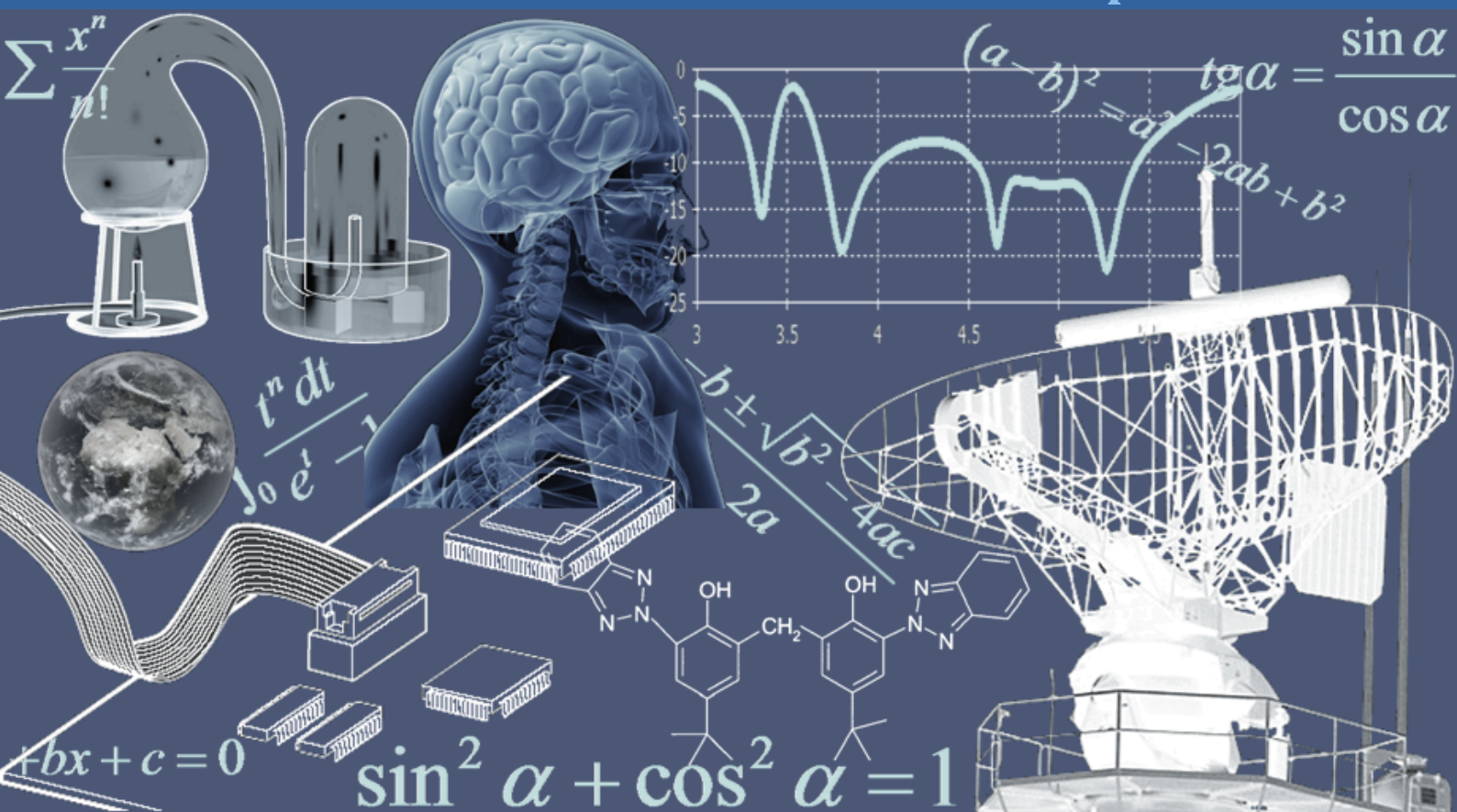


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND APPLIED STUDIES

Vol. 17 N. 4 September 2016



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.

