, « Discrimination des procédés de transformation post-récolte du Cacao et du Café par analyse globale de l'écologie microbienne », Montpellier SupAgro, 2015.
- [6] T. S. Guehi *et al.*, « Impact of cocoa processing technologies in free fatty acids formation in stored raw cocoa beans », *Afr. J. Agric. Res.*, vol. 3, n° 3, p. 174–179, 2008.
- [7] J. Alean, F. Chejne, et B. Rojano, « Degradation of polyphenols during the cocoa drying process », *J. Food Eng.*, vol. 189, p. 99–105, 2016.
- [8] V. Quesnel et K. Jugmohunsingh, « Browning reaction in drying cacao », *J. Sci. Food Agric.*, vol. 21, n° 10, p. 537–541, 1970.
- [9] A. Bravo et D. R. McGaw, « Fundamental artificial drying characteristics of cocoa beans », *Trop. Agric. Trinidad Tobago V 51 3 P 395-406*, 1974.
- [10] A. D. Clement, A. N. Emmanuel, P. Kouamé, et Y. K. Benjamin, « Mathematical modelling of sun drying kinetics of thin layer cocoa (*Theobroma cacao*) beans », *J. Appl. Sci. Res.*, vol. 5, n° 9, p. 1110–1116, 2009.
- [11] M. O. Faborode, J. F. Favier, et O. A. Ajayi, « On the effects of forced air drying on cocoa quality », *J. Food Eng.*, vol. 25, n° 4, p. 455–472, 1995.
- [12] C. Hii, C. Law, et M. Cloke, « Modeling using a new thin layer drying model and product quality of cocoa », *J. Food Eng.*, vol. 90, n° 2, p. 191–198, 2009.
- [13] T. M. Kyi, W. R. W. Daud, A. B. Mohammad, M. Wahid Samsudin, A. A. H. Kadhum, et M. Z. M. Talib, « The kinetics of polyphenol degradation during the drying of Malaysian cocoa beans », *Int. J. Food Sci. Technol.*, vol. 40, n° 3, p. 323–331, 2005.
- [14] C. Hii, C. Law, et M. Law, « Simulation of heat and mass transfer of cocoa beans under stepwise drying conditions in a heat pump dryer », *Appl. Therm. Eng.*, vol. 54, n° 1, p. 264–271, 2013.
- [15] C. Hii, C. Law, M. Cloke, et S. Suzannah, « Thin layer drying kinetics of cocoa and dried product quality », *Biosyst. Eng.*, vol. 102, n° 2, p. 153–161, 2009.
- [16] B. K. Koua, P. M. E. Koffi, et P. Gbaha, « Evolution of shrinkage, real density, porosity, heat and mass transfer coefficients during indirect solar drying of cocoa beans », *J. Saudi Soc. Agric. Sci.*, 2017.
- [17] J. Crank, *The mathematics of diffusion*. Oxford university press, 1979.
- [18] Y. Jannot, « Du séchage des produits alimentaires tropicaux à la caractérisation thermophysique des solides », *Univ. Bordx. I*, 2006.
- [19] J.-P. Nadeau et J.-R. Puiggali, « Séchage: des processus physiques aux procédés industriels », 1995.
- [20] A. S. Koffi, N. G. Yao, P. Bastide, D. Bruneau, et D. Kadjo, « Homogenization of Cocoa Beans Fermentation to Upgrade Quality Using an Original Improved Fermenter », *Int. J. Biol. Biomol. Agric. Food Biotechnol. Eng.*, vol. 11, n° 7, p. 558–563, 2017.
- [21] R. F. Schwan et G. H. Fleet, *Cocoa and coffee fermentations*. CRC Press, 2014.
- [22] A. S. Koffi, Y. N'goran, K. Konan, J. K. Saraka, et D. Bruneau, « Design, realization and optimisation of a flat-plate solar collector for an indirect dryer of cocoa Beans », *Int. J. Emerg. Technol. Adv. Eng.*, vol. 7, n° 5, p. 114–123, 2017.
- [23] A. Tom, « Contribution au séchage solaire des produits carnés: Modélisation et réalisation d'un séchoir adapté aux pays tropicaux. », Paris, ENSAM, 2015.
- [24] C. Hii, C. Law, et S. Suzannah, « Drying kinetics of the individual layer of cocoa beans during heat pump drying », *J. Food Eng.*, vol. 108, n° 2, p. 276–282, 2012.
- [25] C. Ahouannou, Y. Jannot, É. Sanya, et G. Degan, « Détermination expérimentale et modélisation des isothermes de désorption de produits agricoles tropicaux », *Afr. Sci.*, vol. 6, n° 3, p. 1–17, 2010.
- [26] F. Augier, « Transport d'eau et d'acide en milieu complexe. Application au séchage de la fève de cacao », Montpellier 2, 1999.
- [27] D. Páramo, P. García-Alamilla, M. Salgado-Cervantes, V. Robles-Olvera, G. Rodríguez-Jimenes, et M. García-Alvarado, « Mass transfer of water and volatile fatty acids in cocoa beans during drying », *J. Food Eng.*, vol. 99, n° 3, p. 276–283, 2010.
- [28] İ. T. Toğrul et D. Pehlivan, « Modelling of drying kinetics of single apricot », *J. Food Eng.*, vol. 58, n° 1, p. 23–32, 2003.

- [29] D. Mohapatra et P. S. Rao, « A thin layer drying model of parboiled wheat », *J. Food Eng.*, vol. 66, n° 4, p. 513–518, 2005.
- [30] G. E. Page, « Factors Influencing the Maximum Rates of Air Drying Shelled Corn in Thin layers. », 1949.
- [31] S. Pabis et S. Henderson, « Grain drying theory. II. A critical analysis of the drying curve for shelled maize », *J. Agric. Eng. Res.*, vol. 6, n° 4, p. 272–277, 1961.
- [32] S. Henderson, « Progress in developing the thin layer drying equation », *Trans. ASAE*, vol. 17, n° 6, p. 1167–1172, 1974.
- [33] Y. Sharaf-Eldeen, J. Blaisdell, M. Hamdy, et others, « A model for ear-corn drying. », *Trans. ASAE*, vol. 23, n° 5, p. 1261–1271, 1980.
- [34] R. Rapusas et R. Driscoll, « The Thin-layer drying characteristics of white onion slices », *Dry. Technol.*, vol. 13, n° 8-9, p. 1905–1931, 1995.
- [35] C. Wang et R. Singh, « A single layer drying equation for rough rice », ASAE paper No. 78-3001, 1978.
- [36] L. R. Verma, R. Bucklin, J. Endan, et F. Wratten, « Effects of drying air parameters on rice drying models », *Trans. ASAE*, vol. 28, n° 1, p. 296–301, 1985.
- [37] A. Midilli, H. Kucuk, et Z. Yapar, « A new model for single-layer drying », *Dry. Technol.*, vol. 20, n° 7, p. 1503–1513, 2002.

RETENTISSEMENT PSYCHOLOGIQUE DE LA DREPANOCYTOSE SUR LES PARENTS A LOME

[PSYCHOLOGICAL EFFECTS OF THE SICKLE-CELL SICKNESS ON PARENTS IN LOME]

Kaka KALINA¹, Marodégueba BARMA², Adeline Adeyosola ADENIYI³, Lodegaèna Bassantéa KPASSAGOU⁴, and Koffiwai Yanakou GBATI⁵

¹Psychologue clinicien, enseignant-chercheur, Institut National des Sciences de l'Education (INSE), Université de Lomé, Lomé, Togo

²Psychologue clinicienne au CHU Campus de Lomé, enseignante-chercheuse, Institut National des Sciences de l'Education (INSE), Université de Lomé, Lomé, Togo

³Psychologue clinicienne, SOS Village d'Enfants de Lomé, Lomé, Togo

⁴Psychologue clinicien au CHU Campus de Lomé, Lomé, Togo

⁵Professeur de psychologie, Directeur de l'Institut National des Sciences de l'Education (INSE), Université de Lomé, Lomé, Togo

Copyright © 2018 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 sickle-cell sickness, a genetically-inherited sickness, is characterized by unpredictable painful outbursts and regular admissions to hospital as well.

This current study aims at exploring its psychological effects on the parents whose children are suffering from the sickle-cell sickness. It was carried out at CHU Sylvanus Olympio, a Teaching Hospital, on ten (10) parents, aged between 20 and 50, thanks to a questionnaire on the (BDI-II) nervous depression inventory scale by Beck and a half-structured administration guidebook. The results show that parents' reactions upon the diagnosis announcement are those of surprise, confusion and shock. Next to the discovery of the sickness, the anxiety during the outbursts, the ensuing admissions to hospital and the haunting idea of the child's death overwhelm parents' affection mindset. The target ten (10) parents present mild or moderate symptoms of nervous depression. On the whole, all these parents consider the sickle-cell sickness as a dangerous and fatal one, which causes nothing but worries and expenses.

The parents of the children suffering from the sickle-cell sickness are psychologically deeply affected. It is thereby urgent to integrate the psychological aspect in the assistance schemes as regards the issue of the sickle-cell sickness in Togo.

KEYWORDS: Sickle-cell sickness, psychological effects, consideration, parents, Lomé.

RÉSUMÉ: La drépanocytose, maladie génétique et héréditaire, est caractérisée par des crises douloureuses et imprévisibles ainsi que par des hospitalisations fréquentes.

La présente étude se propose d'explorer son impact psychologique sur les parents d'enfants atteints. Elle a été réalisée au CHU Sylvanus Olympio sur dix (10) parents, âgés de 20 à 50 ans, par le biais d'un questionnaire, de l'Inventaire de dépression (BDI-II) de Beck et d'un guide d'entretien semi-structuré.

Les résultats montrent que les réactions des parents lors de l'annonce du diagnostic sont la surprise, l'incompréhension et l'état de choc. Après la découverte de la maladie, l'angoisse lors des crises douloureuses et les hospitalisations ainsi que l'anticipation anxieuse de la mort de l'enfant, dominent le fonctionnement psychologique des parents. Les dix parents

présentent les symptômes de dépression légère ou modérée. Tous les parents se représentent la drépanocytose comme une maladie grave, mortelle, pourvoyeuse de souffrance et budgétivore.

Les parents d'enfants drépanocytaires sont durement affectés psychologiquement. Il urge donc d'intégrer le volet psychologique dans des programmes de prise en charge de la drépanocytose au Togo.

MOTS-CLEFS: drépanocytose, impact psychologique, représentation, parents, Lomé.

1 INTRODUCTION

La drépanocytose, à l'instar des maladies chroniques, affecte à la fois les malades et leur famille. Dans cet article, nous nous intéressons uniquement aux conséquences de cette maladie sur les parents d'enfants atteints. Nous abordons dans une première partie les aspects épidémiologiques et cliniques de la drépanocytose et dans une seconde ses diverses répercussions sur les parents.

1.1 LA DRÉPANOCYTOSE : ASPECTS ÉPIDÉMIOLOGIQUES ET CLINIQUES

La drépanocytose est la maladie génétique la plus fréquente dans le monde. Chaque année, 300.000 enfants naissent avec la maladie dont les 2/3 en Afrique sub-saharienne [1]. En Afrique, les prévalences des porteurs du gène de la drépanocytose peuvent atteindre 40 % au sein de certaines populations [2], [3].

Au Togo, pays de l'Afrique de l'Ouest, environ 200 000 sujets sont porteurs de la forme majeure de drépanocytose, ce qui fait d'elle un problème majeur de santé publique. La fréquence du gène de l'HbS est estimée à 16,1 %, celle de la drépanocytose homozygote à 1,3 % et celle de la forme double hétérozygote à 2,6 % [4].

La drépanocytose est une maladie héréditaire touchant l'hémoglobine des globules rouges. La diminution de la concentration en oxygène du sang déforme les globules rouges et provoque plusieurs symptômes caractéristiques : une anémie chronique, la sensibilité plus importante aux infections et des crises douloureuses. Les douleurs paroxystiques provoquées par les crises vaso-occlusives sont le symptôme prégnant de la drépanocytose et représentent un enjeu majeur de la prise en charge [5]. Les crises douloureuses et hématologiques exposent à un risque transfusionnel important et une forte susceptibilité aux infections. Il s'ensuit une forte morbi-mortalité enregistrée chez les drépanocytaires. Ainsi, 50 à 80 % des enfants nés en Afrique meurent avant l'âge de 5 ans [6]. En plus de ces manifestations aiguës, la drépanocytose engendre des complications chroniques dégénératives au niveau des organes [7], un retard staturo-pondéral et pubertaire [8].

La drépanocytose se présente sous diverses formes cliniques. La forme hétérozygote AS concerne des individus porteurs de la mutation du gène mais dont la quantité de l'hémoglobine normale est suffisante pour permettre un bon fonctionnement de l'organisme. Ces individus ne sont pas (ou sont très peu) symptomatiques, mais ils peuvent transmettre le gène à leur descendance. Les formes homozygotes SS et hétérozygotes SC et S- β thalassémique sont dits syndromes drépanocytaires majeurs [9].

1.2 LES CONSÉQUENCES PSYCHOLOGIQUES DE LA DRÉPANOCYTOSE SUR LES PARENTS

L'annonce d'une maladie de l'enfant constitue un choc ou un traumatisme psychique pour ses parents, dont les réactions face au diagnostic sont très variables. Certains semblent accepter la maladie, d'autres expriment de la douleur et de la culpabilité peu de temps après l'annonce [10]. Diverses répercussions de la drépanocytose depuis l'annonce de la maladie jusqu'à la mort de l'enfant sont décrites [11].

A l'annonce, les parents réagissent par la panique, l'angoisse et l'inquiétude permanentes. La panique est due aux informations véhiculées dans la société sur l'espérance de vie trop courte des enfants drépanocytaires. La maladie étant chronique, elle modifie le contexte familial. Les parents en général et les femmes en particulier, pensent que cette découverte de la maladie pourrait mettre fin à leur mariage si les membres de la famille en sont informés, à cause des informations parfois erronées. L'angoisse et l'inquiétude s'expliquent en partie par le fait qu'aucun parent n'a pensé à la drépanocytose. Elles sont également liées au caractère chronique et létal de cette maladie dans les milieux à faibles ressources. Par exemple, 73,5 % des parents développent la peur du décès de l'enfant [12].

Devant cette situation et sous la pression des belles-familles, celle de l'homme particulièrement, le divorce est perçu comme la solution pour mettre fin à la malédiction, la femme étant perçue comme celle qui a transmis la maladie [11]. Au

Togo, la drépanocytose est directement responsable de la séparation de 7 couples sur 26 (26,9 %), de la détérioration des relations dans 11 couples sur les 63 qui vivent toujours ensemble (17,5 %) [12]. De plus, les interrogations et les inquiétudes concernant l'avenir de l'enfant créent des tensions familiales et altèrent la qualité de vie du couple [11]. Cependant, même si la tendance générale est de divorcer pour éviter de donner naissance à d'autres enfants drépanocytaires, la plupart des parents ont résisté aux pressions de la communauté en général et de leur famille en particulier. Les parents préfèrent ainsi cacher la drépanocytose à l'entourage familial et gérer seuls la situation pendant ou en dehors des crises, pour éviter la diffusion de l'information au sein de la communauté. La non-révélation à la famille est liée à une perception péjorative de la maladie qu'il faudrait cacher le plus possible pour éviter la discrimination et les jugements négatifs [11]. A l'inverse, certains parents nient d'abord la maladie, ce qui fait qu'en dépit de l'annonce, ils s'obstinent à ne pas fréquenter les structures de prise en charge rendant la survenue des complications et la mort plus probables [11].

Par ailleurs, la maladie affecte la relation parents-enfants et modifie également l'ambiance familiale. Certains parents ont tendance à surprotéger leur enfant malade et à lui manifester plus d'attention qu'aux autres membres de la famille [11]. Au Togo, une étude montre que 88,3 % des parents ont tendance à surprotéger leur enfant et 92,2 % d'entre eux éprouvent de la pitié pour lui [12]. Il en résulte que les frères et sœurs du malade se sentent délaissés et réagissent diversement envers le malade et leurs parents.

L'expérience de la maladie déséquilibre alors la famille et peut y entraîner des dysfonctions, dans la mesure où la maladie de l'enfant devient une affaire de famille [13].

Par ailleurs, la santé des parents est affectée. En effet, ils font l'expérience douloureuse de perte de leur réseau social habituel et se retrouvent isolés et émotionnellement vulnérables [14]. Plus encore, le diagnostic de la drépanocytose, qu'il soit anténatal, néonatal ou plus tardif, est un événement violent pour les parents. Il est souvent synonyme d'une mort précoce de leur enfant et incrimine leur responsabilité dans la transmission de la maladie [15].

Dans ce contexte, l'hospitalisation de l'enfant est un événement stressant pour ses parents [14], qui éprouvent des sentiments et émotions d'insécurité, de solitude, de frustration, d'impuissance, d'incertitude, de peur, de culpabilité, d'inquiétude et d'anxiété [16]. Les résultats d'une étude indiquent que 76,7 % des parents ressentent de la frustration et 82,5 % souffrent de l'insomnie [12]. Il est évident que la maladie crée des exigences particulières qui provoquent la fatigue physique et obligent les membres de la famille à renoncer à leurs activités professionnelles, sociales et personnelles [17].

Il ressort des études que la drépanocytose de l'enfant a des répercussions négatives sur ses parents. Cependant, les aspects psychologique et psychopathologique sont peu abordés au Togo. Notre interrogation porte donc sur les conséquences psychologiques et psychopathologiques de la drépanocytose de l'enfant sur ses parents. En d'autres termes, comment les parents réagissent-ils à la découverte de la maladie de leur enfant ? Quelles sont les perturbations psychiques et relationnelles provoquées par cette maladie ? En réponse à ces questions, nous disons que les parents d'un enfant drépanocytaire manifestent de la souffrance psychologique pendant et après la découverte de la maladie. De plus, la présence d'un enfant drépanocytaire modifie la qualité de la relation au sein du couple parental.

L'étude se propose alors d'explorer l'impact psychologique et psychopathologique de la drépanocytose sur les parents d'un enfant drépanocytaire, afin de faire des propositions de prise en charge appropriée.

2 PARTICIPANTS ET MÉTHODES

L'étude est réalisée au service de Pédiatrie du CHU Sylvanus Olympio (CHUSO) de Lomé au Togo. Le CHUSO est le premier centre hospitalo-universitaire et la référence nationale.

Elle a porté sur dix (10) parents d'enfants drépanocytaires suivis au CHUSO, âgés de 20 à 50 ans. Le tableau 1 ci-dessous fait le récapitulatif de leurs caractéristiques.

Les parents ont été recrutés sur la base de leur consentement éclairé à participer librement à l'étude, en signant une fiche. Ces parents accompagnent leur enfant lors du suivi médical.

La technique d'échantillonnage utilisée est tout-venant, sur la base de la participation volontaire des parents et des critères de sélection suivants : diagnostic médical définitif depuis au moins un (1) an, être parent géniteur de l'enfant, s'occuper quotidiennement de l'enfant, avoir été au chevet de l'enfant lors des crises douloureuses et/ou de son hospitalisation.

Nous avons pris rendez-vous avec les parents et leur avons adressé un questionnaire, l'Inventaire de dépression (BDI-II) de Beck et un guide d'entretien semi-structuré, pour collecter les données. Le questionnaire et le guide d'entretien portent sur l'expérience de l'annonce de la drépanocytose et la souffrance psychique des parents liée à la gestion quotidienne de la maladie de l'enfant, surtout pendant les crises et les hospitalisations.

Dans la conduite de l'entretien, nous avons sollicité et obtenu l'accord des parents pour enregistrer les entrevues, qui ont été ensuite retranscrites. Enfin, nous avons attribué les noms fictifs, afin d'éviter que d'autres personnes puissent identifier les participants. Les données collectées ont été soumises à l'analyse de contenu thématique et au décompte fréquentiel.

Tableau 1: Caractéristiques sociodémographiques des parents de l'étude

Caractéristiques sociodémographiques des parents		Effectif
Age	20-30 ans	1
	31-40 ans	6
	41-50	3
Statut matrimonial	Marié	7
	Séparé	3
Profession	Ménagère	2
	Coiffeuse/esthéticienne	3
	Commerçante	4
	Mécanicien	1

Parmi les parents, sept (7) sont mariés et trois (3) sont séparés dont deux à cause de la maladie de l'enfant. Huit (8) parents exercent une activité en libéral.

3 RÉSULTATS

3.1 AGE ET CIRCONSTANCES DE DÉCOUVERTE DE LA MALADIE DE L'ENFANT

Tableau 2 : Répartition des parents en fonction de l'âge et des circonstances de découverte de la drépanocytose

Circonstances de découverte de la maladie		Effectif
Lors d'une crise ou d'une maladie		8
Plaintes douloureuses		5
Age de l'enfant au moment de la découverte de la maladie	Moins d'un (1) an	1
	2 ans	1
	3 ans	1
	5 ans	4
	6-7 ans	3

Le diagnostic de la drépanocytose a été très tardif chez la plupart des enfants. En effet, 7 enfants étaient déjà âgés de 5 ans. Il ne résulte pas d'un dépistage systématique mais la découverte a été plutôt faite lors d'une maladie (8 enfants) et/ou de plaintes douloureuses (5 enfants), comme en témoignent les propos d'une mère : « *La maladie a commencé quand Esther avait 5 ans. Je l'ai emmené au CHU Sylvanus Olympio à la suite de douleurs chroniques au niveau des pieds et bras et des maux de tête. L'électrophorèse a révélé la drépanocytose type SC* ».

Dans bien de cas, les parents traînent et font recours à l'automédication, avec le risque d'aggravation de l'état de santé de l'enfant : « *Quand ça commencé, j'ai pensé que c'était un truc banal. Malgré les antalgiques qu'il a pris, trois (3) jours plus tard, il s'est plaint de douleurs à la hanche, il a commencé par marcher courbé. Malheureusement, il n'allait toujours pas bien, il était même devenu très pâle. C'est à ce moment que j'ai décidé de l'emmener à l'hôpital. En voyant l'état de Samuel, les médecins m'ont sermonné* ».

Au cours des hospitalisations et malgré les plaintes douloureuses de l'enfant, la maladie sera découverte plus tard après : « *Après avoir fait des jours à l'hôpital, nous avons été libérés. J'ai demandé au médecin si la drépanocytose pouvait occasionner ses douleurs. Le médecin a dit que c'était possible mais que je dois attendre 03 mois pour lui faire l'électrophorèse à cause de la transfusion sanguine. Mais, j'ai oublié, Samuel est malade de temps en temps mais sans être hospitalisé. Cinq ans plus tard, mon fils est hospitalisé au CHU Sylvanus Olympio. L'électrophorèse a révélé que mon fils est un drépanocytaire SS* » (mère de Samuel).

3.2 RÉPERCUSSIONS PSYCHOLOGIQUES DE LA DRÉPANOCYTOSE SUR LES PARENTS

3.2.1 RÉACTIONS DES PARENTS LORS DE L'ANNONCE DU DIAGNOSTIC

Tableau 3 : Répartition des parents selon leurs réactions lors de l'annonce du diagnostic

Réactions lors de l'annonce du diagnostic	Fréquence
Surprise/incompréhension	6
Peur/angoisse	5
Etat de choc et stupeur	4
Crises de larmes	3
Déni de la maladie	3
Banalisation/ignorance de la gravité de la maladie	1
Déception	1

L'annonce de la drépanocytose a été un moment pénible pour les parents d'enfants malades. En effet, 6 parents ont été surpris et ne comprenaient rien, car ils ne pensaient pas à une telle maladie : « *Le jour de l'annonce, j'étais vraiment surprise parce qu'aucun de mes enfants ne l'a jamais fait* » (Mère d'Ulrich) ; « *hum... ce jour-là, j'ai même pleuré, je me demandais comment Denise a pu l'avoir car c'est une maladie qui tue très jeune, j'en ai vu de mes propres yeux* » (Mère de Denise) ; « *J'étais étonnée, mais surtout affolée, car je ne savais rien de la drépanocytose* » (Mère de Chérif). Cinq (5) parents décrivent l'angoisse et quatre (4) l'état de choc et de stupeur : « *...ce qui m'a encore effrayé, c'est quand ce médecin-là m'a dit d'oublier Ulrich comme faisant partie de mes enfants vivants* » (Mère d'Ulrich).

Ces parents étaient bouleversés dès l'instant où ils ont pris conscience de la gravité de la maladie de leur enfant et des moyens à mobiliser pour la prise en charge : « *A l'annonce de la maladie, nous avons eu très peur. Je me demandais ce jour-là où je trouverais de l'argent nécessaire pour soigner ma fille, car je sais que c'est une maladie qui fait énormément dépenser surtout avec les hospitalisations répétées* ». Dans ces conditions, certains parents ont fait des crises de larmes : « *Lors de l'annonce de la maladie de ma fille, j'ai pleuré. Je me suis demandée où est-ce qu'elle a pu trouver cette maladie-là. Mon mari et moi avons été vraiment affectés* » (Mère de Dévéné).

Dans d'autres cas, la drépanocytose fut déniée par l'un des parents, sur fond d'accusation de la mère d'en être responsable : « *Quand je l'ai informé de la maladie de Denise, il m'a dit que dans sa famille ça n'existe pas et qu'il ne sait pas où la petite a attrapé ça. Pour lui, cette maladie provient de moi, donc je dois assumer seule* » (Mère de Denise).

Plusieurs parents n'étaient donc pas préparés à l'idée de savoir que leur enfant souffrait de la drépanocytose. Le choc, l'angoisse et la surprise furent intenses à cause, non seulement de la gravité de la maladie, du manque d'informations sur la maladie, des coûts élevés du traitement, mais surtout de la manière dont le diagnostic leur fut annoncé.

3.2.2 APPRÉCIATION DE L'ANNONCE DU DIAGNOSTIC

Tableau 4 : Répartition des parents selon leur appréciation de l'annonce du diagnostic

Appréciation de l'annonce du diagnostic	Fréquence
Annonce choquante, à la limite traumatisante (utilisation des mots et expressions choquants)	3
Communication sur la maladie (origine, manifestations, traitement, évolution) et mots apaisants	7

Sept (7) parents ont apprécié positivement l'annonce du diagnostic. Le soignant leur a donné des informations utiles sur la maladie afin de leur permettre de mieux la connaître et de prendre les dispositions appropriées : « *...l'annonce a été une surprise. J'ai paniqué. Les médecins m'ont expliqué la maladie et m'ont conseillé de faire l'analyse aux autres enfants* » (Mère de Samuel). Cependant, trois (3) parents gardent un très mauvais souvenir de ce moment. Pour eux, l'annonce fut brutale et choquante, voire traumatisante : « *Le médecin a poursuivi en me disant : les enfants drépanocytaires ne restent généralement pas longtemps en vie, en me montrant même la photo d'un garçon de 25 ans qui est décédé à cause de la drépanocytose...* ». Soupirez « *... je ne vais jamais oublier ça, j'étais vraiment affectée le jour-là, mon mari aussi n'en revenait pas* » (Mère d'Ulrich). Pour la mère de Jean, « *l'annonce de la drépanocytose n'a pas été facile à supporter pour moi et mon mari. On nous a clairement dit de ne pas compter Jean parmi nos enfants vivants, car c'est une maladie qui tue* ». Ne sachant pas grand-chose sur cette maladie, la mère d'Ulrich dit avoir été énormément choquée par les propos du médecin : « *...si vous saviez comment*

le docteur nous l'avait dit, vous n'allez pas le croire. Comment on peut dire aux parents de considérer leur enfant comme déjà mort, c'est que vous voulez tuer ces parents-là... hum... ».

3.2.3 RÉPERCUSSIONS PSYCHOLOGIQUES APRÈS L'ANNONCE DE LA DRÉPANOCYTOSE

Tableau 5 : Répartition des parents selon leur fonctionnement psychologique après l'annonce du diagnostic

Fonctionnement psychologique des parents après l'annonce du diagnostic	Fréquence
Angoisse/anxiété lors des crises douloureuses et hospitalisations	10
Anticipation anxieuse de la mort de l'enfant	7
Culpabilité d'avoir transmis la maladie	7
Tristesse/crises de larmes	7
Perte de la joie de vivre/colère	2

Après la découverte et la prise de conscience de la maladie de leur enfant, les parents ont commencé à être confrontés aux dures réalités de la drépanocytose faites de crises douloureuses fréquentes, imprévisibles et d'hospitalisations fréquentes. Cela provoque chez eux des réactions et un état affectif variables en fonction de leur vécu, de l'état de souffrance de l'enfant, de l'expérience des crises douloureuses et des dépenses. Les réactions les plus fréquentes sont : angoisse ou anxiété lors des crises douloureuses et hospitalisations (10 parents) : « ...c'est difficile de voir Aimée se tordre aussi de douleur ; j'ai toujours peur que son état s'aggrave comme pour sa grande sœur mais je remets tout entre les mains de Dieu » (Mère d'Aimée) ; « ...quand elle ne se sent pas bien, si vous voyez comment je suis, mon cœur bat très vite, je ne sais même pas quoi faire... hum... ce n'est pas facile » (Mère de Denise). En outre, sept (7) parents décrivent une anticipation anxieuse de la mort de leur enfant : « ...je ne savais plus quoi penser, j'ai eu peur qu'elle meurt car on m'a dit qu'il y a un moment où l'enfant peut mourir. J'ai toujours peur et je suis angoissée en pensant que ma fille peut mourir de la drépanocytose. Je fais beaucoup attention à elle, je suis à ses petits soins, je n'aime plus qu'elle fasse des travaux à la maison » (Mère de Déné). Il en est de même de la tristesse et des crises de larmes (7 parents) : « Ça me rend toujours triste et en colère de la voir comme ça ; à l'hôpital j'étais toujours angoissée que le pire puisse arriver surtout quand je voyais d'autres enfants dans la salle d'hospitalisation mourir » (Mère de Dédé) et de la culpabilité (7 parents) : « Chaque fois que je le vois, je me sens mal car j'aurais pu éviter cela, ça constitue un poids pour moi... ». « Soupire !!!...Voilà pourquoi, je conseille tout le temps mes filles de faire l'analyse avant de s'engager avec quelqu'un pour éviter ce que je vis » (Mère d'Ulrich) ; « ...si je savais que moi et mon mari aurons à donner des enfants malades, je n'allais pas me mettre avec lui » (Mère de Dédé) ; « ...si j'avais su plutôt, j'aurais pris des dispositions dans le choix de mon épouse. Quand je vois mon fils, je me sens triste et coupable... c'est à cause de moi qu'il est malade... je regrette... hum !!! » (Père d'Elvis).

L'analyse des scores de ces parents à certaines dimensions du BDI-II de Beck permet de confirmer leur fonctionnement affectif, comme l'indique le tableau 6.

Tableau 6 : Répartition des parents selon leur état affectif évalué au BDI-II

Dimensions du BDI-II	Enoncé	Score	Effectif
Tristesse	Je suis tout le temps triste	2	7
Perte de plaisir	J'éprouve très peu de plaisir aux choses qui me plaisaient habituellement	2	6
Sentiment de culpabilité	Je me sens coupable la plupart du temps	2	4
	Je me sens tout le temps coupable	3	4
Pleurs	Je pleure pour la moindre petite chose	2	1
	Je voudrais pleurer mais je n'en suis pas capable	3	5
Perte d'intérêt pour le sexe	Le sexe m'intéresse beaucoup moins maintenant	2	7

Le début de la maladie fut très difficile pour tous les parents, qui doivent non seulement apprendre à gérer les crises douloureuses mais aussi à se familiariser avec le milieu hospitalier : « Au début, j'étais très paniquée et je me posais des questions sur ma capacité à affronter les difficultés. Je pleurais régulièrement, ne sachant plus où donner de la tête, car j'étais

très inquiète non seulement par rapport à la maladie mais aussi sur comment payer les frais d'hospitalisation et les médicaments ; j'ai même perdu du poids » (Mère de Samuel).

De plus, la situation devient davantage plus difficile pour un parent qui s'occupe seul de son enfant malade, sans le soutien de son partenaire conjugal. C'est le cas de Papa Elvis qui déclare que : *« ce n'est pas du tout facile de supporter ça surtout quand on est seul et que l'enfant a besoin de sa mère »*. Par ailleurs, le manque de connaissances sur la maladie influence également les réactions des parents. Par exemple, la mère de Jean dit que son fils fait régulièrement des crises, au moins 3 ou 4 fois dans l'année. Ces crises sont insupportables pour elle car n'étant pas assez informée : *« comme au début je ne savais pas grand-chose sur la maladie, quand il faisait des crises c'était la panique totale, surtout quand il se tord de douleurs. Mais maintenant, je supporte mieux la situation. Ce n'est pas facile de le voir souffrir surtout quand les douleurs sont intenses et il se met à crier »*.

Du point de vue psychopathologique, le score total des parents au BDI-II indique la présence de la dépression, comme le montrent les données du tableau 7.

Tableau 7 : Répartition des parents selon la sévérité de la dépression

Score total au BDI-II	Niveau de sévérité de la dépression	Effectif
0-11	Minimum	0
12-19	Léger	3
20-27	Modéré	7
28-63	Sévère	0

Les résultats indiquent que sept (7) parents présentent une dépression modérée et trois (3) une dépression légère.

Par rapport au regard porté sur leurs enfants malades, les dix (10) parents éprouvent de la pitié et la gêne : *« je me sens très mal ; je ressens de la pitié, de la tristesse et de la culpabilité. C'est Dieu qui décide de tout et qui a voulu qu'il en soit ainsi »* (Mère de Jean). Huit (8) déclarent que leur enfant est plus vulnérable que les autres et trois (3) trouvent l'enfant différent des autres : *« Denise n'est pas comme les autres enfants, elle a besoin de plus d'attention, je ne peux pas la laisser seule quelque part et partir comme je peux le faire avec son petit frère. Quand Denise se sent mal et constate que je suis inquiète elle me rassure que ça ira »* (Mère de Denise) ; *« mon fils est différent des autres enfants car il est malade, il y a certaines choses que les autres font qu'il ne peut pas faire, il doit rester sous surveillance ; ce qui fait que je le surveille tout le temps pour éviter qu'il lui arrive malheur ; j'ai beaucoup souffert à cause de cette maladie »* (Mère de Chérif).

A l'inverse, d'autres parents pensent que leur enfant malade n'est pas différent des autres : *« après tout, ce sont mes filles ; je ne peux pas avoir de mauvaises pensées envers elles ; pour moi elles sont comme les autres enfants, si elles sont dans cet état c'est à cause de nous les parents ; donc je ne peux pas les considérer comme différentes, c'est pour cela que je fais beaucoup attention à elles »* et d'autres encore pensent que leur enfant s'en sortira mieux : *« je garde espoir que mon fils va survivre et deviendra un grand homme demain »* (Père d'Elvis).

Dans ces conditions, les réactions, émotions et sentiments de ces parents sont influencés par l'évolution de l'état de santé de leur enfant malade.

3.3 APPRÉCIATION DE L'ÉTAT DE SANTÉ DE L'ENFANT

Tableau 8 : Répartition des parents selon l'appréciation de l'état de santé de l'enfant

Appréciation de l'état de santé de l'enfant	Fréquence
Début de la maladie difficile à supporter	10
Evolution positive/état de santé stable	10
Optimisme/confiance en l'avenir de l'enfant	7
Pessimisme/inquiétude	3

Tous les dix (10) parents évoquent le début difficile de la maladie, mais pensent que l'évolution de leur enfant est positive ou que son état est stable : *« avant, il faisait des crises graves jusqu'à ce qu'il s'évanouisse et quand ça se produisait je paniquais car je n'ai jamais fait face à ça... (Soupire). Voir son enfant souffrir sans pouvoir faire quelque chose pour le soulager est pénible »*

pour un parent... Mais maintenant, je suis rassurée surtout depuis qu'il a commencé le traitement au CHU Sylvanus Olympio et que j'ai rencontré d'autres mamans qui sont dans le même cas que moi, dont les enfants sont toujours en vie ». Malgré tout, la mère de Denise a de l'espoir : « Bien que je sois triste que ma fille souffre d'une telle maladie, j'espère qu'elle va survivre et pourra fonder sa propre famille ». Quant à la mère d'Esther, elle garde espoir que sa fille va vivre longtemps par la grâce divine, c'est pour cela qu'elle l'a informé de son état afin qu'elle prenne conscience et puisse se protéger.

Sept (7) de ces parents sont optimistes et confiants. Mais ce n'est pas le cas de trois (3) parents qui sont toujours angoissés et inquiets de l'avenir de leur enfant : « Cette maladie me donne beaucoup de soucis. Malgré le fait que je vois des changements surtout au niveau d'Aimée, j'ai toujours peur de perdre mes filles » (Mère d'Aimée). La mère d'Ulrich espère que son fils vivra longtemps ; elle s'interroge sur son avenir : « Je me demande si lui aussi va grandir jusqu'à me donner des petits fils ». Pour cette mère, l'avenir de son fils dépendra d'elle et de son mari, notamment des moyens qu'ils mobiliseront pour faire face à sa maladie. La peur est l'émotion qui anime la mère à chaque crise de son enfant.