Table of Contents

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE UN MODELO PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS DE LOS DOCENTES BIMODALES	1062-1072
Among Simulation and Modal Theories - Drawing with Characters: Concept and Value	1073-1079
REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE: DELIQUESCENCE ETATIQUE ET RECONSTRUCTION NATIONALE POST-ELECTIONS	1080-1096
EXISTENCE D'UNE RELATION ETROITE ENTRE L'ALTERNANCE DES SAISONS ET LES PHENOMENES EXTREMES (ETIAGE ET CRUE) DU FLEUVE CONGO EN REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO	1097-1104
THE IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON THE DISCHARGE OF OSSE-OSSIOMO RIVER BASIN, SOUTH-WEST, NIGERIA	1105-1113
Potential and Viability of Chilli Cultivation Using Fertigation Technology in Malaysia	1114-1119
Antifungal activity of oregano essential oil and thymol against some fungi isolated from corn grains	1120-1124
Developing Partnership Program between Polytechnic and Industry in the Remote Area: A Strategy to Improve Graduates Quality	1125-1131
Profil épidémiologique des traumatismes crâniens chez l'enfant, ayant entraîné une hospitalisation	1132-1140
Le Syndrôme d'Apple-Peel: Expérience du service des urgences chirurgicales pédiatriques (A propos de 3 cas)	1141-1148
Prévalence du Staphylococcus aureus isolé à partir des fientes de poulet de chair en élevage dans la région de Rabat - Salé - Kénitra (Maroc)	1149-1154
L'audit externe des collectivités territoriales à la lumière des réformes d'aujourd'hui	1155-1163
Le rôle de la dimension relationnelle dans la fidélisation des clients: Cas du secteur des télécommunications au Maroc	1164-1176
Effet de pression sur la force appliquée sur un aéro-turbine	1177-1182
Facteurs favorisant les accouchements à domicile dans la Zone de Santé rurale de Lemera au Sud-Kivu, en RD Congo	1183-1189
Niveau d'acceptabilité de la planification familiale dans la Zone de Santé de Kadutu à l'Est de la RD Congo	1190-1197
Gestion communautaire des conflits et promotion de la paix: Connaissances, attitudes, pratiques de populations du Territoire de Masisi en Province du Nord Kivu	1198-1208
Grounded Research on Business Strategy and Performance	1209-1215
Intégration des défauts de forme dans une méthode au pire des cas d'analyse des tolérances	1216-1222
Discrimination with recruitment in the Tunisian subsidiaries of multinationals	1223-1230
Effet de la lumière des trouées de la canopée sur le potentiel et la dissémination de Gnetum africanum dans les écosystèmes forestiers congolais	1231-1241
Evaluation des paramètres biochimiques du moût de sorgho durant dix-huit heures de fermentation discontinue	1242-1250
Etude de l'impact d'une distribution active des Moustiquaires imprégnées d'insecticides à longue durée d'action (MILDA) sur le taux d'utilisation et la transmission du paludisme en milieu rural au sud de la Côte d'Ivoire	1251-1262
Identification et quantification de mycotoxines détectées à partir de différentes souches de champignons cultivés sur milieu de culture PDA en présence des œufs d'Achatina fulica (Bowdich)	1263-1274
Variabilité génétique, héritabilité et corrélations entre les caractères phéno-morpho-physiologiques et agronomiques des populations F ₂ de blé dur (Triticum durum Desf.)	1275-1285
BIOFOR Régulateur de Santé	1286-1293
Performances de croissance du poisson-chat Africain Clarias jaensis Boulanger, 1909 (Pisces : Clariidae) en étangs fertilisés des fientes de poules et des lisiers de porcs	1294-1301
Cartographie de la vulnérabilité au choléra dans des quartiers défavorisés de la ville Abidjan	1302-1312
Etude hydrodynamique et évolution des paramètres environnementaux (la température, le pH et l'oxygène dissous) de la station d'épuration des eaux usées de Parakou (République du Bénin)	1313-1323