Par ailleurs, la plupart des parents font plus attention à leur enfant malade et le surprotègent au point qu'il devienne très dépendant. C'est ce que déclare la mère d'Ulrich : « je dois faire beaucoup plus attention à lui qu'aux autres. Je n'aime pas qu'il fasse le moindre effort jusqu'à ce que son père me reproche souvent d'être trop protectrice avec lui », « Je pense que Samuel ne s'amuse plus comme avant et est devenu un grand paresseux. Il est tout le temps dans ses jupes » (Mère de Samuel), « Je me suis plus rapproché de mon fils. Je le gâte énormément et lui offre des cadeaux à tel point qu'il est devenu paresseux. Elvis utilise sa maladie pour être irrégulier à l'école » (Père d'Elvis).

L'appréciation de l'état de santé de l'enfant, les comportements et attitudes des parents sont souvent influencés par leurs représentations de la maladie.

3.4 REPRÉSENTATIONS PSYCHOLOGIQUES DE LA DRÉPANOCYTOSE

Tableau 9 : Répartition des parents selon leurs représentations psychologiques de la drépanocytose

Représentations psychologiques de la maladie	Fréquence
Maladie grave et mortelle	10
Maladie engendrant douleur et souffrance aux enfants et aux parents	10
Maladie « budgétivore »	10
Maladie engendrant des crises douloureuses fréquentes	7
Hospitalisations fréquentes	7
Maladie génétiquement transmissible/maladie du sang	5
Fatalité/volonté de Dieu	2
Mauvaise maladie, la pire des maladies	2
Séquelles sur le développement de l'enfant	1

Les dix (10) parents se représentent la drépanocytose comme une maladie grave et mortelle : « la drépanocytose est une maladie très grave, une maladie qui tue ; avant quand on disait qu'un enfant est drépanocytaire, c'est qu'il a déjà un pied dans la tombe » (Mère d'Aimée) ; « C'est une maladie qui tue très jeune. Dans mon milieu, quand tu as un enfant drépanocytaire, c'est qu'il est déjà mort d'avance ». La drépanocytose est également une maladie douloureuse, pourvoyeuse de souffrance et qui agit sur le développement de l'enfant : « c'est une maladie qui est difficile à supporter autant pour nous les parents que pour l'enfant » (Mère d'Ulrich) ; « c'est une maladie grave, qui empêche l'enfant de grandir normalement et qui entraîne des douleurs. Elle cause beaucoup d'angoisse aux parents. Ce n'est pas une maladie à souhaiter, même pas à son pire ennemi » (Père d'Elvis).

En outre, sept (7) parents se représentent la drépanocytose comme une maladie qui provoque des crises douloureuses chez l'enfant et des hospitalisations fréquentes : « c'est une maladie grave, voire la pire des maladies, à cause des douleurs et de la souffrance du malade. Les parents aussi souffrent. Ils ont tout le temps peur car à tout moment le pire peut arriver » (Mère d'Esther) ; « cette maladie est très grave ; elle peut tuer si on ne la traite pas, ce n'est pas une maladie qu'on aimerait avoir dans sa famille parce qu'avec tout ce que la drépanocytose cause comme problème, tu ne seras plus jamais à l'aise dans ta vie, tu seras tout le temps entre l'hôpital et la maison » (Mère de Jean).

Les mots comme : gravité, mortalité, inquiétude, crainte, douleur, souffrance, imprévisibilité et dépenses, ont été fréquemment relevés dans le discours des parents. A travers les entretiens, nous nous sommes rendu compte que les

représentations de ces parents sont influencées par le discours populaire sur la drépanocytose (par exemple, les enfants ne vivent pas longtemps) et médical (la manière dont l'annonce du diagnostic a été faite aux parents), sans oublier l'expérience des parents (le fait d'être témoin d'enfants drépanocytaires décédés à la maison ou en hospitalisation).

La drépanocytose provoque également un retentissement important sur le couple parental.

3.5 RÉPERCUSSIONS DE LA DRÉPANOCYTOSE SUR LE COUPLE PARENTAL

Les résultats du tableau 10 ci-dessous indiquent que les dix (10) parents sont préoccupés et inquiets par rapport à la maladie de leur enfant. Ils sont souvent très affectés au point de négliger leur vie conjugale, avec pour conséquence la diminution de la satisfaction conjugale notée chez quatre (4) parents : « *nous sommes plus préoccupés par la santé de nos filles ; nous n'avons plus le temps pour nous faire plaisir. La maladie de nos filles nous a beaucoup affecté moralement, on est tout le temps soucieux par rapport à leur avenir* » (Mère d'Aimée). Pour la mère d'Esther, le climat familial reste inchangé : il n'y a pas eu de tension, ni de disputes entre elle et son mari, car le médecin leur a expliqué que c'est une maladie qui provient des deux parents.

Tableau 10 : Répartition selon les répercussions de la drépanocytose sur le couple parental

Répercussions sur le couple parental	Fréquence
Préoccupation excessive par la maladie de l'enfant	10
Diminution de la satisfaction conjugale : manque d'intimité conjugale, manque de loisirs, manque de temps consacré au couple conjugal	4
Disputes/conflits conjugaux	4
Déni de la maladie par un parent	3
Abandon de l'enfant par le parent	3
Culpabilisation de la mère par la belle-famille	3
Séparation du couple conjugal	2
Renforcement du couple conjugal	2
Désir de séparation	1
Accusation d'infidélité	1
Refus de se remarier/refus d'avoir d'autres enfants	1

Néanmoins, la vie du couple parental est perturbée, les deux parents ne vivent que pour leur fille : « *avec cette maladie, nous sommes plus préoccupés par la santé de notre fille qu'on oublie le reste, tout ce qu'on fait c'est par rapport à Esther. Mon mari passe plus de temps à travailler pour gagner de l'argent afin de faire face aux dépenses, ce qui fait que nous ne passons plus beaucoup de temps ensemble. Notre seule conversation concerne la maladie de notre fille* ».

Quatre (4) parents font état de disputes et de conflits conjugaux, avec l'ingérence de la famille et sur fond d'accusation de la mère : « *Ma belle-famille m'a accusé d'être à l'origine de la maladie de Denise. Pour la belle-famille, cette maladie est la preuve de mon infidélité. Ils disent que l'enfant n'est pas de leur fils car ils n'ont jamais eu ça dans leur famille et que c'est une punition de la part des ancêtres pour avoir trompé mon mari avec un autre. Donc, je dois me débrouiller toute seule* » (Mère de Denise). La mère de Dénéne pense que la maladie de sa fille a entraîné des problèmes dans son couple : « *Le jour de la découverte de la maladie, de retour à la maison mon mari a commencé à m'accuser d'être responsable de la maladie de notre fille, ce qui a provoqué des disputes entre nous pendant une longue période, l'ambiance dans notre maison avait changé. C'est suite aux explications du médecin que la maladie provient des deux parents, que la tension s'est apaisée et nous nous comprenons mieux pour faire face à la maladie de notre fille. Mais, ma belle-famille a eu la même réaction malgré les explications du père de Dénéne. Elle continue toujours de m'accuser d'être responsable de la maladie de l'enfant* ».

Dans d'autres cas, la découverte de la drépanocytose chez l'enfant a brisé le couple parental et entraîné la séparation : « *quand on nous a dit que cette maladie est héréditaire, notre couple s'est cassé. Nous nous sommes accusés mutuellement d'être responsables de la maladie d'Elvis malgré les explications du médecin. Pour ma femme, vivre ensemble, ce sera un gâchis. Mes beaux-parents ont exigé la séparation d'avec leur fille pour qu'elle puisse se remarier, car ils veulent avoir des petits-fils sains. C'est dans ce contexte que ma femme a abandonné son fils. Je me sens coupable d'être responsable de sa maladie. Je suis très déçu de l'attitude de mon ex-femme qui ne prend même pas des nouvelles de notre enfant. Je préfère donc qu'elle n'ait aucun contact avec lui, car mon ex-femme se comporte comme si Elvis était déjà mort* » (Père d'Elvis). Plus encore, le risque de séparation est grand lorsqu'un parent dénie la maladie de l'enfant : « *quand j'ai informé mon mari de la maladie de notre enfant, il a réagi très négativement. Il a dit qu'il n'a pas cette maladie et que ça n'existait pas dans sa famille,*

donc de me débrouiller toute seule. Depuis-là, il n'a jamais pris des nouvelles et n'assiste pas financièrement notre fils » (Mère de Samuel).

Par ailleurs, le risque de séparation a été évité de justesse dans certains couples, comme le rapporte la mère de Chérif : *« mon mari était très découragé ; il avait même souhaité la séparation pour éviter de faire d'autres enfants malades. Mais maintenant tout va pour le mieux ; nous sommes toujours ensemble »*.

Bien que ce soit des exemples rares, il faut reconnaître que la maladie de l'enfant a été l'occasion de renforcement de la relation conjugale et de la solidarité au sein de certaines familles : *«...la maladie de ma fille a solidifié mon couple. La seule chose bénéfique que cette maladie a apporté c'est que mon mari et moi sommes plus rapprochés pour y faire face. Les relations familiales restent inchangées. La grande famille est informée de la maladie de ma fille et tous m'encouragent, me soutiennent et me disent de ne pas m'inquiéter, que ma fille vivra longtemps. Ils me rassurent en me donnant des exemples de ceux qui sont drépanocytaires dans la famille et qui sont toujours en vie »* (Mère de Dédé).

Les répercussions sont également notables au sein de la fratrie. Le plus souvent, les frères et sœurs sont affectés par la maladie de l'un des leurs. Nous avons relevé une certaine proximité affective et de la solidarité chez des frères ou sœurs drépanocytaires : *« Ce qui a changé chez mes filles, c'est que depuis que la grande sœur d'Aimée sait que sa sœur a la même maladie qu'elle, elle s'est rapprochée d'elle, elles se soutiennent mutuellement surtout si l'une d'entre elle ne se sent pas bien »* (Mère d'Aimée).

En outre, les autres membres de la fratrie s'inquiètent souvent : *« Le petit frère de Denise est affecté par la maladie de sa sœur. Ils sont très proches et jouent ensemble. Quand elle se sent mal ou est hospitalisée, il est très inquiet et demande de ces nouvelles »* (Mère de Denise) ; *« Même ses frères et sa sœur s'inquiètent pour lui à tel point que sa sœur aînée ne cesse de l'appeler quand il est hospitalisé pour prendre de ses nouvelles »* (Mère de Jean). Parfois, quand l'enfant est le seul atteint de la drépanocytose dans la famille, cela suscite de l'incompréhension au sein de la fratrie : *« Ses frères se demandent pourquoi il est souvent malade »* (Mère de Samuel).

4 DISCUSSIONS

4.1 AGE ET CIRCONSTANCES DE LA DÉCOUVERTE DE LA MALADIE

Selon les résultats de l'étude, dans plus de la moitié des cas (7 enfants sur 10), la drépanocytose fut découverte lorsque l'enfant avait déjà 5 ans. Cette pathologie fut découverte lors d'une maladie, le plus souvent caractérisée par des crises douloureuses et hématologiques. A travers les entretiens, nous avons noté que la plupart des parents ne connaissaient pas les principaux signes de la drépanocytose, au point que certains d'entre eux aient été orientés en consultation par des personnes de la communauté qui soupçonnaient cette pathologie. Ce constat concorde avec les résultats d'une étude [11]. Les circonstances de découverte de la maladie montrent l'absence d'un programme de dépistage précoce et systématique de la drépanocytose chez les nourrissons dans les structures sanitaires de notre pays. Or, un dépistage précoce et des mesures thérapeutiques appropriées peuvent permettre de réduire la mortalité chez les enfants drépanocytaires.

Les réactions de la plupart des parents lors de l'annonce de la drépanocytose témoignent en grande partie de leur ignorance de cette pathologie.

4.2 ETAT PSYCHOLOGIQUE DES PARENTS LORS DE L'ANNONCE DU DIAGNOSTIC

Chez la plupart des parents d'enfants drépanocytaires, la découverte de la maladie a fait l'effet d'une bombe, qui a bouleversé leur vécu. En effet, 6 parents font état de leur surprise et incompréhension de ce qui arrive à leur enfant, 5 manifestent de l'angoisse, la peur ou de l'anxiété alors que 4 ont été dans un état de choc et de stupeur. L'annonce de la maladie a provoqué le bouleversement du fonctionnement psychique des parents dont certaines réactions traduisent à la limite les manifestations d'un traumatisme psychique. Des études antérieures ont décrit les mêmes réactions. C'est le cas de la référence [11], qui a évoqué le sentiment de panique, l'angoisse et l'inquiétude, qu'il lie à l'image véhiculée sur la drépanocytose dans les sociétés subsahariennes. En effet, cette maladie décrite comme honteuse, est liée à une malédiction, à une punition de la nature pour une faute commise dans le passé et dont l'évolution unique est le décès de l'enfant. La panique est liée aux informations erronées véhiculées dans la société, l'espérance de vie trop courte des enfants drépanocytaires [11]. Mais, dans notre contexte, diverses pistes d'explications peuvent être avancées pour comprendre les réactions de ces parents. D'abord, l'ignorance de la maladie a exposé les parents à l'effet inattendu de sa découverte ; beaucoup d'entre eux ne s'y attendaient pas. Ensuite, les informations erronées et les images négatives liées à la maladie, provoquent chez les parents des

pensées négatives et des représentations erronées de la maladie. Plus encore, les représentations psychologiques de la drépanocytose comme une pathologie grave, chronique et mortelle, faite de crises douloureuses imprévisibles puis « dépressives », ont amené les parents à anticiper une situation qui s'annonce difficile pour eux et leur enfant. Enfin, la manière dont l'annonce a été faite. A cet effet, certains parents ont été préparés psychologiquement par les soignants pour affronter la situation. L'annonce fut alors l'occasion d'informations sur la maladie, ses origines, ses manifestations, son évolution et le pronostic. Leurs réactions ont pu être contenues. Par contre, l'annonce brutale de cette pathologie a provoqué un effet sidérant chez des parents, qui se sont trouvés subitement confrontés à une réalité difficilement traitable sur le plan psychique. Leur appareil psychique a dû être débordé par le flot émotionnel provoqué par l'annonce d'une nouvelle inattendue, qui aurait fait effraction. Ils ont déploré les termes utilisés lors de l'annonce. La confrontation brutale à une situation ou événement inattendu peut causer un traumatisme psychique ou une désorganisation sur le plan cognitif, affectif et comportemental.

Par ailleurs, l'inaccessibilité de certains parents au coût élevé du traitement de la drépanocytose, explique aussi leur peur de voir l'enfant mourir, d'où la réaction de panique. La crainte de voir l'enfant souffrir toute sa vie provoque chez ses parents l'inquiétude [11].

4.3 LE FONCTIONNEMENT PSYCHOLOGIQUE DES PARENTS APRÈS LA DÉCOUVERTE DE LA MALADIE

La confrontation des parents à la dure réalité de la maladie de leur enfant à travers ses manifestations douloureuses déroutantes et les hospitalisations fréquentes, a provoqué chez eux un fonctionnement psychologique particulier. Les principaux indicateurs de ce fonctionnement sont l'angoisse ou l'anxiété lors des crises douloureuses et les hospitalisations (10 parents), l'anticipation anxieuse de la mort de l'enfant (7 parents), la culpabilité, la tristesse et les crises de larmes (7 parents).

Le syndrome douloureux de la drépanocytose et la souffrance des enfants malades plongent les parents dans une véritable crise émotionnelle. Les crises douloureuses fréquentes et imprévisibles, les hospitalisations fréquentes, la peur de perdre l'enfant ou des complications de la maladie, provoquent un véritable choc émotionnel chez les parents et une détresse psychologique. L'angoisse des parents est massive, majorée par les sentiments de culpabilité et d'impuissance à soulager leur enfant.

Ces parents souffrent donc autant, voire davantage, que leur enfant malade. La plupart d'entre eux sont tristes. Ils vivent avec l'idée permanente de mort imminente, précoce ou sans cesse différée de l'enfant. Leur état émotionnel est influencé par le discours populaire sur le caractère mortel de la drépanocytose et sa morbidité élevée parmi les enfants qui en sont atteints. Dans ce contexte, lorsqu'un parent se sent coupable de la souffrance ou de la mort probable de son enfant pour lui avoir transmis la maladie, sa détresse psychologique est aussi importante.

La culpabilité est un sentiment fort ressenti par la plupart des parents de cette étude. De nombreux parents se sentent coupables et responsables de la maladie de leur enfant et de sa souffrance. Leur fonctionnement psychique est affecté par un dilemme : donner la vie et en même temps la maladie (la mort). Le sentiment de culpabilité est plus intense lorsque l'un des parents est accusé par l'autre ou la famille d'avoir transmis la maladie à l'enfant. Le plus souvent, c'est la mère qui se trouve culpabilisée, avec des risques de stigmatisation (divorce, séparation, menaces, abandon de l'enfant à la seule charge de la mère).

Tous ces parents souffrent mentalement ; ils présentent les symptômes d'une dépression de sévérité légère ou modérée. C'est la preuve que les besoins des parents durant la maladie et l'hospitalisation ont une importance égale à ceux des enfants concernés. Une meilleure réponse à leurs besoins entraîne une meilleure adaptation des parents et une augmentation de leur participation dans les soins prodigués à l'enfant [18]. Les parents veulent partager le fardeau émotionnel de l'hospitalisation de leur enfant avec le personnel soignant et s'attendent à recevoir en retour du soutien de sa part. Mais, ils éprouvent de l'insatisfaction estimant que le soutien qui leur est offert est inadéquat [19].

L'état affectif et la santé mentale des parents sont influencés par les représentations psychologiques de la drépanocytose. En effet, les dix parents se représentent la drépanocytose comme une maladie grave et mortelle, une maladie douloureuse pour les enfants et leurs parents ainsi que budgétivore. Il n'est donc pas étonnant que le caractère mortifère que confèrent les parents à la drépanocytose, provoque chez eux l'angoisse de mort, voire l'anticipation anxieuse de la mort de leur enfant. De telles représentations peuvent réactiver chez certains parents des peurs anciennes liées aux douleurs qu'ils ont vécues eux-mêmes (surtout les parents drépanocytaires). De plus, ils sont toujours préoccupés et inquiets par rapport aux dépenses liées à la maladie de leur enfant. Chaque nouvelle crise et chaque nouvelle hospitalisation de l'enfant, les plongent dans une vive inquiétude dont l'ampleur est variable suivant les ressources dont ils disposent. Lors de l'hospitalisation d'un enfant, ses parents se retrouvent dans un environnement qui leur est inconnu et les professionnels de la santé s'attendent à ce qu'ils restent au chevet de l'enfant tout en participant à ses soins [20].

Par ailleurs, les dix parents sont très préoccupés par la maladie de leur enfant ; ce qui se traduit par un surinvestissement de l'enfant malade au détriment du couple ou de la fratrie. Dans de nombreux couples, la focalisation sur la maladie de l'enfant a entraîné la diminution de la satisfaction de la vie conjugale. D'autres problèmes sont relatifs aux disputes, conflits et à la séparation du couple parental.

Le stress lié à la gestion quotidienne de la maladie et les difficultés économiques et financières ont fragilisé dans bien de cas l'équilibre et le fonctionnement du couple conjugal. A cela, s'ajoute l'ingérence des belles-familles qui accusent l'un ou l'autre parent d'être responsable de la transmission de la maladie à l'enfant. Ainsi, les mères sont plus vulnérables, à cause, non seulement du stress lié à la prise en charge de l'enfant, mais aussi de la stigmatisation dont elles sont victimes sur fond de culpabilisation et d'accusation d'infidélité.

La particularité du mode de transmission de la maladie et sa mauvaise compréhension amènent parfois à penser, pour le père, que la maladie est transmise à l'enfant par la mère [9]. Cette culpabilisation de la mère est le fruit d'une culpabilité exacerbée, qui s'ajoute à celle de transmettre la maladie [21]. En ne se reconnaissant pas responsables de la maladie de leur enfant, certains maris exposent leur femme à la stigmatisation par les membres de leur famille. Ceci peut conduire à une véritable stigmatisation, voire à un rejet de la mère par le groupe social et/ou la famille. Cette idée est souvent renforcée par le fait qu'en Afrique, de nombreuses maladies du sang, sont transmises par la mère. Les pères semblent touchés différemment par l'annonce du diagnostic de la drépanocytose chez leur enfant jusqu'à parfois dénier la réalité de la maladie en se distançant de leur propre responsabilité [21]. Cependant, notre étude montre que la stigmatisation ne concerne pas que les mères ; elle touche également les pères même si c'est dans des proportions moindres.

Dans certains cas, la découverte de la maladie de l'enfant fut l'occasion du renforcement des relations et de la solidarité au sein du couple et de la famille.

Dans un autre registre, il est clair que l'enfant drépanocytaire doit, non seulement faire face à un réel terrifiant inscrit dans son corps, mais aussi composer avec ce que la maladie induit dans le comportement et l'investissement affectif de ses parents et de la fratrie à son égard.

En effet, l'étude montre que la relation des parents à leur enfant malade s'est transformée faisant plus de place au surinvestissement affectif, à la pitié et à la surprotection, au motif que l'enfant malade est plus fragile et différent des autres, requérant ainsi plus d'attention de la part des parents. Malgré le regain d'attention des parents à l'égard de l'enfant malade au détriment, dans bien de cas, des autres enfants, ces derniers se montrent compréhensifs et font preuve d'empathie, de compassion et de solidarité. Les membres de la fratrie sont donc affectés par la maladie de leur frère ou sœur.

La force de la présente étude réside dans son caractère clinique, qui a permis d'explorer différents aspects liés à la drépanocytose. Cependant, malgré la pertinence des résultats obtenus, la petite taille de l'échantillon et le caractère exploratoire de l'étude, limitent leur généralisation à toute la population togolaise.

5 CONCLUSION

La présente étude a exploré l'impact psychologique et psychopathologique de la drépanocytose sur les parents d'enfants drépanocytaires. Pour la réaliser, nous avons mené une investigation scientifique sur dix (10) parents recrutés au CHU Sylvanus Olympio, à travers l'utilisation d'un questionnaire, d'un guide d'entretien et d'un inventaire de dépression.

Les résultats obtenus montrent que les répercussions psychologiques et psychopathologiques de la drépanocytose sont importantes sur les parents, le couple et la famille. Les réactions des parents lors de l'annonce du diagnostic sont dominées par la surprise, l'incompréhension, l'angoisse et l'état de choc. Après l'annonce, l'angoisse ou l'anxiété lors des crises douloureuses et les hospitalisations ainsi que l'anticipation anxieuse de la mort de l'enfant sont au premier plan. Ces réactions sont liées aux représentations psychologiques de la drépanocytose décrite comme étant grave et mortelle, douloureuse et pourvoyeuse de souffrance pour les enfants et leurs parents. Ces parents manifestent de la détresse psychologique provoquée par l'angoisse mortifère qui les assaille et qui réactive les peurs anciennes. Ils présentent une dépression d'intensité légère ou modérée.

De plus, la découverte de la drépanocytose chez l'enfant a induit des changements dans sa relation aux parents, sur le couple parental et toute la famille. Le fonctionnement du couple parental est mis à rude épreuve, avec des dégâts sur la satisfaction de la vie conjugale.

Les implications cliniques et thérapeutiques de cette étude sont importantes. Elles suggèrent la prise en compte effective de la santé mentale des parents dans le programme de prise en charge globale de la drépanocytose dans notre pays. En outre,

nous suggérons la mise en place d'un dispositif de dépistage anténatal et néonatal systématique de la drépanocytose, en vue d'une prise en charge précoce des enfants malades et de leurs parents.

REFERENCES

- [1] B. Modell and M. Darlinson, "Global epidemiology of haemoglobin disorders and derived service indicators," *Bull. World Health Organ.*, vol. 86, no. 6, pp. 480-487, 2008.
- [2] L. Tshilolo, E. Kafando, M. Sawadogo, F. Cotton, F. Vertongen, A. Ferster and B. Gulbis, "Neonatal screening and clinical care programs for sickle cell disorders in sub-saharan Africa: lessons from pilot studies," *Public Health*, vol. 122, no. 9, pp. 933-941, 2008.
- [3] A. L. Okwi, W. Byarugaba, C. M. Ndugwa, A. Parkes, M. Ocaido and J. L. Tumwine, "An update on the prevalence of sickle cell trait in Eastern and Western Uganda," *BMC Blood Disord.*, vol. 10, p. 5, 2010.
- [4] A. Y. Segbena, I. M. D. Kueviakoe, A. K. Messie, A. Vovor, A. D. Gbadoe and J. K. Assimadi, "Situation de la drépanocytose au Togo," *Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé*, vol. 7, no. 1, 2005.
- [5] B. Maillard, M.-L. Couëc, M. Jugie, C. Héry and F. Rexand-Galais, "Evaluation et significations de la douleur chez l'adolescent drépanocytaire," *Revue d'oncologie hématologie pédiatrique*, vol. 4, pp. 149-155, 2016.
- [6] S. Wembonyama, S. Mpaka and L. Tshilolo, "Medicine and health in the Democratic Republic of Congo: from Independence to the Third Republic," *Med. Trop.*, vol. 67, no. 5, pp. 447-457, 2007.
- [7] L. M. Tshilolo, R. K. Mukendi and S. O. Wembonyama, "Blood transfusion rate in Congolese patients with sickle cell anemia," *Indian Journal Pediatr.*, vol. 74, no. 8, pp. 735-738, 2007.
- [8] S. D. Grosse, I. Odame, H. K. Atrash, D. D. Amendah, F. B. Piel and T. N. Williams, "Sickle cell disease in Africa : A neglected cause of early childhood mortality," *American Journal of Preventive Medicine*, vol. 41, no. 6, pp. 398-405, 2011.
- [9] M. Richard, M.-A. Mubiri and A. Bioy, "Repères psychologiques et développementaux chez le patient drépanocytaire," *Docteurs*, vol. 15, pp. 278-287, 2014.
- [10] Faure, J. and Romero, L., *Le retentissement psychologique de la drépanocytose*, In : R. Girot (Ed), *La drépanocytose*, Paris : John Libbey Eurotext, pp. 277-286, 2003.
- [11] E. Luboya, J.-C. Bukasa Tshilonda, M. B. Ekila and M. N. Aloni, "Répercussions psychosociales de la drépanocytose sur les parents d'enfants vivant à Kinshasa, République Démocratique du Congo: une étude qualitative," *PanAfrican Medical Journal*, vol. 19, no. 5, 2014.
- [12] J. K. Assimadi, A. D. Gbadoé and M. Nyadanu, "L'impact familial de la drépanocytose au Togo," *Archives de pédiatrie*, vol. 7, no. 6, pp. 615-620, 2000.
- [13] J. H. Barlow and D. R. Ellard, "Psycho-educational interventions for children with chronic disease, parents and siblings : an overview of the research evidence base," *Child Care Health Dev.*, vol. 30, no. 6, pp. 637-645, 2004.
- [14] Ha, Laurence, *Témoignage de parents qui accompagnent un enfant hospitalisé lors d'un épisode de soins aigus : groupe de partage*, 2007. [Online] Available <https://www.researchgate.net/publication/27556027> (November 18, 2017).
- [15] S. Gernet, C. Mestre and C. Runel-Belliard, "Du pays d'origine au pas « d'accueil » : perception de la maladie chez 26 familles drépanocytaires suivies au CHU de Bordeaux," *Journal de Pédiatrie et de Puériculture*, vol. 25, no. 6, pp. 309-315, 2012.
- [16] K. Koenig, C. A. Chesla and C. M. Kennedy, "Parents' perspectives of asthma crisis hospital management in infants and toddlers: An interpretive view through the lens of attachment theory," *Journal of Pediatric Nursing*, vol. 18, no. 4, pp. 233-243, 2003.
- [17] Duhamel F., *La santé et la famille : une approche systémique en soins infirmiers*, 2^{ème} édition, Montréal, Gaëtan Morin, 2007.
- [18] L. W. Lam, A. M. Chang and J. Morrissey, "Parents' experiences of participation in the care of hospitalised children : a qualitative study," *International Journal of Nursing studies*, vol. 43, no. 6, pp. 535-545.
- [19] P. J. Micel and P. A. Clark, "Your patient-my child," *Journal of Nursing Care Quality*, vol. 20, no. 1, pp. 43-53, 2005.
- [20] B. M. Ygge, C. Lindholm and J. Arnetz, "Hospital staff perceptions of involvement in pediatric hospital care," *Journal of Advanced Nursing*, vol. 53, no. 5, pp. 534-542.
- [21] M. Montalembert and A. Niakaté, "Approche transculturelle du diagnostic néonatal de la drépanocytose," *Archives de Pédiatrie*, vol. 16, pp. 513-514, 2009.

IMPACT DE LA COOPERATION TRANSNATIONALE INTER EGLISE SUR LE DEVELOPPEMENT: CAS DES ASSEMBLIES OF GOD AMERICAINES ET CONGOLAISE

[THE IMPACT OF INTER-CHURCH TRANSNATIONAL COOPERATION DEVELOPMENT: THE CASE STUDY OF AMERICAN AND CONGOLESE ASSEMBLIES OF GOD]

Elie IKANGA IYEMBELA¹ and Liliane ESISO AMBILIKI²

¹Faculté des Sciences Sociales, Administratives et Politiques, UNIVERSITE D'IKELA, IKELA, RD Congo

²Faculté des Sciences Sociales, Administratives et Politiques, UNIVERSITE DE KISANGANI, Kisangani, RD Congo

Copyright © 2018 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: Our study has been carried out on the Impact of inter-church transnational cooperation development, the case study of American and Congolese Assemblies of God. It has pushed to undertake deep analyses on the question and we have noticed that this cooperation carries on reciprocal advantages and disadvantages, influence international stakes of Assemblies of God churches. From that, its impacts would be more visible in educative sanitary domains and theological training. Notably, in the schools constructions support in medicines and medical materials as well as the training of pastor students in theology at the theology faculty of Assemblies of God in Lomé.

KEYWORDS: Mundialization, mundialization Integration, Governance, Strategic, Poverty, Western, Evangelization, Mission.

RÉSUMÉ: Notre étude porte sur l'impact de la coopération transnationale inter-église sur le développement cas : des assemblées of God américaines et Congolaise. Cela nous a poussé de faire des analyses approfondies sur la question est nous avons constaté que cette coopération porte des avantages et inconvénient réciproques, influencent les enjeux internationaux des églises des assemblées of God. De cela, ses impacts seraient plus visibles dans les domaines éducatifs, sanitaires et la formation théologique. Notamment dans les constructions des écoles, des appuis en médicaments et matériels médicaux, ainsi que la formation étudiants pasteurs en théologie à la Faculté théologique des Assemblées de Dieu à Lomé.

MOTS-CLEFS: Mondialisation, Intégration, Gouvernance, Enjeux, Pauvreté, Occidental, Évangélisation, Mission.

1 INTRODUCTION

L'homme, depuis son existence sociale, a toujours montré des réflexes de coopération avec son semblable. Ils forment des groupes organisés basés sur les intérêts économiques, culturels, politiques, idéologiques et même spirituels. Ces groupes forment entre eux des alliances par la voie de la coopération. Celle-ci est restée de nos jours un phénomène global et décentralisé englobant une gamme variée d'acteurs de la scène internationale. Dans ce cadre, les mouvements religieux ont des traits significatifs dans le cliché de la coopération en général et, plus particulièrement, de celle transnationale. C'est ainsi que les Assemblies of God des USA ont fait une percée remarquable en Afrique vers l'année 1921, précisément au Burkina-Faso et en RDC où sont nées les églises plus anciennes des Assemblées de Dieu d'Afrique.

En effet, depuis plus de neuf décennies, la présence américaine en Afrique à travers ces églises sous plusieurs de ses formes requiert un débat sérieux sur son impact sur le développement des pays et des communautés locales évangélisées. Beaucoup

de transformation en matière de coopération ont émaillé la pénétration de l'évangile apporté par les Assemblies of God américaines en Afrique.

Si quelques auteurs reconnaissent que les missionnaires sont aussi des promoteurs de développement et s'ils admettent les remarquables résultats obtenus avec très peu de moyens reçus¹, en RDC cette percée est loin d'être aussi tranchée en matière de développement dans le cadre des missionnaires américains des Assemblies of God.

La logique missionnaire des Assemblies of God se montre peu attachée au développement en RDC et l'implication des missionnaires dans ce secteur aurait une visibilité microscopique.

Plusieurs auteurs se sont penchés sur l'étude des Assemblies of God à travers le monde, notamment, le Révérend Honore Ikanga Bossisse² qui a analysé l'organisation du travail d'équipe : cas des réunions du comité exécutif des Assemblies of God de la RDC. Les résultats découlant de cette analyse est que ces réunions revêtent toute leur importance mais elles doivent cependant être organisées comme travail en équipe. Il a fait une plongée dans la Bible, à travers le livre de Genèse et a démontré que les nombreux exemples bibliques doivent nous interpeller, et nous amener à réfléchir et à pouvoir cultiver l'esprit d'équipe dans la gestion de l'œuvre de Dieu.

D'après Thomas Ilonga³ : L'Eglise de la République Démocratique du Congo est une église malade suite à de multiples conflits mal gérés dans le corps pastoral. Ces conflits naissent entre les responsables, que sont les pasteurs et ne sont pas bien résolus, chacun étant laissé comme une victime avec des contusions sans remède.

De nos jours, ces conflits ont pris de l'ampleur dans le corps pastoral de la République Démocratique du Congo, nous n'avons pas de statistiques précises relative à cette situation. Néanmoins, la multiplicité des maisons de prières, des ministères et les hangars qui inondent nos contrées sont des preuves réelles qui attestent cette situation des conflits mal gérés et non résolus par les dirigeants où les responsables des églises.

Constatant le fait, nous avons choisi de réfléchir dans cette dissertation sur « la gestion des conflits dans le corps pastoral: cas du district ecclésiastique de la 12^{ème} Communauté Assemblies of God de Kisangani en République Démocratique du Congo. Le manque de bonnes solutions a incité les familles des pasteurs à se mêler dans les conflits, ceux-ci revêtant ainsi un caractère tribal et régional au sein de la communauté: c'est le phénomène que nous avons surnommé la *Corinthianisation* de l'église. Ces conflits menacent l'unité de l'église et l'hypocrisie règne en maître dans la conduite de beaucoup de pasteurs. Les règles d'éthique pastorale et de déontologie sont bafouées et le code moral du pasteur est au rabais.

Cependant, ce qui préoccupe la science des relations internationales dans cette étude c'est l'impact de la coopération transnationale inter-église sur le développement. Cas des assemblies of God des USA et de la RDC, sur les actions des missionnaires en matière de développement, d'échanges, des visites etc.

PROBLÈME DE LA RECHERCHE

Le mouvement Pentecôtiste est certainement aujourd'hui l'une des principales confessions protestantes dans le monde. Les Assemblées de Dieu sont l'une des plus anciennes et des plus importantes familles du mouvement de Pentecôte. Dans cela, l'Afrique semble avoir été la cible missionnaire principale.⁴

En Afrique, vers les années 1921, le mouvement pentecôtiste par le biais des Assemblées de Dieu a atteint le continent noir et, en RDC c'est en décembre 1921 que son implantation a été effective dans le Haut-Uélé. En 1932 que ce mouvement pentecôtiste d'origine américain recevra la personnalité juridique au Congo-belge par l'Arrêté royal N°708/5 du 12 Mars 1932 (B.O. 1932 pg. 309) avec trois missions essentielles : évangélisation, développement des communautés locales et l'implantation des écoles et structures sanitaires.⁵ Depuis ce temps, il semble que les missionnaires américains n'ont pas

¹ Père LAFONT. E : Actes du colloque « *Foi et développement* », université catholique de Lion 5-6 avril 1997 p13

² IKANGA BOSSISSE. H., « L'organisation du travail d'équipe : cas des réunions du comité exécutif des Assemblies of God de la RDC », mémoire de licence en théologie, FATAD (Inédit) 2007

³ T. Ilonga « la gestion des conflits dans le corps pastoral : cas du district ecclésiastique des assemblies of God de Kisangani / Rd congo » p 2 FATAD, 2017 (inédit)

⁴ DENZIL R. MILLER : D'Azuza à l'Afrique, et de l'Afrique aux nations springfield 2005 p 37

⁵ L'arrêté royal N°708/5 du 12 Mars 1932 (B.O. 1932 pg. 309)

respecté les dispositions dès l'arrêté royal leurs ordonnant de contribuer au développement des peuples. Ils se sont concentrés à la mission d'évangélisation. C'est vers les années 80 que les missionnaires commenceront peu à s'intéresser au développement.

Cependant, la création de l'Association mondiale des Assemblées de Dieu en juillet 1988 à Springfield (Missouri), USA⁶ a contribué à la démarche du processus de développement en RDC dans le Haut-Uélé. Dans ce contexte, nous voulons comprendre l'impact de la coopération transnationale inter-église sur le développement : cas des Assemblies of God des USA et de la RDC (12^{ème} AOG).