Effet de la densité de mise en charge sur les performances de croissance du poisson chat africain <i>Clarias</i> <i>jaensis</i> Boulanger, 1909 (Pisces : Clariidae) en étang	1324-1333
LE BASCULEMENT GEOPOLITIQUE DES PROVINCES FRONTALIERES EN REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO : OPPORTUNITE OU MENACE	1334-1349
Evaluation de l'impact de la dégradation de la forêt claire Miombo sur la diversité de la faune de litière (R.D. Congo)	1350-1357
Modélisation numérique du transport de solutés : prévision des risques de contamination de la nappe des Niayes (Sénégal) par les pesticides	1358-1372
ÉDUCATION À L'ENVIRONNEMENT ET À LA SANTÉ EN MILIEU SCOLAIRE	1373-1383
Etude du comportement de dix (10) variétés de patate douce cultivées à Bongor en saison sèche	1384-1390
PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES D'UN REGIME ALIMENTAIRE A BASE DE DECHETS D'ALGUES BIOTRANSFORMES SUR LA CROISSANCE DES OVINS	1391-1399
The Causes of Intimate Partner Violence in Babati District	1400-1406
Caractérisation pétro-sédimentaire du cordon littoral fossile émergé de Vridi Ako (Abidjan, Côte d'Ivoire)	1407-1415
Conséquences de la culture de l'anacardier (<i>Anacardium occidentale</i> L.) sur les caractéristiques de la végétation dans la région du Parc National de la Comoé (Côte d'Ivoire)	1416-1426
The Secrets of The Circular Motion	1427-1433
INVESTIGATION OF THE USE OF GENERATING SETS AS ALTERNATIVE SOURCE OF POWER SUPPLY IN RESIDENTIAL BUILDINGS	1434-1443

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE UN MODELO PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS DE LOS DOCENTES BIMODALES

[THEORETICAL FOUNDATIONS OF A MODEL FOR BIMODAL FACULTY SKILLS DEVELOPMENT]

Gilda Alcivar de Gilbert¹, Luisa Noa Silverio², and Giraldo León Rodríguez³

¹Vicerectora Docente, Universidad Ecotec, Guayaquil, Ecuador

²Facultad de Enseñanza a Distancia, Universidad de la Habana, La Habana, Cuba

³Coordinador Enseñanza Online, Universidad Ecotec, Guayaquil, Ecuador

Copyright © 2016 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 development of information technology and communications consolidate a multimedia, multi-itinerary highway with new roads to manage knowledge, share best practices, and learn formally or informally, to acquire the competences required. University education in the twenty-first century is at the epicenter of this epistemological hurricane. As a part of this problem, the question arises – bimodal teachers at universities, teaching in the classroom mode and distance, have the necessary competencies? The main objective of this work is to give the first answers to how to achieve the continuous improvement of bimodal university teacher competencies so that they can take current and new roles in contemporary education. As a result of current research, teaching competencies are conceptualized; the main challenges and shortcomings of the bimodal teachers are identified: the theoretical and conceptual design for a model to the continuous improvement of the skills of these teachers in order to respond to current and future challenges – is exposed.

KEYWORDS: teachers competencies, bimodal faculty.

1 INTRODUCCIÓN

A inicios del siglo XXI ya se destacan grandes cambios en la forma de concebir el mundo, incluso el universo. Se está produciendo un intenso proceso de convergencias teóricas y tecnológicas en el cual diferentes ramas del saber se funden, integran, colaboran alcanzando logros nunca antes pensados. Este proceso no será temporal ni pasajero, sino que, de seguro, será incremental. O sea, los nuevos hitos a partir de esta convergencia, servirán de nuevo escalón hacia otros horizontes a una velocidad con crecimiento exponencial.

Tal y como expresa en la referencia [1], “se ha producido una explosión de riqueza de datos y recursos, disponibles tanto para los individuos como para las empresas que se convierten en consumidores de contenido digital y, a su vez, en productores de dichos recursos”. Paralelamente, el desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones están consolidando una gran autopista multimedial, multidesfío, multi-itinerario en la cual surgen nuevas vías y formas de gestionar el conocimiento, compartir buenas prácticas, aprender formal o informalmente y adquirir las competencias requeridas para poder, en un mundo cada vez más globalizado, darse a conocer, lograr un empleo y desarrollar dichas competencias en la profundidad y dirección requerida.

En la referencia [2] se introduce la expresión de “gestión del aprendizaje a la velocidad de la vida” lo cual refleja el reto que tienen los actuales docentes y empresarios ante un verdadero cambio de época y el tener ya en sus aulas y empresas a

los “millennials”, generación cuyo nacimiento se enmarca entre 1980 al 2000 y que se caracteriza por haber nacido en el entorno de internet, que requieren, necesitan espacios de reflexión, creatividad y colaboración.