Pour élucider notre problématique, nos analyses tournent autour de la question suivante « Quels sont les impacts de la coopération transnationale entre les Assemblies of God des USA et de la RDC sur le développement ? »

En guise d'hypothèse, nous affirmons que la coopération transnationale entre les Assemblies of God des USA et de la RDC ont produit des indicateurs insignifiants en matière de développement. Notre hypothèse comporte deux variables explicatives de la coopération transnationale des Eglises des Assemblies of God des USA et de la RDC et la Variable à expliquer est constituée par les impacts sur le développement

La variable explicative a comme indicateurs :

- Des engagements entre les deux églises des Assemblies of God des USA et de la RDC;
- Des visites de travail ;
- Communication instantanée et échanges d'expérience et d'idées ;
- La représentation de la mission américaine.

La variable à expliquer a comme indicateurs :

- Construction des écoles et appui aux structures sanitaires;
- Appui à la construction d'églises, à l'achat de concessions et de bâtiments, à la réhabilitation de quelques bâtiments, à l'ameublement...
- Appui à la formation biblique et autres formations ;
- Execution des projets, etc

Dans cette analyse nous avons pensée à la théorie libérale faisant notre cadre théorique. Dans ce sens que Pour les libéraux, les relations internationales sont perçues comme un facteur de progrès et de changement. Au niveau international comme au niveau national, les libéraux mettent l'accent sur la notion de pouvoir contre-pouvoir. Ils insistent sur le rôle de l'opinion publique, du droit et des institutions internationales qui viennent limiter le pouvoir des États.

La méthode qui nous aidera à vérifier notre hypothèse est l'analyse systémique selon le schéma de David EASTON qui Considère le système comme un ensemble d'éléments interdépendants, c'est-à-dire liés entre eux par des relations telles que, si l'un est modifié, les autres le sont aussi et, par conséquent, tout l'ensemble est transformé. Il s'agit de considérer ici que, la construction des écoles, la réhabilitation des infrastructures, la fourniture d'équipements sanitaires et la formation des leaders sont le résultat de l'interdépendance entre les églises Assemblies of God des USA et de la RDC. Par conséquent les églises Assemblies of God de la RDC et les bénéficiaires doivent travailler en harmonie et en conflit constructif pour atteindre le but assigné. A cela, les réalisations dans cette coopération influencent le système de fonctionnement des Assemblies of God de la RDC qui reste ouvert, aux réalités sociales et qui impact aussi son fonctionnement ou ses stratégies pour maintenir l'équilibre dans le processus de développement.

Les techniques qui soutiennent cette analyse sont la documentation, L'observation directe, Le questionnaire d'enquête.

Notre région d'étude sur le plan temporel, notre étude part de 1980 qu'à 2017 et sur le plan spatial notre étude est plus limitée dans ex province orientale.

⁶ http://worldagfellowship.org/wp-content/uploads/2011/12/History_of_World_-AG_Fellowship.

2 LA COOPERATION ENTRE LES ASSEMBLIES OF GOD AMERICAINE ET CONGOLAISE

Aucune coopération n'est a priori avantageuse ou désavantageuse. Tout dépend des ambitions de chacune des parties, des moyens qu'il met en œuvre pour atteindre ses objectifs et surtout de sa capacité à concevoir et à mener une politique efficace dans les négociations⁷.

Dans cette optique que la première raison pour laquelle le Conseil général a été formé en 1914 était de créer une coopération dans le travail missionnaire pentecôtiste. Depuis cette époque, les missions sont restées au centre de la confession.⁸

Cependant, dans cette partie, nous allons traiter dans un premier temps les enjeux de la coopération transnationale entre les Assemblies of God des USA et de la RDC et dans un deuxième temps les défis à relever par les parties dans cette coopération et pour clore les fonctionnements de cette coopération.

2.1 AVANTAGE DE LA COOPÉRATION

La 12^{ème} AOG espère de sa coopération avec les Assemblies of God des USA, les possibilités de la maintenance de son influence sur terrain, l'émergence de ses élites et du financement des activités de développement. La construction des écoles et de centre de santé est un enjeu positif dans la coopération entre ces deux églises dans la mesure où ces infrastructures constituent le moteur du développement. Il devient superflu de répéter que le seul mérite de cette coopération dans son volet éducatif est qu'il permet à quelques pasteurs de poursuivre les études théologiques en FATAD.

2.2 DIFFICULTÉ

Néanmoins, les enjeux négatifs qui guettent la coopération entre la 12^{ème} AOG et les Assemblies of God des USA sont entre, entre autres, les conflits liés à la gestion de patrimoine et des fonds. En dehors de ce qui précède, il y a aussi l'imposition idéologique, et de la vision du monde.

Notons par ailleurs que les faiblesses de la 12^{ème} AOG dans la gestion de sa gouvernance (détournement, conflit, cléricalisme) pourront empêcher l'évolution de cette coopération. La culture des pillages et les guerres (tribale, ethnique, politique) peuvent être considérés comme blocages pour la mission américaine dans sa percée en R.D Congo. La stigmatisation des autres communautés religieuses peut être aussi un élément majeur de blocage dans ladite coopération. Au niveau politique, la divergence des opinions politiques entre les deux nations pourront influencer négativement cette coopération.

Un autre enjeu, c'est la fuite de responsabilité masquée des missionnaires, par exemple en décembre 2009, il y avait des assemblées d'églises de Dieu dans 213 pays et territoires dans le monde avec 2.719 missionnaires américains en dehors des États-Unis est supervisé par les missions mondiales des Assemblées de Dieu.⁹ Mais en RDC à travers la 12^{ème} AOG, aucun missionnaire n'y résidait sur le 2.719 missionnaires américains de cette époque.

En outre, les enjeux négatifs qui guettent la 12^{ème} AOG dans sa la coopération avec les Assemblies of God américaines sont notamment, un sérieux doute des autres églises des Assemblies of God des pays occidentaux à l'égard de la 12^{ème} AOG. Le fait de se pencher totalement sur les Assemblies of God provoque un malaise dans partenaires. Aujourd'hui plus qu'hier, la 12^{ème} AOG est devenue le théâtre des enjeux régionaux entre, d'une part les pays de l'Est d'Afrique, surtout ceux qui, veuilles aujourd'hui, travaillent en collaboration avec la 12^{ème} AOG se sentent moins privilégié. D'autre part, les Assemblées de Dieu des pays Européennes: la France, Grande Bretagne et autres qui sont aussi au cœur de ces enjeux de la fraternité mondiale des assemblées de Dieu sont presque isolée dans les activités au centre d'Afrique.

⁷ AWUVE KOFFI AFETOGBU, « les enjeux de la coopération Sino-congolaise », mémoire de l'Ecole Nationale d'Administration du Togo, Lomé p.28, disponible sur www.ena.tg consulté le 19/12/2018.

⁸ Mario G. Hoover, « Origine et développement structurale des Assemblées de Dieu », troisième édition (thèse de MA, Missouri State College Southwest, 1968/1988), p. 3.

⁹ Assemblées de Dieu USA (1921). *Procès-verbaux du Conseil général des assemblées de Dieu*, p. 68. Accès le 12 octobre 2010

3 ENJEUX SPÉCIFIQUE DE CETTE COOPÉRATION

3.1 ENJEUX POUR LES ASSEMBLIES OF GOD AMÉRICAINES

Actuellement, les Assemblies of God des USA restent la puissance ecclésiastique du mouvement pentecôtiste au monde et la 9^{ème} grande dénomination ecclésiastique américaine en 2011¹⁰. La grande partie des assemblées de Dieu en Afrique sont le fruit direct ou indirect de la Mission américaine. C'est ainsi que les assemblées of God des USA ou américaines doivent multiplier des efforts pour la maintenance de sa position dans le rang des grandes puissances ecclésiastique sur le plan mondial.

Ainsi, les assemblées of God des USA ont l'obligation de rechercher les âmes pour Christ et faire la mission un de pilier fondamental pour atteindre leur vocation universelle en matière d'évangélisation. Ceci constitue le mobile qui la pousse à venir en RD Congo. L'évangélisation et la formation cadre constituent un enjeu majeur pour les Assemblies of God des USA en R.D Congo à travers la 12^{ème} AOG. Cela se remarque dans la mesure où aujourd'hui les Assemblies of God des USA (mission américaines) a toute les possibilités d'avoir accès aux instituts et écoles bibliques plus loin la coordination de celle-ci dans la 12^{ème} AOG; ce qui lui donne un privilège exorbitant dans sa mission, enfin de maintenir sa position au rang de puissance ecclésiastique mondiale dans le courant pentecôtiste et même, si possible de renverser la tendance avec d'autres grands courants évangéliques. Les Assemblies of God des USA ont d'autres enjeux en R.D Congo tel que le débouché propice pour ses missionnaires. La mission en RD Congo compte beaucoup dans les enjeux de la politique de la mission des Assemblies of God américaines du fait de son investissement. Selon un missionnaire américain « *c'est en RDC que la mission américaine a de grandes portions de terre achetées et cela, doit être aux services de développement des autres églises des assemblées of God en Afrique* »

Notons par ailleurs que la R.D Congo intéresse la mission américaine sur un autre plan, son immensité, son multiculturalisme, sa position centrique et intégrationniste et son hospitalité... De ce point de vue, il ressort à nos yeux que la RDC reste l'espace productive pour la mission américaine et peu crée à la longue une concurrence occidentale et/ou occidentaux- Africaine.

Aujourd'hui, la mission américaine reste le plus grand partenaire évangélique et d'investissement de la 12^{ème} AOG et la coopération entre ces deux églises ne s'élargit pas à d'autres domaines de la vie, si bien que la mission américaine voit en R.D Congo une possibilité lui permettant de toucher facilement d'autres pays Africains.

Mais à travers le monde les missions mondiales des Assemblées contrôlent par les Assemblies of God américaine ont fourni également l'évangélisation médicale par les ministères de soins de santé, fondés en 1983 en tant que programme de missions médicales. Ce ministère fournit gratuitement des soins optiques, dentaires et médicaux ainsi que l'évangélisation. Il a fonctionné dans 86 pays depuis sa fondation. Les missions aux États-Unis sont supervisées par les missions américaines des Assemblées de Dieu. Ses sept départements comprennent l'aumônerie, les ministères de Chi Alpha Campus, l'implantation d'églises, le service de placement américain Mission America (MAPS), les ministères interculturels, Teen Challenge et Youth Alive. MAPS offre aux bénévoles la possibilité de contribuer aux missions américaines de plusieurs façons. L'une est par la construction de l'église et l'évangélisation, et un autre est à travers des missions à court ou à long terme à travers des programmes d'été et missionnaires associés. Youth Alive supervise le rayonnement missionnaire dans les écoles primaires et secondaires. En 2010, les missions américaines ont déclaré 1 059 missionnaires, candidats et conjoints nommés. La même année, elle a signalé 542 aumôniers endossés.¹¹

Par ailleurs, à première vue, on voit comme la mission américaine ne perd en coopérant avec la 12^{ème} AOG mais en claire il y a des enjeux négatifs qui n'influencent pas maintenant le fonctionnement de la coopération entre les deux églises mais au fil du temps ils seront observés.

¹⁰ National Council of Churches (February 14, 2011), "Trends continue in church membership growth or decline, reports 2011 Yearbook of American & Canadian Churches", accessed February 17, 2011.

¹¹ Missions Mondiales des Assemblées de Dieu, AGWM "Faits et faits actuels". Consulté le 19 novembre 2017. Disponible sur www.ag.org

3.2 ENJEUX INTERNATIONAUX

3.2.1 RELATIONS AVEC LE MONDE OCCIDENTAL

Il est important de souligner que depuis l'implantation des AOG en décembre 1921, en R.D Congo, celle-ci est restée un champ missionnaire exclusivement américain. De ce fait, églises des assemblées de Dieu n'osaient intervenir en RDC sans une autorisation préalable des Assemblies of God des USA ; la tendance n'est pas acceptable aujourd'hui par les pays de l'Est d'Afrique qui ont leurs missions respectives en RDC sans passer par les Assemblies of God américaines à l'exemple de la Tanzanie qui a deux missionnaires en RD Congo et qui forme sa propre mission à travers la 12^{ème} AOG en RD Congo.

3.2.2 LES ENJEUX AFRICAINS

En se penchant aux Assemblies of God des USA cela peut aussi conduire la 12^{ème} AOG à une ouverture de coopération avec les alliés des Assemblies of God des USA en Afrique du fait d'avoir le même centre de financement, cela les donne la possibilité de collaborer dans quelques domaines entre le Poulin américain d'Afrique.

Cependant, avec la rencontre quadriennale de l'Alliance des Assemblées de Dieu d'Afrique (AADA) qui s'est tenue du 25 février au 1er mars 2013 au centre de conférences Brackenhurst à Limuru au Kenya. Environ 120 responsables de 31 nations y ont participé. Deux de ces quatre journées furent entièrement vouées à discuter des églises d'Afrique qui envoient des missionnaires et de notre vision commune. Des représentations missionnaires inter africaines

Enson Lwesya, président du Comité d'action missionnaire de l'AADA, a choisi, pour son discours d'ouverture, d'aborder les obstacles qui freinent l'efficacité et la croissance des programmes en Afrique. Il a suggéré que nous devrions être plus souples en termes de modalités d'envoi et de catégories de missionnaires.¹² En outre, les églises des Assemblées de Dieu qui ont participées sont celle reconnue par Fraternité Mondiale des Assemblées de Dieu.

4 IMPACT DE LA COOPERATION ENTRE ASSEMBLIES OF AMERICAINE ET CONGOLAISE

Les Eglises des Assemblies of God affirme la position sellons laquelle le problème du développement doit être compris au-delà des aspects quantitatifs ou économiques. C'est ainsi, elles ont, pour la plupart, développée en leur sein des départements des œuvres sociales. Mais cet effort est loin de satisfaire les aspirations.

Pour ce faire, les Assemblies of God ont organisent plusieurs actions en faveurs de développement en RDC mais cela reste moins significative par rapport à l'étendue de la république et le temps écoulés.

4.1 L'ŒUVRE MÉDICALE

De son implantation en décembre 1921 à NGBONGBOLOSI les missionnaires américains se lancés dans la prédication de la mission holistique et les actions concrètes fut remarquée dans cette zone. Une groupe prêchent la parole de Dieu les autres soignent le malade. Quelques structures sanitaires étaient créées. Voici quelques structures sanitaires créées ou ayant été appuis par la coopération entre ce deux Assemblies of God.

¹² Rapport de l'Alliance des Assemblées de Dieu d'Afrique (AADA) s'est tenu du 25 février au 1er mars 2013

Tableau N°1: Structures sanitaires implantées AOG USA

	Structures	Initiative		Financement	
		AOGUSA	AOG RDC	AOG USA	AOG RDC
01	DIODI				
02	NADU				
03	DANDA				
04	ANGULEYI				
05	WAMBA MUKE				
06	LONGBO				
07	ANDUDU				
08	TULUBA				
09	KOLU				
10	ITAY				
11	FARADJE				
12	BON SAMARITAIN				
13	KONDIMA				
14	YAHILA				
15	GOMBARI				

Sur 15 structures sanitaires enquêtées de la 12^{ème} AOG, la Mission américaine aurait implantée 3 structures c.-à-d. 20% des structures sanitaires de la 12^{ème} AOG aurait été implantée par la mission américaine à l'époque coloniale. Et 11 sur 15 structures ont déjà réussie une fois un appui de la Mission américaine 73.3% des structures sanitaires de la 12^{ème} AOG aurait été une fois appuyées. La moyenne des infirmiers dans les structures sanitaires enquêtées est de 4 personnes par structure.

Les appuis de la mission d'Assemblies of God américaine dans le cadre de la santé ont été plus focalisées dans la formation (bourse d'étude), dotation des matériels et médicaments (de laboratoire), les fonds pour le travail et financement de la lutte contre le VIH/ sida.

Dans le cadre de la formation la mission d'Assemblies of God des USA aurait financée la formation plus de 7 personnes dans l'ISTM Nyakunde pour la 12^{ème} AOG, et pour le en la dotation en matériels le tableau ci-dessous constitue quelques matériels investit de 1990 à 2013

Tableau N° 2 : matériels investit par AOG USA

N°	MATERIELS	NOMBRE	OBSERVATION
1	MICROSCOPES	15	2013
2	MOTOS	4	1996
3	VEHICULE	1	1996
4	OUTILS DE LA BORATOIRE	FF	1989
5	MEDICATIONS	FF	19786-1989

Les allocations données aux structures sanitaires peuvent s'élever à 22.000 dollars pour seule année 2013. Dans le cadre médical la mission avait gérée le projet SIDA dont le chef de projet fut mademoiselle Nacy VALLEY avec comme dotation une jupe 4X4 et 4 motos dotées par la mission américaine ayant plus de 20 employés au sein du projet. Le présent projet aurait significativement contribué à la réduction des risques de contamination de VIH SIDA dans l'ex Province Orientale.

D'après ce qui est susmentionné nous constatons que la 12^{ème} AOG dans sa coopération avec les Assemblées de Dieu des USA ont mis en la question de la santé dans leurs actions prioritaires, étant donné que cette question est un sujet sensible du développement. D'ailleurs, parmi les outils de mesure de développement d'une nation, l'on prend en compte le volet santé. L'apport de la coopération entre la 12^{ème} AOG et les Assemblées de Dieu américaines serait dans la dotation de matériels pour des soins des santés approprier, des sensibilisations dans plusieurs plans sanitaires, formations des personnes soignantes, dotations des médicaments etc.

4.2 LES INSTITUTIONS SCOLAIRES

C'est la même impression qui se dégage ici puisque les assemblées of God procèdent une gamme variée des institutions scolaire les une laïcs et les autres théologique. En plus de 200 écoles à travers la République peu seulement répond aux normes, (en terme infrastructurelle) et sur 25 écoles enquêtés 10 ayant des bâtiments répondant aux standard ont été construite par les assemblées of God américaine soit 40% des écoles enquêtés.

En dehors des écoles primaires et secondaires la 12^{ème} AOG a deux instituts bibliques et deux écoles bibliques qui forment les serviteurs de Dieu. La mission américaine a appuyé la 12^{ème} AOG dans la formation du niveau supérieur de ses serviteurs 21 pasteurs formés dans le cycle de la licence et 2 dans le programme de la maîtrise en théologie tous à la FATAD Lomé. Plus de 150.000\$ ont été investi pour les formations théologiques de cadres communautaires.¹³

Tableau N°3 : Institutions scolaires construites par la mission américaine¹⁴

N°	Institution scolaire	Territoire	Province
01	MBOLITINI	Kisangani	Tshopo
02	TULUBA Primaire	Isiro	Haut-Uélé
03	TULUBA sec	Isiro	Haut-Uélé
04	KOLU	Isiro	Haut-Uélé
05	GANGA	Rungu	Haut-Uélé
06	WAMBA-MUKE	Niangara	Haut-Uélé
07	BIODI	Dungu	Haut-Uélé
08	MUNGWERE	Watsa	Haut-Uélé
09	ANDUDU	Watsa	Haut-Uélé
10	GOMBARI	Watsa	Haut-Uélé

4.3 LUTTE CONTRE LA PAUVRETÉ

Les Assemblées de Dieu reconnaissent tous que la maintenance de la pauvreté est dû à la mauvaise volonté d'aider les autres, hors la Bible oblige tout chrétien à considérer son confrère comme lui, et le besoin de la solidarité reste imminent pour lutter contre la pauvreté.

Ainsi elles ne considèrent pas la pauvre un vice mais une situation conjoncturelle qui passe. La 12^{ème} AOG pour lutter contre la pauvreté elle a organisée un département des œuvres sociales représente dans chacune des églises locales afin de porter aide aux victimes de situation sociales dramatique. Cela se passe à travers les offrandes de soutien des vulnérables, contribution spontanée et dons cette somme est récoltée pour subvenir aux besoins de personnes vulnérables. Malgré sa taille efflanquée ces contributions favorisent tant soit peu la situation des personnes démunies. Le pauvre ne doit pas souffrir de la pauvreté en silence et la pauvreté ne doit pas être tolérée par ceux qui ont le pouvoir d'y porter quelque changement. Le défi consiste maintenant à mobiliser les actions pour y remédier par ce que la pauvreté n'est pas seulement un manque des besoins de base mais aussi un échec de capacité. Lorsque nous observons la pauvreté de ce point de vue, nous déplaçons l'emphasis des biens. La réduction de la pauvreté devrait permettre la création d'un environnement dans lequel les populations peuvent acquérir un sens total de sécurité humaine.

LUTTE CONTRE LA PAUVRETÉ EN AIDANT LE VULNÉRABLE

Dans la catastrophe naturelle de Virunga la mission américaine aurait déboursé 50.000\$ d'aide d'urgence aux ménages déplacés pour leurs survies et avant cela, dans le génocide Rwandais le département de la mission Africas children aurait appuyé la prise en charge des enfants Rwandais dans la ville de Bukavu et le montant investi par jusqu'à 130000\$. Toujours dans cet ordre l'Eglise nationale fait de multiples contributions pour soutenir ceux qui sont dans des situations plus difficiles.

¹³ Interview avec le vice-président communautaire le 18/10/2017 Kisangani

¹⁴ Enquêtés novembre 2017

4.4 AIDE AU DÉVELOPPEMENT

Les Assemblies of God des USA avaient financé de grands travaux de construction des sept écoles primaires « Tuluba, Kolu, Wamba muke, Ganga, Bodi, Mungbere, et Andudu » et un institut « Tuluba », constructions de centre de santé et léproserie à Andudu et Bodi dont les léproseries ont été fermées laissant que des centre de santé. En plus de ce cas ci-haut cité, depuis 1995 les Assemblies of God américaine ont dotée en aides sanitaires 10 microscope et 5.000 dollars américains par structure dont le montant s'élève à 12.000 dollars¹⁵

Soulignons que da le cadre de cette coopération deux aérodrome ont été construite la mission américaine des Assemblies of God dans le cadre d'évacuation d'urgence des malades à (Andudu et Bodi deux premières grandes concessions que la AGM avait laissée en Afrique) aujourd'hui presque inexistant.

Cependant, le représentant de la mission américaine aurait amené en 2004 les fonds pour la construction de l'école biblique de Bethel qui en réalité était 8.000 dollars mal gérés et la suite n'a jamais été fécond.¹⁶

Soulignons, par ailleurs que dans le cadre de la contribution des Assemblies of God américaine au développement de la R.D Congo, plusieurs réalisations sont à inscrire à l'actif de celle-ci à travers la 12^{ème} AOG. Et cela sous forme des dons. Toutes ces aides font partie de l'ensemble des plans d'aide au développement accordés par les Assemblies of God américaine.

A part cela, il existe d'autres dons ponctuels sous diverses formes, par exemple : des lots de médicaments anti-paludisme. Les premiers lots respectivement d'une valeur de plusieurs millions de francs congolais ont été livrés par Mademoiselle NANCY CLARK coordinatrice des œuvres médicales de la 12^{ème} AOG et missionnaire résidente.

Cependant, en 1988 Mademoiselle NANCY VALLEY a géré un projet AOG SIDA financé exclusivement par la mission américaine dont le retombé ont contribué significativement à la lutte contre le VIH/SIDA dans la partie orientale de la RDC jusqu'à 1998.

4.5 INDICE DE LA COOPÉRATION

REPRÉSENTATION MISSIONNAIRE

A ce sujet, notons que les deux Eglises n'ont pas de représentations réciproques seul les Assemblies of God des USA qui a une représentation permanentant au sein de la 12^{ème} AOG. La mission américaine est présente en RDC durant plusieurs décennies sauf l'interruption de deux décennies (1996 - 2016). Dans ce cadre il y a l'asymétrie représentative qui s'observe.

- Quelques missionnaires américains ayant été en RDC pour la 12^{ème} AOG de 1921 à 2017

MISSIONARIES	ANNÉE DU DEBUT DE TRAVAIL	OBSERVATION
Mr et Mme BLAKENEY	1921	GOMBARI/EVANGELISATION
Mr. BARNEY	1921	GOMBARI/EVANGELISATION
Mr et Mme HART	1923	GOMBARI/EVANGELISATION
Mr et Mme STANELY BERG	1923	GOMBARI/EVANGELISATION
Mr HITCHNER,	1924	GOMBARI/EVANGELISATION
Mme IRA WALKER	1928	GOMBARI/EVANGELISATION
de Mr et Mme LEADER	1929	GOMBARI/EVANGELISATION
Mlle CURRRIE	1929	BETONGWE/ECOLE
Mr et Mme NILSON	1929	BETONGWE/EVANGELISATION
Mr et Mme HARRY DOWNEY	1925	GOMBARI ECOLE ET EVANGELISATION
Mr DOSNEY	1238	NEPOKO
Mr et Mme Herbert GRIFFIN	1947	ANDUDU/EVANGELISATION
Mme Ernest LINDHOLM	1948	ANDUDU/CS ET LEPROSERIE
Mr et Mme Eugène TANNER	1937	NDEYA/EVANGELISATION
Mr et Mme LIONNEL FURMAN	1954	BIODI/EVANGELISATION

¹⁵ Interview avec le trésorier national de la 12^{ème}AOG

¹⁶ Interview avec anciens Ancien Directeur de l'école Biblique Bethel 15 mars 2018

Mr et Mme JACK PRINCE	1956	ANDUNU/CONSTRUCTION
Mlle EDITH MAC LENNAN	1956	BIODI/ DISPENSAIRE ET UNE LEPROSERIE
Mr et Mme DAVID ECK	1956	BIODI/ DISPENSAIRE ET UNE LEPROSERIE
Mr NILSON	1958	PRESIDENT/ ADMINISTRATION
Rév. J.W TUCKER	1960	ISIRO/EVANGELISATION
LILLIAN HOGAN	1963	ISIRO/EVANGELISATION
Mlle GAIL WINTERS.	1963	ISIRO/EVANGELISATION
Mlle AGNES HAMMARBERG		Enseignante/ANDUDU
Mr et Mme PHILIP COCHANE	-	Enseignant/ANDUDU
Mlle LILIANE HOGAN	-	ENSEIGNANTE/ANDUDU
Mlle GAIL WINTERS	-	ENSEIGNANTE/ANDUDU
Mr et Mme LARSY MALCOLM	-	ENSEIGNANT/ANDUDU
Mr et Mme STURGEON	1971	FONDATEUR DE BETHEL/ ISIRO
Mlle PEGGY JOHNSON	1972	ŒUVRE MEDICALE
Mlle JO ANN BUTRIN	1972	ŒUVRE MEDICALE
Mr PHILP	1980	CONSTRUCTION ET FORMATION/ BETHEL
Mlle NANCY SHORES	1980	FORMATION BIBLIQUE/ BETHEL
Mr et Mme ERNEST MARGE JONES	1980	RESPONSABLE DE LA LITERATURE/ KISANGANI
Mr et Mme TANNER	1985	EVANGELISATION/ FORMATION BIBLIQUE
Mr et Mme JIM CONER	1985	FORMATION BIBLIQUE
Mr et Mme WILSON	1988	REPRESENTANT MISSIONNAIRE
Mlle NANCY CLARK	1989	ŒUVRE MEDICALE
Mlle NANCY VALLEY	1989	PROJET AOG/SIDA
Mr et Mme PARTICK	1995	ECOLE BIBILQUE/BETHELE
DE 1996 A 2016 PAS DES MISSIONNAIRES RESIDENTS		
Mlle REBECCA	2016	ECOLE BIBILQUE/IBTAG KIS ¹⁷

- Quelques pasteurs de la 12^{ème} AOG ayant fait la mission aux USA de 1921 à 2017

Pasteur	ANNÉE DE VOYAGE	OBSERVATION
WAULE NESUMAPA	1982	VISITE /EVANGELISATION
ZITOPE	1922	VISITE /EVANGELISATION
BULEMA MANDAMA	1999	VISITE / EVANGELISATION
NONGOYO SUNG	2004	VISITE et CONFERENCE ¹⁸

5 CONCLUSION

En terme de la conclusion, nous affirmons que la coopération transnationale entre les deux églises des Assemblies of God ont produit temps soit peu le développement. Après la décennie 90 les Assemblies of God des USA n'ont presque pas fait des interventions en terme de soutien au développement en RDC à travers sa mission nationalisée (12^{ème} AOG). Mais il est certainement considérable que la nouvelle approche de la mission américaine a intervenue dans le développement dans les constructions des écoles, soutien des structures sanitaires avant la guerre et après 2010.

Les impacts considérables en matière de développement dans cette coopération sont plus vus dans les écoles, structures sanitaires et formation biblique. Cependant par rapport aux temps et entendu de la RDC, ces impacts ne sont pas remarquable raison pour laquelle nous les considérons comme un impact microscopique.

De ce fait, nous suggérons ce qui suit :

¹⁷ Enquête terrain 2018

¹⁸ Idem

- La prise en considération de l'étendue de la RDC et le volume de financement a loué par les Assemblies of God des USA ;
- La transparence et considération mutuelle de coopérant ;
- Approfondissent de recherche dans cette question de coopération entre ces deux églises des Assemblies of God;

REFERENCES

- [1] Awuve Koffi Afetogbo, « les enjeux de la coopération Sino-congolaise », mémoire de l'Ecole Nationale d'Administration du Togo, Lomé p.28, disponible sur www.ena.tg consulté le 19/12/2018. Père LAFONT. E : Actes du colloque « *Foi et développement* », université catholique de Lion 5-6 avril 1997 p13
- [2] DENZIL R. MILLER : D'Azuza à l'Afrique, et de l'Afrique aux nations springfield 2005 p 37
- [3] IKANGA BOSSISSE. H., « L'organisation du travail d'équipe : cas des réunions du comité exécutif des Assemblies of God de la RDC », mémoire de licence en théologie, FATAD (Inédit) 2007
- [4] Mario G. Hoover, « Origine et développement structurale des Assemblées de Dieu », troisième édition (thèse de MA, Missouri State College Southwest, 1968/1988), p. 3.
- [5] T. Ilonga « la gestion des conflits dans le corps pastoral : cas du district ecclésiastique des assemblies of God de Kisangani / Rd congo » p 2 FATAD, 2017 (inédit)
- [6] RUDAHINDWA, R, *le nouveau projet sanitaire Zaïrois*, Ed, Horizon, Kinshasa, 1995, p. 46.
- [7] Assemblées de Dieu USA (1921). *Procès-verbaux du Conseil général des assemblées de Dieu* , p. 68. Accès le 12 octobre 2010
- [8] National Council of Churches (February 14, 2011), "Trends continue in church membership growth or decline, reports 2011 Yearbook of American & Canadian Churches", accessed February 17, 2011.
- [9] Missions Mondiales des Assemblées de Dieu, AGWM "Faits et faits actuels" . Consulté le 19 novembre 2017. Disponible sur [www. ag.org](http://www.ag.org)
- [10] Rapport de l'Alliance des Assemblées de Dieu d'Afrique (AADA) s'est tenu du 25 février au 1er mars 2013
- [11] L'arrêté royal N°708/5 du 12 Mars 1932 (B.O. 1932 pg. 309)
- [12] http://worldagfellowship.org/wp-content/uploads/2011/12/History_of_World_-AG_Fellowship.

Analyse de l'Impact de la Gouvernance sur la Performance: Cas des Banques Marocaines

[Analysis of the Impact of Governance on Performance: Case of Moroccan Banks]

Badr BELKEBIR, Rachid DAANOUNE, and Isam MOUALLIM

Laboratoire de Recherches et d'Etudes en Finance, Audit et Gestion,
Université Abdelmalek Essaadi, ENCG Tanger,
Tanger, Maroc

Copyright © 2018 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 current study examines the relationship between corporate governance mechanisms: Board structure and capital structure on the performance of Moroccan universal banks. It aims to contribute to the literature by providing empirical evidence of the association between banks performance and corporate governance characteristics using panel data analysis on the eight principal banks in Morocco over the period from 2007 to 2016. Findings suggest that on one side role duality, audit committee existence and foreign capital have a significant negative impact on bank performance. On the other side, finding indicates a positive significant relationship between board size, institutional investors and state ownership on bank performance measured by ROAA.

KEYWORDS: Corporate Governance, Bank Governance, Bank Performance, Board of directors, Ownership Structure.

RÉSUMÉ: Cette étude se propose d'analyser empiriquement les effets des mécanismes de la gouvernance bancaire (structure du conseil d'administration et structure de l'actionnariat) sur la performance des banques marocaines par une modélisation économétrique en données de panel construite sur les huit principales banques universelles marocaines portant sur une durée de 10 ans de 2007 à 2016. Les résultats de cette étude montrent que les variables représentant la dualité, l'existence du comité d'audit et les capitaux détenus par les investisseurs étrangers ont un effet statistique significatif et négatif sur la performance bancaire, alors que les variables représentant la taille du conseil, la participation des investisseurs institutionnels et la participation de l'Etat ont un impact statistique significatif positif sur la performance des banques mesurée par le ROAA.

MOTS-CLEFS: Gouvernance d'entreprise, Gouvernance bancaire, Performance Bancaire, Conseil D'administration, Structure de l'actionnariat.

1 INTRODUCTION

Les discussions autour de la gouvernance d'entreprise œuvrent à pallier les conflits d'intérêts entre les dirigeants et les actionnaires et essaient de les minimiser. Ces conflits d'intérêts sont causés principalement par la séparation de la propriété et du contrôle de l'entreprise. Cette séparation est de nature à placer les actionnaires dans une situation défavorable pouvant mener dans certains cas à l'effondrement des entités mal gouvernées. L'histoire économique a d'ailleurs été témoin de plusieurs crises où le système de gouvernance a été tenu comme principal responsable : Enron, Tyco, Worldcom... et au Maroc, le cas du CIH où environ 15 Milliards de dirhams de créances ont été quasi-irrécouvrable.

D'autre part, le secteur bancaire a été sévèrement critiqué pour son rôle dans la dernière crise financière. La faible gouvernance des établissements bancaires est fréquemment identifiée comme étant une cause majeure de cette crise [1]. Les faillites bancaires engendrent d'importantes externalités négatives qui nécessitent parfois des années pour être résorbées.

Au Maroc, le secteur bancaire a un rôle prépondérant dans l'économie. Il est le moteur du financement du développement de l'économie à travers ses deux principales activités : la collecte de l'épargne et l'allocation des crédits. De plus, les banques marocaines se sont engagées ces dernières années dans des projets d'expansion de grandes envergures : développement au Maroc, conquête de l'Afrique et une plus grande présence au niveau international. Par conséquent, l'étude de la gouvernance des banques marocaines acquiert un intérêt majeur.

Ainsi, nous nous focaliserons dans le présent article sur l'étude de l'impact des mécanismes de la gouvernance bancaire, notamment la structure du conseil d'administration et la structure de l'actionnariat, sur la performance des banques marocaines.

La suite de ce document est organisée comme suit : La première section définit le concept de performance bancaire et examine les principales caractéristiques du secteur bancaire marocain. La deuxième section présente une revue de littérature sur la performance bancaire et les principaux mécanismes de la gouvernance bancaires. La méthodologie et les données utilisées sont présentées dans la troisième section. L'analyse et la discussion des résultats font l'objet de la quatrième section. Et finalement, la conclusion résume les principaux résultats de cette recherche, en rappelle les limites et présente des ouvertures.

2 LA PERFORMANCE BANCAIRE

2.1 LE CONCEPT DE LA PERFORMANCE BANCAIRE

En général, la performance exprime le degré d'accomplissement des objectifs fixés par l'entreprise (la banque) tout en étant efficace et efficiente. Elle est dite efficace quand elle atteint les objectifs fixés [2], et efficiente quand elle minimise les coûts et utilise de la bonne manière les ressources disponibles pour atteindre ses objectifs.

2.2 MESURE DE LA PERFORMANCE BANCAIRE

La mesure de la performance est, comme toute autre fonction de contrôle et de gestion, une manière de guider le comportement des acteurs d'une organisation et de les motiver. De plus, une éventuelle amélioration ne peut avoir lieu sans un mécanisme permettant d'avoir un retour sur la performance, car la mesure est la première étape de l'amélioration.

Dans la littérature, la performance bancaire demeure majoritairement appréhendée au travers d'indicateurs quantitatifs financiers (par exemple [3] [4] [5]). Les plus utilisés sont les ratios de rentabilité : la rentabilité des actifs (Return On Assets : ROA) et la rentabilité des capitaux propres (Return on Equity).

Le ROA : cette variable représente la rentabilité des fonds employés et exprime la capacité de ces fonds à créer un certain niveau de bénéfice opérationnel, il rapporte un indicateur de résultat (soit le résultat net de l'exercice RNE ou le résultat avant impôt) au Total Bilan ou encore au Total Bilan moyen de deux années consécutives (l'appellation ROAA est utilisée dans ce cas).

Le ROE : ce ratio indique le niveau de contribution des capitaux propres à la réalisation des résultats. Il mesure, d'une certaine manière, le niveau de rentabilité de l'investisseur. Il rapporte le résultat net de l'exercice aux fonds propres ou aux fonds propre moyen (ROAE dans ce cas). Plus il est élevé, plus les fonds alloués sont plus effectivement utilisés pour assurer un résultat positif.