La educación en el siglo XXI y, más específicamente la educación superior; las universidades, se encuentran en el epicentro de este huracán epistemológico como sujeto y objeto. O sea, es en las universidades donde, por ahora mayoritariamente, se desarrollan las investigaciones y surge el nuevo conocimiento. Pero, a su vez, las universidades están bajo la mira de la sociedad en su conjunto exigiendo, cada día más, una mayor velocidad de respuesta respecto a la calidad de sus graduados y a la solución de los acuciantes problemas que constantemente conmocionan a la humanidad.

El rol del docente ha cambiado. De ser el centro, el que transmitía los conocimientos, se ha convertido en mediador, facilitador, orientador, acompañante en un proceso de enseñanza aprendizaje orientado no al docente, sino al estudiante, el cual construye su conocimiento, adquiere las competencias a partir de aquello que le es verdaderamente significativo.

Los docentes bimodales son aquellos que ejercen la docencia universitaria en la modalidad presencial y a distancia, por lo que es imprescindible hacerse el siguiente cuestionamiento:

¿Reúnen las competencias necesarias para ubicar en el centro del proceso a los estudiantes y conducirlos a “aprender a aprender”, “aprender a desaprender”, “aprender a emprender” y “aprender a arriesgarse”? [3]

Por todo lo anterior, el objetivo del presente trabajo es dar respuesta a la siguiente pregunta:

¿Cómo lograr el desarrollo continuo de las competencias de los docentes bimodales universitarios de forma tal que puedan asumir los actuales y nuevos roles en la educación superior contemporánea?

2 DESARROLLO

Con vistas a profundizar en el problema planteado, inicialmente se exponen algunas definiciones de competencia reflejadas en la literatura, así como de competencias docentes, se brindan algunas agrupaciones de las mismas y se caracteriza el contexto asociado a la convergencia de tecnologías y modalidades de enseñanza. Finalmente, para contribuir a la solución de la problemática planteada, se fundamenta teóricamente el diseño de un modelo para el desarrollo continuo de las competencias de los docentes bimodales; se identifican sus principios, cualidades, enfoques y premisas.

2.1 DEFINICIONES DE COMPETENCIA

A continuación, es necesario reflejar algunas definiciones de competencia encontradas en la literatura:

- La palabra competencia deriva del latín *competere*, “aspirar”, “ir al encuentro de”, “buscar o pretender algo al mismo tiempo que otros”. De ahí también deriva el verbo “competere”, “incumbir”, “pertenecer” y el adjetivo “competente”, aplicado a quien se desenvuelve con eficacia en un determinado dominio de la actividad humana. al castellano pasó como la idea de establecer acción conjunta. La competencia, a partir de su sentido etimológico, es una exigencia impuesta a un sujeto, exigencia que proviene de fuera: se refiere a “algo” que es solicitado que cumpla una persona, “o cosa”, por alguien ajeno al sujeto mismo.
- “Posee competencia profesional quien dispone de los conocimientos, destreza y actitudes necesarias para ejercer su propia actividad laboral, resuelve los problemas de forma autónoma y creativa, y está capacitado para actuar en su entorno laboral y en la organización del trabajo”. [4].
- “Como principio de organización de la formación, la competencia puede apreciarse en el conjunto de actitudes, de conocimientos y de habilidades específicas que hacen que una persona sea capaz de llevar a cabo o de resolver un problema particular” [5].
- “Las competencias representan una combinación de atributos (con respecto al conocimiento y sus aplicaciones, aptitudes, destrezas y responsabilidades) que describen el nivel o grado de suficiencia con que una persona es capaz de desempeñarlos” [6].
- “Las competencias se entienden como actuaciones integrales para identificar, interpretar, argumentar y resolver problemas del contexto con idoneidad y ética, integrando el saber ser, el saber hacer y el saber conocer” [7].
- Las competencias son un conjunto articulado y dinámico de conocimientos, habilidades, actitudes y valores que toman parte activa en el desempeño responsable y eficaz de las actividades cotidianas dentro de un contexto determinado. [8]
- Es pertinente resaltar la diferencia entre competencia y capacidad. En este contexto la capacidad es el potencial o la aptitud que todas las personas presentan -de ahí su carácter universal-, de manera permanente, para acceder a nuevos aprendizajes. Condiciones innatas con las que nace un ser humano, quien aprende para realizar una acción. Por otro lado, el concepto de competencia, incluye dos aproximaciones: una funcional o “externa”, que tiene que ver con la

resolución satisfactoria de tareas y de demandas individuales y sociales; y otra estructural o “interna”, propia de la actividad mental para integrar y poner en juego distintos elementos y recursos (habilidades, conocimientos, motivación, emociones, valores, actitudes...) que permiten afrontar las demandas. La capacidad puede entenderse como la potencialidad de hacer una cosa. Implica poder, aptitud, pero es un concepto estático. La competencia sería su instanciación en contextos determinados, concretos, ligados a la acción. Se trata pues de un concepto dinámico. Los dos conceptos están íntimamente unidos: se necesita ser capaz para ser competente; la capacidad se demuestra siendo competente” [9]

En estas definiciones se destaca el énfasis en el saber hacer, dándole mayor peso al contexto y elaboración de patrones para determinar el desempeño requerido de las actividades y la solución de problemas. Las competencias están en constante evolución, junto al desarrollo tecnológico y de los puestos de trabajo en diferentes contextos. Es por esto que deben evaluarse sistemática y sistemáticamente, velando por su constante mejora y adaptación creativa a los cambios y nuevos requerimientos del entorno.

En la referencia [10] se plantea que “es necesario abordar tres capacidades en el concepto de competencia: la capacidad de transferir lo aprendido, la capacidad de solucionar problemas, y la capacidad de satisfacer al receptor, (estudiante o trabajador), a partir de la obtención de resultados de calidad, es decir, lograr los propósitos definidos”. Sintetizando, una persona desarrolla competencias si está en condiciones de actuar para resolver problemas del contexto con idoneidad, mejoramiento continuo y ética.

2.2 COMPETENCIAS DOCENTES

En los últimos años, la función docente del profesorado universitario está sufriendo transformaciones rápidas e importantes. Las razones de estos cambios pueden ser diversas: la adecuación de la enseñanza a los perfiles que presentan los estudiantes que, en estos momentos, acceden a la universidad, la reformulación de las enseñanzas universitarias a nivel de país, región o incluso continente, así como la renovación del perfil del profesor universitario...

En la referencia [11] se expone que “cada vez más, el proceso de enseñanza - aprendizaje se plantea mediante metodologías más activas que sitúan al estudiante en el centro de su propio aprendizaje y donde el profesorado tiene la misión de ser conductor del crecimiento personal y profesional del estudiante”. Estos planteamientos representan nuevos retos para el profesorado ya que la nueva forma de ejercer la profesión docente puede requerir de unas habilidades y capacidades diferentes a las que se esperaban y se dominaban hasta ahora.

En este contexto en la referencia [12] se expone que el docente universitario constituye un pilar fundamental...su rol no es único y experimenta modificaciones a medida que cambia el enfoque o perspectiva desde el cual, se concibe y gestiona el proceso de aprendizaje.

Entre las primeras definiciones de competencias docentes se encuentra la presentada por Aylett & Gregory (1997), en su obra “Criteria for teaching competence and teaching excellence in Higher Education”, donde exponen criterios de competencia de la función docente y de excelencia. Los primeros criterios se referían a competencias de organización, presentación de la información, relaciones interpersonales, orientación y evaluación. Para alcanzar criterios de excelencia los docentes debían manifestar un alto nivel en las competencias anteriores, así como ser reflexivos con respecto a su propia labor, innovadores, diseñadores del currículum, investigadores sobre aspectos docentes, organizadores de cursos y líderes de grupos docentes.

Con vistas a definir competencias docentes se requiere primeramente heredar los elementos comunes del concepto de competencia y transferir dichos elementos a los procesos y prácticas de enseñanza – aprendizaje. Al respecto, en la referencia [14] se destaca que “se requiere partir de situaciones-problemas y emplear formas de enseñanza que permitan dar respuesta a situaciones, conflictos y problemas cercanos a la vida real”.

Estos autores asumen la definición de competencia docente presentada en la referencia [12] se plantea que la “integración sinérgica de una serie de recursos que el profesor universitario moviliza e integra de manera creativa, reflexiva y crítica, para desempeñar una docencia proactiva, contribuyendo con responsabilidad al desarrollo de las personas y del entorno social”.