A l'opposé du compte des résultats, le bilan donne un aperçu à un instant t, il ne fournit pas un aperçu sur les changements ayant eu lieu durant une certaine période mais à la fin de cette période. Pour avoir une mesure précise du rendement des capitaux propres ou des actifs, les analystes financiers préfèrent prendre la moyenne des actifs ou des capitaux propres entre le début et la fin de la période de calcul utilisés pour définir le résultat net.

2.3 PRÉSENTATION DU SECTEUR BANCAIRE MAROCAIN

Le secteur bancaire marocain comprend, à fin 2016, 83 établissements, répartis entre 19 banques, 33 sociétés de financement, 6 banques offshore, 13 associations de micro-crédit et 10 établissements de paiement spécialisés dans

l'intermédiation en matière de transfert de fonds, en plus de la Caisse de Dépôt et de Gestion et de la Caisse Centrale de Garantie.

Tableau 1. Evolution du nombre d'établissements de crédit et organismes assimilés¹

	2012	2013	2014	2015	2016
Banques	19	19	19	19	19
Banques à capital majoritairement étranger	7	7	7	7	7
Banques à capital majoritairement public	5	5	5	5	5
Sociétés de financement	36	35	34	34	33
Sociétés de crédit à la consommation	18	17	16	15	15
Sociétés de crédit-bail	6	6	6	6	6
Sociétés de crédit immobilier	2	2	2	2	2
Sociétés de cautionnement	2	2	2	2	2
Sociétés d'affacturage	2	2	2	2	2
Sociétés de gestion de moyens de paiement	3	3	3	3	3
Autres sociétés	3	3	3	3	3
Nombre total d'établissements de crédit	55	54	53	53	52
Banques offshore	6	6	6	6	6
Associations de micro-crédit	13	13	13	13	13
Etablissements de paiement spécialisés dans l'intermédiation en matière de transfert de fonds	10	9	10	10	10
Autres établissements	2	2	2	2	2
Total	86	84	84	84	83

Il est à noter que les 19 banques sont réparties en quatre catégories :

- Les banques de dépôts classiques, à savoir Attijariwafa Bank, BMCE Bank, BMCI, SGMB et Crédit du Maroc ;
- Le Crédit Populaire du Maroc, constitué de la BCP et de neuf Banques Populaires Régionales ;
- Les ex-Organismes Financiers Spécialisés, à savoir le CAM et CIH Bank
- Et, les autres banques, telles que Citibank, Bank Al Amal, CFG Bank, le Fonds d'Équipement Communal, MédiaFinance, AL BARID Bank.

Ceci limite le nombre de banques dites « universelles » à huit seulement à savoir : Attijariwafa Bank, BCP, BMCE Bank, Crédit du Maroc, SGMB, BMCI, CIH et CAM dont 6 sont cotées en bourse.

Notons que les banques étrangères sont largement présentes dans le tour de table des banques privées. En tête, BNP Paribas, Société Générale France et Crédit Agricole SA détiennent au 31 décembre 2016 respectivement la majorité du capital de la BMCI, de la SGMB et de CDM avec des parts de 66,7%, de 56,94% (à fin 2015) et de 78,7%. Par ailleurs, Grupo Santander est actionnaire dans Attijariwafa Bank à hauteur de 5,3% à travers Santusa Holding ; tandis que le Groupe CM-CIC détient, à travers sa holding la Banque Fédérative du Crédit Mutuel -BFCM-, 26,2% du capital de BMCE Bank.

A l'étranger, les banques marocaines détiennent 41 filiales bancaires en Afrique, disposant près de 1400 agences bancaires réparties sur 25 pays africains, essentiellement au niveau des 2 zones monétaires de l'Afrique de l'Ouest (UMOA) et de l'Afrique Centrale (CEMAC) qui abritent 78% des implantations marocaines en Afrique. Les banques marocaines sont également implantées en Europe et dans les autres continents à travers 3 filiales, 17 succursales et 47 bureaux de représentation, principalement situés en Europe à hauteur de 81%.

Par ailleurs, le système bancaire marocain se caractérise par une forte régulation. Les établissements de crédit et les organismes assimilés sont supervisés par Bank-Al-Maghrib -BKAM- et le Ministère des Finances qui agissent sous la recommandation du Conseil National de la Monnaie et de l'Épargne et du Conseil des Etablissements de Crédit.

¹ Source : BANK AL-MAGHRIB - Rapport annuel sur la supervision bancaire-Exercice 2016. Nous notons que cette situation a actuellement changé avec l'avènement des banques participatives au cours de 2017.

La loi bancaire marocaine confère l'autonomie à BKAM en matière de politique monétaire et de change et renforce son rôle de supervision et de contrôle. Le Gouverneur de BKAM fixe ainsi les proportions à respecter au niveau des ratios prudentiels. De plus, la loi bancaire comprend des principes largement inspirés des recommandations de Bâle II auxquels doivent se conformer les banques marocaines. En outre, les nouvelles normes comptables internationales IAS/IFRS sont obligatoires depuis 2008.

En ce qui concerne Bâle III, La Banque centrale a engagé, au cours de l'année 2012, les travaux pour la mise en place de la réforme Bâle III. Cette réforme regroupe les mesures établies par le comité consécutivement à la crise financière internationale de 2008. Ces mesures visent à améliorer la capacité du secteur bancaire à absorber les chocs dus aux tensions financières ou économique et de diminuer le risque de propagation à l'économie réelle.

3 GOUVERNANCE BANCAIRE ET PERFORMANCE : REVUE DE LITTÉRATURE ET HYPOTHÈSES

La gouvernance des banques est différente de la gouvernance des autres types d'entreprises. Ceci est dû à l'existence des déposants en plus des actionnaires et aussi à la forte réglementation gouvernementale. Ainsi, Macey, [6] suggèrent qu'une vision élargie de la gouvernance devrait être mise en place dans le cas des banques. La gouvernance bancaire implique des mécanismes internes et externes. Les mécanismes internes incluent mais ne se limitent pas à : la structure du conseil d'administration et son efficacité à superviser la gestion globale de la banque, la structure de l'actionnariat et la rémunération des managers. Les mécanismes externes incluent principalement dans le cas des banques la réglementation et les lois en vigueur [7] [8].

En ce qui concerne les mécanismes de gouvernance internes, la littérature se concentre notamment sur l'analyse de la structure du conseil d'administration et la structure de l'actionnariat, deux aspects que nous traiterons dans le présent document.

3.1 LA STRUCTURE DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

Le conseil d'administration est généralement l'organe de gouvernance des entreprises. Sa responsabilité primaire est de s'assurer que l'organisation réalise les objectifs des actionnaires, ce qui fait que le conseil doit rendre compte à ces actionnaires. Le conseil d'administration embauche, licencie et décide de la rémunération du top management [9], ce qui lui permet de protéger les actifs de l'entreprise et les capitaux investis. En plus de la détermination des objectifs de la banque (incluant la génération de revenus pour les actionnaires), le conseil d'administration impacte la manière par laquelle l'équipe de direction gère ses opérations quotidiennes, répond aux obligations de transparence des actionnaires de la banque et prend en considération les intérêts des autres parties prenantes [10].

Selon la réglementation en vigueur (loi, règlements émanant du marché financier, etc), la constitution de conseils d'administration est soumise à certaines exigences : nombre minimum de membres, nombre de comités, comités particuliers, nombre minimum de réunions par période, proportion minimale de membres externes et indépendants des dirigeants, etc. [11].

3.1.1 LA TAILLE DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

Les études réalisées montrent qu'il y a des avis partagés quant à l'impact de la taille du conseil d'administration sur la performance. D'après la théorie d'agence, la grande taille du conseil mène généralement à la domination du CEO et crée éventuellement des conflits d'intérêts entre les membres du conseil d'administration et les managers. Ce qui mène à un conseil d'administration fragmenté et inefficace avec des difficultés de parvenir à un consensus sur les décisions importantes [12]. De plus dans un conseil restreint, les membres sont susceptibles d'être engagés et plus actifs, ce qui résulte à plus d'efficacité et de rapidité. Certains auteurs ont conclu donc que la taille du conseil d'administration est négativement associée à la performance des entreprises. A contrario, d'autres auteurs sont parvenus à dire qu'il y a une relation positive entre la taille du conseil d'administration et la performance. Pour ces derniers, la valeur ajoutée des différents conseils et l'expertise de chaque membre sont plus importants que l'accroissement des problèmes de communication, de coordination et de prise de décision. Le tableau ci-après résume l'apport de quelques études empiriques réalisées dans ce sens :

Tableau 2. *Résultats d'études empiriques portant sur la relation entre la taille du conseil d'administration et la performance*

Références	Résultats
[13]	Il y a une relation négative entre la taille du conseil d'administration et la performance de 58 banques européennes.
[14]	Les auteurs ont montré une relation significative et négative de la taille du conseil d'administration sur la performance des banques thaïlandaises pendant la période 1999-2003
[15]	L'auteur a constaté que les conseils ayant moins de 13 membres sont plus productifs dans les banques nigériennes, en raison des problèmes d'agence.
[16]	Les auteurs ont démontré qu'il existe une relation non significative entre la taille du conseil d'administration et la performance financière
[17]	L'auteur révèle qu'une augmentation de la taille du conseil d'administration a un effet négatif sur la productivité d'un échantillon de 11 banques commerciales en Jordanie entre 2002 et 2009
[18]	Ils ont montré une relation négative entre la taille du conseil d'administration et la performance en analysant les données de panel des banques européennes entre 2002 et 2008
[19]	Sur un échantillon de 35 banques cotées en bourse aux Etats-Unis, ils ont trouvé qu'il y a une relation positive entre la taille du conseil d'administration et la performance
[20]	L'auteur perçoit une influence positive de la taille du conseil d'administration sur la performance de 57 banques cotées dans les pays du conseil de coopération du Golfe
[21]	Sur un échantillon de 212 banques américaines cotées sur la période de 1997-2011, ils trouvent que la taille du conseil d'administration diminue la performance de la banque

De ces faits, nous supposons que :

H 1.1 : Il y a un impact significatif et négatif de la taille du conseil d'administration sur la performance bancaire

3.1.2 LA DUALITÉ

Dans la littérature, il est souvent considéré que lorsque le directeur général occupe, sur la même période, le poste du président du conseil d'administration, celui-ci acquiert suffisamment d'influence sur le fonctionnement de ce dernier et le rend incapable d'accomplir efficacement sa mission (par exemple [12]). [22] ont avancé, sur la base d'une étude réalisée entre 1987 et 1990 sur les grandes banques commerciales américaines, qu'en cas de dualité, l'efficacité et le rendement des actifs de la banque sont plus faibles. [23] ont en revanche trouvé que la dualité impacte significativement et positivement la performance dans le cas des banques Tunisiennes, ceci a été expliqué par le fait de tenir la position du président du conseil d'administration et celle de directeur général aide à mieux appréhender l'environnement interne et externe de la banque. De facto, nous avançons l'hypothèse suivante :

H 1.2 : Il y a un impact significatif et négatif de la dualité sur la performance bancaire

3.1.3 LE COMITÉ D'AUDIT

Pour pouvoir fournir une assurance raisonnable qu'une banque accomplit ses objectifs en ce qui concerne la fiabilité de ses rapports financiers, l'efficacité opérationnelle et le respect des lois et de la réglementation, la banque doit implémenter un système de contrôle interne fiable, surveillé par le conseil d'administration, la direction générale et le comité d'audit de la banque [24]. Le comité d'audit s'assure principalement que le système de contrôle interne et les moyens mis en place sont cohérents et compatibles de façon à permettre la maîtrise des risques. Il veille également à ce que les informations financières destinées au conseil d'administration et aux tiers soient fiables et exactes, de manière que les intérêts légitimes des actionnaires, des déposants et des autres parties prenantes soient protégés. Le comité d'audit s'assure également de l'indépendance des auditeurs internes de façon qu'ils puissent s'acquitter de leurs tâches et d'atteindre leurs objectifs. [25] trouve que le comité d'audit a une influence significative et positive sur la performance d'après une étude réalisée sur 50 banques commerciales de la péninsule arabe, ses résultats sont en lignes avec ceux de [26], [27] et [28]. Par conséquent, nous assumons que :

H 1.3 : L'existence d'un comité d'audit a un impact significatif et positif sur la performance bancaire

3.1.4 LE NOMBRE D'ADMINISTRATEURS ÉTRANGERS

[29] ont trouvé que les administrateurs étrangers impactent positivement la performance des entreprises. Leur étude a couvert plus de 200 entreprises en Norvège et en Suède de 1996 à 1998. Ils affirment que le recrutement d'un membre étranger au conseil d'administration est perçu comme un signal de transparence et de volonté à améliorer la gouvernance. Les administrateurs étrangers peuvent également apporter leur expérience et une nouvelle vision pour la banque. Consécutivement nous supposons que :

H 1.4 : Le nombre d'administrateurs étrangers impacte significativement et positivement la performance bancaire

3.2 LA STRUCTURE DE L'ACTIONNARIAT

3.2.1 LA PARTICIPATION ÉTRANGÈRE

Les études qui s'intéressent à la question de la gouvernance des banques étrangères (par exemple [30], [31]) traitent souvent la question d'efficacité des banques à forte participation étrangère en comparaison avec celles à forte participation locale. En effet, les premières font généralement partie d'un holding bancaire et bénéficient ainsi d'économies d'échelle qui caractérisent ces grandes organisations. Elles tirent aussi profit des relations qu'entretient le groupe avec les multinationales ayant des filiales dans le pays dans lequel est localisée la filiale bancaire. De plus, les banques à participation étrangère importante ont un meilleur accès aux marchés de capitaux, une plus grande capacité de diversifier le risque et de plus grandes opportunités d'offrir leur service aux clients étrangers qui ne sont pas facilement accessibles pour les banques locales grâce à leur image de marque et la relation groupe. De plus, dans les pays en voie de développement, les banques à capital majoritaire étranger peuvent en général importer plus facilement les technologies et les systèmes d'information plus performants.

H2.1 : La participation étrangère influence positivement la performance des banques marocaines

3.2.2 LA PARTICIPATION DES INVESTISSEURS INSTITUTIONNELS

La participation des investisseurs institutionnels (ex : Banques, compagnies d'assurance, les fonds mutuels, les caisses de retraite) est une des composantes importantes de la structure de l'actionariat, car ils ont tendance à acquérir une part importante des capitaux de l'entreprise cible et mettent la pression sur ses directeurs pour la création de la valeur pour les investisseurs [32]. Les institutionnels investissent généralement plus dans les entreprises caractérisées par une liquidité de marché élevée et une faible volatilité du rendement [33], [34], [35], par une meilleure diffusion de l'information [36] et par une meilleure performance managériale [37]. Dans leur étude sur les banques américaine, Violeta Diaz et Mohammad Jafarinejad (2016), ont trouvé que la participation des investisseurs institutionnels, peut jouer, et joue un rôle significatif dans la gouvernance bancaire en améliorant la rentabilité et la performance. Par conséquent nous supposons que :

H2.2 : La participation des investisseurs institutionnels impacte positivement la performance des banques marocaines

3.2.3 LA PARTICIPATION DE L'ÉTAT

En se basant sur les hypothèses de la théorie d'agence, les banques publiques seraient moins impactées par l'effet disciplinaire des marchés financiers. Ceci encouragerait leurs directeurs de poursuivre leurs propres intérêts au dépend des intérêts de leurs institutions. Les banques privées sont soumises en revanche à une très grande pression de leur environnement, ce qui pourrait réduire l'inefficacité de ces banques. [38] montrent que dans les pays en voie de développement, la participation de l'Etat dans les banques commerciales est un fait commun et une cause claire de leur inefficacité. De facto, nous supposons :

H2.3 : La participation de l'Etat influence négativement la performance des banques

4 DONNÉES ET MÉTHODOLOGIE

4.1 LES DONNÉES

Les données pour cette étude sont relatives aux huit banques universelles marocaines durant la période 2007-2016. Elles ont été obtenues de la base de données Fitch Connect, des rapports annuels et des documents d'information publiés sur le site de l'Autorité Marocaine du Marché des Capitaux. Les données ont été recensées pour la même période sans observations manquantes, l'échantillon est donc équilibré.

4.2 LA MÉTHODOLOGIE

Afin de tester les hypothèses, nous avons utilisé une approche quantitative pour examiner l'effet des mécanismes de gouvernance sur la performance bancaire. Les mécanismes de gouvernances que nous avons testés incluent : La structure du conseil d'administration (taille, dualité, le comité d'audit et le nombre des administrateurs étranger) et la structure de l'actionnariat (% des capitaux étranger, % de participation des investisseurs institutionnels et la participation de l'Etat). La performance des banques est mesurée quant à elle par le ROAA. Le tableau ci-après reprend les variables dépendantes et indépendantes, leur mode de mesure et les signes d'impact attendus :

Tableau 3. Modèle de recherche

Variables	Mesures	Références	Hypothèses
Variable dépendante			
Rendement des actifs (ROAA)	La rentabilité des actifs moyens (Return on Assets) calculée avec le rapport entre le résultat net et l'actif total moyen	[39]	
Variables indépendantes			
La Taille du conseil d'administration (Board Size)	Nombre des administrateurs dans le conseil d'administration	[19], [14], [20]	-
La dualité (Duality)	Variable binaire qui prend la valeur de 1 si le président-directeur général exerce la fonction président du conseil d'administration, 0 autrement	[23], [40], [41]	-
Les administrateurs étrangers (Foreign Directors)	Le % des administrateurs de nationalité étrangère	[23]	+
Le comité d'audit (Audit Committee)	Variable binaire qui prend la valeur de 1 en cas d'existence d'un comité d'audit, 0 autrement	[42]	+
La participation étrangère (Foreign Capital)	Le % des capitaux détenus par des entreprises étrangères	[30], [31]	+
La participation des investisseurs institutionnels (Institutional Ownership)	Le % des capitaux détenus par des investisseurs institutionnels	[32], [43]	+
La participation de l'état (State Ownership)	Le % des capitaux détenus par l'état	[38]	-

Puisque les variables explicatives doivent être indépendantes, nous avons réalisé une analyse des corrélations. L'examen de la matrice des corrélations nous a permis de valider toutes les variables à l'exception du pourcentage des administrateurs étrangers qui présente une corrélation supérieure à 0.8 avec la participation de l'Etat et la participation des investisseurs étrangers. Consécutivement, cette variable a été écartée du modèle.