2.3 EDUCACIÓN POR COMPETENCIAS

Tal y como se expone en la referencia [13], en marzo del 2011, el iNACOL (International Association for K-12 Online Learning) y el Consejo de Directivos de las Escuelas Estadales en EEUU llegaron a una definición de trabajo de educación por competencias la cual incluye cinco elementos de diseño:

- El avance de los estudiantes se basa en el dominio demostrado.
- Las competencias incluyen objetivos de aprendizajes explícitos, medibles y transferibles.
- La evaluación constituye una experiencia significativa y positiva para los estudiantes.
- Los estudiantes reciben soporte oportuno y diferenciado a partir de sus necesidades de aprendizaje individuales.
- Los resultados de aprendizaje enfatizan las competencias.

Los 4 principios del enfoque del aprendizaje centrado en el estudiante:

- El aprendizaje es personalizado.
- El aprendizaje es basado en competencias.
- El aprendizaje tiene lugar en cualquier momento y en cualquier lugar.
- Los estudiantes ejercen la propiedad y control sobre su aprendizaje.

De lo anterior se desprende que la educación por competencias tiene un enfoque holístico hacia el estudiante como un todo. O sea, deben incluirse y considerarse los aspectos sociales y emocionales del aprendizaje del estudiante con vistas a una mejor motivación y “enganche” de su aprendizaje. [13]

Como resultado de esta reflexión se plantean varias interrogantes:

- ¿cuántas y cuáles deben ser las competencias docentes?
- ¿para qué tipo o estilo de práctica docente?
- ¿cómo definir cuáles son las competencias docentes?
- ¿a qué práctica docente corresponde una determinada competencia docente? o
- ¿qué competencia docente se requiere para ejercer una práctica docente concreta?

Lo anterior abre la discusión sobre la necesidad de plantear estrategias o metodologías para definir y seleccionar las competencias docentes correspondientes a uno u otro modelo de docencia, ya que no se pueden plantear competencias docentes al margen de la práctica docente específica. La selección de competencias ha de estar en estrecha sintonía con los modelos de buenas prácticas docentes, armonizando la confianza y satisfacción de la tarea docente con el aprendizaje significativo.

2.4 ALGUNOS PERFILES DE COMPETENCIAS DEL DOCENTE UNIVERSITARIO

Diversos trabajos han aportado su visión a la construcción del perfil de competencias del docente universitario. En la referencia [15] se identifican las siguientes competencias: planificar el proceso de enseñanza-aprendizaje, seleccionar y preparar los contenidos disciplinares, ofrecer información y explicaciones comprensibles y bien organizadas, manejo de las nuevas tecnologías, diseñar la metodología y organizar las actividades, comunicarse-relacionarse con los alumnos, tutorar, evaluar, reflexionar e investigar sobre la enseñanza, identificarse con la institución y trabajar en equipo.

En la referencia [16] se presenta la siguiente propuesta de competencias docentes:

- Competencia interpersonal (CI): Promover el espíritu crítico, la motivación y la confianza, reconociendo la diversidad cultural y las necesidades individuales, creando un clima de empatía y compromiso ético.
- Competencia metodológica (CM): Aplicar estrategias metodológicas (de aprendizaje y evaluación) adecuadas a las necesidades del estudiantado, de manera que sean coherentes con los objetivos y los procesos de evaluación, y que tengan en cuenta el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) para contribuir a mejorar los procesos de enseñanza - aprendizaje.
- Competencia comunicativa (CC): Desarrollar procesos bidireccionales de comunicación de manera eficaz y correcta, lo cual implica la recepción, interpretación, producción y transmisión de mensajes a través de canales y medios diferentes y de forma contextualizada a la situación de enseñanza - aprendizaje.
- Competencia de planificación y gestión de la docencia (CPGD): Diseñar, orientar y desarrollar contenidos, actividades de formación y de evaluación, y otros recursos vinculados a la enseñanza - aprendizaje, de forma que se valoren los resultados y se elaboren propuestas de mejora.

- Competencia de trabajo en equipo (CTE): Colaborar y participar como miembro de un grupo, asumiendo la responsabilidad y el compromiso propios hacia las tareas y funciones que se tienen asignadas para la consecución de unos objetivos comunes, siguiendo los procedimientos acordados y atendiendo los recursos disponibles.
- Competencia de innovación (CDI): Crear y aplicar nuevos conocimientos, perspectivas, metodologías y recursos en las diferentes dimensiones de la actividad docente, orientados a la mejora de la calidad del proceso de enseñanza – aprendizaje

2.5 COMPETENCIAS DOCENTES EN EL CONTEXTO DIGITAL

Respecto a las competencias docentes en el contexto digital, en la referencia [16] se explican cuáles eran las 5 dimensiones de la competencia digital:

- Alfabetización informacional: define, accede, gestiona, integra, evalúa, crea y comunica información.
- Alfabetización tecnológica: comprenden y utilizan las tecnologías para acceder, crear y compartir información en múltiples formatos.
- Alfabetizaciones múltiples: usan lenguajes específicos (textual, numérico, icónico, visual, gráfico, sonoro). Interpretan, comunican, expresan y crean mensajes multimedia.
- Competencia cognitiva: análisis, síntesis, evaluación, capacidad de resolución de problemas, etc.
- Ciudadanía digital: actitud crítica y reflexiva ante la información que reciben. Comprenden el impacto social y económico de la tecnología. Usan la tecnología de manera autónoma y responsable. Evalúan información y tecnologías.

De lo anteriormente expuesto se puede plantear que existen diferentes enfoques y formas de definir las competencias de los docentes universitarios en la actualidad. No obstante, en todos los casos las competencias y la forma de agruparlas lleva la impronta, está permeada por el vertiginoso rol que están y seguirán teniendo las tecnologías de la información y las comunicaciones en el aprendizaje. Esto, a su vez, posibilita el surgimiento de nuevos enfoques y metodologías en el aprendizaje, de nuevas formas de comunicarnos gracias a la potencialidad exponencial de los dispositivos que diariamente usan docentes y estudiantes visto desde el punto de vista de conectividad, como a partir de sus posibilidades de tratamiento de sonido, video, imágenes, etc.

2.6 B-LEARNING Y LAS COMPETENCIAS DOCENTES

El ambiente mixto de aprendizaje, como en los modelos educativos híbridos o mixtos (Blended-Learning en la lengua inglesa), tiene en cuenta la fusión de la educación presencial y a distancia mediante componentes tecnológicos. En estos ambientes de aprendizaje, el docente utiliza con fines pedagógicos, los recursos informáticos para propiciar el aprendizaje. Sus roles son: facilitador virtual (mediante tutorías a distancias, utilizando medios electrónicos), y asesor presencial, generando ambientes de aprendizaje donde la mediación pedagógica que establece el docente, va de la mano de la mediación tecnológica que pueden proporcionar los medios. Al mismo tiempo, el estudiante tiene un rol activo, siendo responsable de la construcción y desarrollo de sus aprendizajes y competencias. Aquí toma mucha importancia el desarrollo de habilidades de gestión de la información y de tiempo, así como habilidades de comunicación e informáticas.

Según se expone en la referencia [17] que “en los ambientes mixtos de aprendizaje es importante cada uno de los siguientes componentes:

- Entorno físico: Esto contempla las instalaciones físicas de la institución, como pueden ser las aulas, los laboratorios y espacios de recreación. En la modalidad mixta, los docentes y estudiantes concuerdan en un momento, en un espacio físico donde se dan interacciones cara a cara que enriquecen la tutoría en línea.
- Entorno virtual: En el ambiente mixto, es de suma importancia, partiendo de un curso diseñado de manera instruccional, cuenta con una interfaz de usuario que permite la navegación y la interactividad, así como herramientas e insumos necesarios para promover el aprendizaje.
- Tiempo: En un ambiente mixto de aprendizaje los tiempos se norman por los calendarios y horarios escolares para que los aprendizajes sucedan en los momentos y con los ritmos establecidos. El tiempo también debe de considerar aquellos momentos de interacción sincrónica y asincrónica donde los estudiantes participan, ya sea de manera presencial o virtual.
- Mediación tecnológica: Hay que recordar que en un ambiente mixto de aprendizaje existe la presencia de la mediación a través del uso de recursos tecnológicos.
- Interacciones: Dentro de un ambiente de aprendizaje, se establecen un conjunto de interacciones con los sujetos que participan en el mismo, como es el caso entre los docentes – alumnos, alumnos - docentes, autoridades, además de las interacciones que se establecen con los contenidos educativos. Es de vital importancia las interacciones que se establecen

un ambiente mixto de aprendizaje utilizando medios electrónicos, como es el caso del empleo de plataformas para la gestión del aprendizaje, como es el caso de Moodle, que cuentan con un conjunto de herramientas para lograr las interacciones, como son los foros, el chat."