Pour déterminer la méthode d'estimation adéquate des équations, nous avons réalisé certains tests sur données de panel, à savoir le test de présence d'effets individuels, le test d'Hausman, les tests d'hétéroscédasticité inter et intra-individuels et en fin le test de Wooldrige.

Ces tests ont permis de détecter la présence d'effets individuels fixes, d'hétéroscédasticité et d'autocorrélation des erreurs. Nous optons ainsi pour la méthode à effet fixe avec une pondération « Cross-Section SUR » sur E-views qui estime par la méthode des moindres carrés réalisables et généralisés. Nous notons que la spécification SUR est un exemple de ce qui est parfois appelé l'estimateur de Parks.

5 RÉSULTATS ET DISCUSSION

5.1 STATISTIQUES DESCRIPTIVES

Les caractéristiques des variables de l'échantillon sont reprises dans le tableau suivant :

Tableau 4. Statistiques descriptives

Variables	Observations	Moyenne	Min	Max	Ecart-type
ROAA	80	1.07%	0.15%	6.36%	0.0071
Board Size	80	11.26	7	15	1.9793
Duality	80	0.48	0.0	1.0	0.5025
% foreign directors	80	30.96%	0.00%	66.67%	0.2280
Audit Committee	80	0.91	0	1	0.2843
Foreign Capital	80	29.32%	0.00%	78.70%	0.2985
Institutional ownership	80	21.93%	0.00%	57.68%	0.1693
State ownership	80	22.90%	0.00%	88.00%	0.3166

Les statistiques descriptives montrent que les banques marocaines ont réalisé durant la période de l'étude un ROAA moyen de 1.07% avec un minimum de 0.15% et un maximum de 6.36%.

La taille des conseils d'administration varie entre 7 et 15 avec une moyenne de 11. Les banques marocaines optent légèrement plus pour la séparation de la fonction du directeur général et du président du conseil d'administration. Les directeurs étrangers représentent pour leur part en moyenne 30.9% de l'ensemble des membres des conseils d'administration.

Concernant l'existence du comité d'audit au sein du conseil d'administration, la majorité des banques marocaines disposent d'un comité d'audit, avec une moyenne de 0.91. En effet à partir de 2014 et en application de la directive 1/W/2014 sur la gouvernance de Bank Al Maghrib, toutes les banques ont pris les mesures nécessaires pour avoir un comité d'audit rattaché au conseil d'administration.

La participation des investisseurs institutionnels est de 21.9% en moyenne avec un maximum de 57.68%. L'Etat a quant à elle une participation moyenne (direct ou indirect) de 22.9% avec un maximum de 88%. Les investisseurs étrangers détiennent pour leur part 29.3% des capitaux des banques marocaines.

5.2 RÉSULTATS DE LA RÉGRESSION

Les résultats de la régression sur donnée de panel sont obtenus en prenant le ROAA comme variable dépendante et les autres variables de la gouvernance comme variables explicatives. Ils sont présentés dans le tableau 5.

Les résultats montrent que la variable dépendante est bien expliquée par les variables indépendantes dans ce modèle avec un R^2 de 0.9922% et un R^2 ajusté de 0.9907. La statistique de Fisher est également significative avec 649.2 et une p-valeur de 0, confirmant que les variations de la variable dépendante sont adéquatement expliquées par les variables explicatives.

Ces résultats montrent également que les variables représentant la dualité, l'existence du comité d'audit et les capitaux détenus par les investisseurs étrangers ont un effet statistique significatif et négatif sur la performance bancaire, alors que les variables représentant la taille du conseil, la participation des investisseurs institutionnels et la participation de l'Etat ont un impact statistique significatif positif sur la performance bancaire.

Tableau 5. Résultats de la régression

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.027239	0.003210	8.484606	0.0000
BOARD_SIZE	0.000167	6.66E-05	2.505325	0.0147
DUALITY	-0.027081	0.005859	-4.622285	0.0000
AUDIT_COMMITTEE	-0.005261	0.000474	-11.09693	0.0000
INSTITUTIONAL_OWNERSHIP	0.007333	0.002432	3.015924	0.0036
STATE_OWNERSHIP	0.004258	0.001910	2.229245	0.0292
FOREIGN_CAPITAL	-0.011066	0.002065	-5.358354	0.0000
Effects Specification				
Cross-section fixed (dummy variables)				
Weighted Statistics				
R-squared	0.992241	Mean dependent var		2.975070
Adjusted R-squared	0.990713	S.D. dependent var		19.48227
S.E. of regression	1.071879	Sum squared resid		75.82903
F-statistic	649.2638	Durbin-Watson stat		2.132482
Prob(F-statistic)	0.000000			
Unweighted Statistics				
R-squared	0.635192	Mean dependent var		0.010661
Sum squared resid	0.001441	Durbin-Watson stat		2.159952

5.3 DISCUSSION

Les résultats du modèle indiquent qu'il y a un impact significatif positif de la taille du conseil d'administration sur la performance. Ceci est consistant avec les conclusions de [19] et [20] et contredisent les résultats de [17] et [16] et va à l'encontre de notre hypothèse. Ceci peut être expliqué par le fait que la valeur ajoutée des différents conseils et l'expertise de chaque membre sont plus importants que l'accroissement des problèmes de communication, de coordination et de prise de décision.

La dualité a quant à elle un impact significatif négatif sur la performance bancaire ce qui confirme notre hypothèse et vient à l'opposé des résultats de [23]. En effet, lors de l'accumulation de la fonction de directeur général et du président du conseil, trop de pouvoir est concentré entre les mains d'une seule personne [11] et ceci permet de contrôler l'information qui sera utilisée par les membres du conseil d'administration dans la prise de décision et empêche le conseil d'administration d'accomplir convenablement sa mission.

Pour sa part, l'effet de l'existence d'un comité d'audit sur la performance est négatif, ce qui veut dire que les banques ne disposant pas d'un comité d'audit rattaché au conseil d'administration ont une meilleure performance que celle des autres. Ce résultat est en contradiction avec notre hypothèse. Cependant, cet effet négatif peut être attribué au manque d'expertise des membres du comité d'audit et au fait que ce comité n'aide pas effectivement le conseil d'administration dans la gouvernance de la banque, causant un effet négatif sur la performance des banques.

Conformément à notre hypothèse, la participation des investisseurs institutionnels a un impact significatif positif sur la performance des banques marocaines et confirme l'apport de Violeta Diaz et Mohammad Jafarinejad (2016). En effet, la participation des institutionnels semble pousser les dirigeants à mieux agir dans l'intérêt de la banque vu qu'ils peuvent avoir une influence sur le conseil d'administration et une meilleure vue sur l'activité de la banque.

Contrairement à notre hypothèse, la participation de l'Etat semble avoir un impact positif sur la performance bancaire. Ceci pourrait être dû à la prise en considération dans notre étude de la participation de l'Etat directement et indirectement à travers des institutions Etatiques (la Caisse de Dépôt et de gestion par exemple), mais aussi par le fait que les banques ayant une participation Etatique pourrait être privilégié pour le financement de certains projets et certaines entreprises ayant un poids important dans l'économie marocaine.

Finalement, la participation étrangère a un impact significatif négatif sur les banques, contredisant ainsi notre hypothèse. Les banques à forte participation étrangère pourraient certes tirer profit des relations de la maison mère, mais elles peuvent être pénalisées en ce qui concerne les relations avec les grandes entreprises marocaines ayant un poids important dans l'économie marocaine.

6 CONCLUSION

La gouvernance bancaire dans les pays émergeant est d'une importance cruciale vu que les banques détiennent une position dominante dans le système financier de ces pays. L'effondrement de ce système pourrait avoir des répercussions très grave sur l'économie et prendrait des années pour être résorbé.

Ce document examine l'effet des mécanismes de gouvernance liés au conseil d'administration et la structure de l'actionnariat sur la performance des banques marocaines. Il donne un aperçu sur les pratiques de gouvernance dans les principales banques universelles marocaines et leur impact sur la performance mesurée par le ROAA. Cet impact a été analysé en utilisant une modélisation en donnée de panel sur la période 2007 à 2016.

Les résultats de cette étude indiquent que les variables représentant la dualité, l'existence du comité d'audit et les capitaux détenus par les investisseurs étrangers ont un effet statistique significatif et négatif sur la performance bancaire, alors que les variables représentant la taille du conseil, la participation des investisseurs institutionnels et la participation de l'Etat ont un impact statistique significatif positif sur la performance bancaire. Il en ressort que la nature de l'impact des mécanismes de la gouvernance sur la performance bancaire présente des résultats divergents.

Ces résultats montrent que dans le but d'améliorer la performance des banques marocaines, un conseil d'administration devrait comprendre des profils différents ayant de l'expertise pour que la valeur ajoutée de chaque membre soit plus importante que l'accroissement des problèmes de communication, de coordination et de prise de décision. De plus, les fonctions de directeur général et de président du conseil d'administration devraient être séparées et le comité d'audit devrait comprendre des membres avec de l'expertise dans le domaine afin que le comité puisse remplir convenablement ses fonctions.

Les résultats suggèrent également que les actionnaires devraient activement prendre part dans l'établissement des principes de bonne gouvernance dans le but d'avoir une meilleure performance et des profits durables. Pour leur part, les banques à capital étranger dominant devraient mieux tirer profit de la relation groupe et des nouvelles technologies qu'ils peuvent importer et devrait s'immiscer plus dans les projets de développement au Maroc pour qu'ils puissent acquérir de nouvelles parts de marché.

Cette étude présente bien évidemment certaines limites, la première concerne la taille de l'échantillon, l'étude a été faite sur un échantillon restreint, quelle que soit la sophistication des techniques économétriques mises en œuvre, elle ne peut pallier le manque d'observations. La deuxième serait l'utilisation d'autres mesures de la performance pour confirmer les résultats trouvés (ROE/ Q de Tobin...).

A l'instar de toute étude empirique, cette recherche ne peut prétendre à l'exhaustivité. Certains points non explorés peuvent constituer des pistes de recherches intéressantes notamment :

- L'intégration d'autres variables de gouvernance (réglementation, participation des directeurs dans le capital, rémunération des managers, comité de risque...) et de mesure de la performance ;
- L'analyse de l'expertise des membres constituants les conseils d'administration des banques marocaines et des différents comités ;
- La comparaison avec les pratiques dans d'autres pays.

REFERENCES

- [1] Kirkpatrick, G., 2009. The Corporate Governance Lessons from the Financial Crisis, *Financial Market Trends*, vol. 1, OECD
- [2] Olivier de La Villarmois, 2001, Le concept de performance et sa mesure : un Etat de l'art, *Les Cahiers de la Recherche CLAREE Centre Lillois d'Analyse et de Recherche sur l'Evolution des Entreprises*, UPRESA CNRS 8020
- [3] Yao J-M., (2005). Approche Econométrique des Déterminants de la Rentabilité des Banques Européennes. MPRA Paper No. 17368, [En ligne] <http://mpa.ub.uni-muenchen.de/17368/>
- [4] Heffernan, S. & Fu, X. (2010). Determinants of financial performance in Chinese banking. *Applied Financial Economics*, 20(20), 1585-1600
- [5] Ongore, V.O. & Kusa, G.B. (2013). Determinants of Financial Performance of Commercial Banks in Kenya. *International Journal of Economics and Financial Issues*, Vol. 3, No. 1, 2013, pp.237-252.
- [6] Macey, J.R. and O'Hara, M. (2003) The Corporate Governance of Banks. *Economic Policy Review*, 91-107.
- [7] Tandililin, E., Kaaro, H., Mahadwartha, P.A., & Supriyatna. (2007). Corporate governance, risk management and bank performance: Does Type of Ownership matter? EADN Working Paper No. 34.
- [8] Weir, C. and Laing, D. (2000) "The performance-governance relationship: the effects of Cadbury compliance on UK-quoted companies", *Journal of Management and Governance*, pp: 265-81.
- [9] Johnson, G., Scholes, K., and Whittington, R. (2008). *Exploring Corporate Strategy*, 8th Edition. Essex, England: Pearson Education Limited.
- [10] Basel Committee on Banking Supervision (2005). *International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: A Revised Framework*, Updated November 2005. Bank for International Settlements Publications
- [11] BELKHIR Mohamed (2007). « La Gouvernance Bancaire : Analyses Théoriques Et Etudes Empiriques », Thèse de Doctorat en Sciences de Gestion, Université d'Orléans
- [12] Jensen, M. C. (1993) The modern industrial revolution, exit, and the failure of internal control systems, *Journal of Finance*, 48, 831-880.
- [13] Staikouras, P., Staikouras, C. and Agoraki, M.E., 2007, "The effect of board size and composition on European bank performance". *European Journal of Law and Economics*, vol.23,pp. 1-27.
- [14] Pathan, S., Skully, M. and Wickramanayake, J., 2007, "Board size, independences and performance: An analysis of Thai banks". *Asia-Pacific Financial Markets*, vol. 14, pp. 211-227
- [15] Fadare, S., 2011, "Banking Sector Liquidity and Financial Crisis in Nigeria". *International Journal of Finance and Economics*, Vol. 3, No. 5, pp. 199-215
- [16] Pathan, S. and Skully, M., 2010, "Endogenously structured boards of directors in banks". *Journal of Banking and Finance*, vol. 34, pp. 1590-1606.
- [17] Al-Hawary, S 2011, 'The Effect of banks governance on banking performance of the Jordanian commercial banks Tobin's q model' *International Research Journal of Finance and Economics*, no. 71 (2011).
- [18] Kiel, G.C. and Nicholson, G.J., 2003, " Board composition and corporate performance: how the Australian experience informs contrasting theories of corporate governance". *Corporate Governance*, Vol. 11, n° 3, pp 189- 205.
- [19] Adams, R.B. and Mehran, H., 2012, "Bank board structure and performance: Evidence for large bank holding companies". *Journal of Financial Intermediation*, vol. 21, pp. 243-267
- [20] Tai, L., 2015, "The Impact of Corporate Governance on the Efficiency and Financial Performance of GCC National Banks". *Middle East Journal Of Business*, vol. 10, n° 1.
- [21] Pathan, S., and Faff, R., 2013, "Does Board Structure in Banks Really Affect their Performance?". *Journal of Banking and Finance*, vol. 37, pp. 1573-1589.
- [22] Pi, L. and Timme, S.G., 1993, "Corporate control and bank efficiency ", *Journal of Banking and Finance*, Vol. 17, pp.515-530.
- [23] Hajer, C. & Anis, J. J Knowl Econ (2016). "Analysis of the Impact of Governance on Bank Performance: Case of Commercial Tunisian Banks". <https://doi.org/10.1007/s13132-016-0376-6>
- [24] Arouri, H., Hossain, M. and Muttakin, M.B. 2011, Ownership structure, corporate governance and bank performance: Evidence from gcc countries, *Corporate Ownership and Control*, vol. 8, no. 4 D, pp. 365-372
- [25] Al-Baidhani, Dr. Ahmed, The Effects of Corporate Governance on Bank Performance: Evidence from the Arabian Peninsula (May 22, 2013). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2284814> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2284814>
- [26] Pincus K, M. Rusbarsky et J. Wong, (1989), "Voluntary formation of corporate audit committees among NASDAQ firms", *Journal of Accounting & Public Policy*, n° 8, pp. 239-265
- [27] Anderson, K. L., Deli, D. N., & Gillan, S. L. (2003). Boards of directors, audit committees, and the information content of earnings.
- [28] Barth, J.R., Caprio, Jr.G, Levine, R., 2004a. Bank regulation and supervision: what works best?" *Journal of Financial Intermediation* 13, 205-248.

- [29] Oxelheim, L. and T. Randøy. The Impact of Foreign Membership on Firm Valuation. *Journal of Banking and Finance* 27(12): 2369-2392.
- [30] Claessens, Stijn, Demirgüç-Kunt, Asli, Huizinga, Harry, 2001. How does foreign entry affect the domestic banking system? *Journal of Banking and Finance* 25, 891–911.
- [31] Berger, A., R. DeYoung, H. Genay, and G. Udell, 2000, "Globalisation of Financial Institutions: Evidence From Cross-Border Banking Performance" *Brookings-Wharton Papers on Financial Service* 3, 23-120.
- [32] Shleifer, Andrei and Robert W. Vishny. 1986. Large shareholders and corporate control. *Journal of Political Economy* 94(3): 461-488.
- [33] Badrinath, S. G.; J. R. Kale; and H. E. Ryan. "Characteristics of Common Stock Holdings of Insurance Companies." *Journal of Risk and Insurance*, 63 (1996), 49-76.
- [34] Falkenstein, E. G. (1996). Preferences for stock characteristics as revealed by mutual fund portfolio holdings. *The Journal of Finance*, 111-135
- [35] Huang, J. (2014). Dynamic liquidity preferences of mutual funds. In *AFA 2009 San Francisco Meetings Paper*.
- [36] Bushee, B. J., & Noe, C. F. (2000). Corporate disclosure practices, institutional investors, and stock return volatility. *Journal of Accounting Research*, 171-202.
- [37] Parrino, R., Sias, R. W., & Starks, L. T. (2003). Voting with their feet: Institutional ownership changes around forced CEO turnover. *Journal of financial economics*, 68(1), 3-46
- [38] Rafael La Porta & Florencio Lopez-De-Silanes & Andrei Shleifer, 2002. "Government Ownership of Banks," *Journal of Finance*, American Finance Association, vol. 57(1), pages 265-301, 02.
- [39] Mihaita-Cosmin Popovici, 2014. "Measuring Banking Efficiency By Using Roaa And Roae: Evidence From The European Union," *CES Working Papers*, Centre for European Studies, Alexandru Ioan Cuza University, vol. 6(1), pages 146-153, March.
- [40] Sirine Toumi. L'impact des mécanismes de gouvernance dans la gestion des risques bancaires et la performance des banques. "Cas de la France, l'Allemagne et le Japon". *Economies et finances*. Université Côte d'Azur, 2016. Français. (NNT: 2016AZUR0031. tel-01483783).
- [41] El-Chaarani, Hani, The Impact of Corporate Governance on the Performance of Lebanese Banks (2014). *The International Journal of Business and Finance Research*, v. 8 (5) p. 35-46, 2014. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2456004>.
- [42] El-Masry, Ahmed A.; AbdelFattah, Tarek Mohamed Hassan; Elbahar, Ehab. / Corporate governance and risk management in GCC Banks. In: *Corporate Ownership and Control*. 2016; Vol. 13, No. 3. pp. 8-16
- [43] Kouki, Mondher & Mabrouk, Lamia. (2016). Bank Governance, Regulation and Risk Taking: Evidence from Tunisia. *International Finance and Banking*. 3. 122. 10.5296/ifb.v3i2.9596.