En la referencia [18] se exponen las siguientes ventajas del b-learning:

- Flexibilidad: El permitir actividades asincrónicas, posibilita que el estudiante avance a su ritmo.
- Movilidad: Se eliminan las barreras territoriales y de tiempo.
- Ampliación de cobertura: Se puede llegar y atender un mayor número de estudiantes.
- Eficacia: Ya que es el mismo estudiante es quien dirige su aprendizaje, es predecible que ese aprendizaje sea significativo.
- Ahorro en costos: al disminuir la presencialidad, se optimiza el uso del tiempo y se disminuye el costo de los desplazamientos.
- Diversidad de presentación de contenidos: dado la posibilidad de "colgar" información diversa en la plataforma, permite que los estudiantes se apropien del conocimiento según sus propias preferencias.
- Actualización: La información y actividades diseñadas en la plataforma son fácilmente actualizables.
- Interacción: Es posible a través de las plataformas educativas que cuentan con herramientas de comunicación bien definidas (chat, foros). No obstante, en algunas oportunidades es necesario interactuar con los tutores de manera presencial."

En conclusión, el objetivo principal de esta modalidad es combinar las ventajas de la enseñanza on-line (flexibilidad, acceso a recursos) con las de la enseñanza presencial (proximidad). El gran reto está en encontrar el balance adecuado entre las actividades que se realizan de manera virtual y las que se hacen de manera presencial.

2.7 DOCENTES BIMODALES

Los docentes bimodales son aquellos que imparten docencia tanto en la modalidad presencial como en la educación a distancia. En la referencia [12] se expone que en "la educación bimodal se desarrollan procesos formativos flexibles en los que se pone especial énfasis en la interacción, participación y autonomía del estudiante. Todo ello con la finalidad de conseguir aprendizajes significativos a través de un proceso dinámico y motivador".

Posteriormente se plantea la preocupación: ¿Los profesores bimodales que ejercen la docencia universitaria en la modalidad presencial y a distancia, reúnen las competencias necesarias para ubicar en el centro del proceso a los estudiantes y conducirlos a "aprender a aprender", "aprender a desaprender", "aprender a emprender" y "aprender a arriesgarse"? [3].

A lo anteriormente expuesto debe añadirse el análisis sobre la competencia docente de un profesor universitario que realiza la docencia como una actividad alterna a su formación inicial. A los docentes universitarios la institución les permite desarrollar la competencia profesional de su formación inicial, la cual se vincula con su competencia laboral. De esta forma, este profesional al incursionar, total o parcialmente, en la docencia, desarrolla una nueva competencia profesional: la competencia docente y, con ello, la dualidad o hibridación de su identidad como profesional.

Existe una imperiosa necesidad de atender a los estudiantes mucho mejor al tiempo que sus expectativas y comportamientos van evolucionando. Todo esto viene dado por el acelerado desarrollo tecnológico que marca este principio de siglo y la cotidianeidad en el empleo de las nuevas tecnologías por parte de los jóvenes, estudiantes de las universidades. [19].

2.8 LAS COMPETENCIAS DOCENTES EN EL ENTORNO DIGITAL

En el Informe Horizon del 2015 [19], se traza el horizonte a cinco años para el impacto de tecnologías emergentes en las universidades a nivel global señalándose las principales tendencias y desafíos.

Relacionado al tema que trata este trabajo pueden mencionarse como tendencias clave la proliferación de recursos educativos abiertos, la mediación del aprendizaje por medio de la práctica y la evaluación basada en datos, agilizar instituciones e infraestructuras potenciando el pensamiento emprendedor de estudiantes y docentes. En el caso de los desafíos pueden destacarse la creación de políticas que promuevan mejor la alfabetización o re-alfabetización digital, la gran competencia existente entre nuevos modelos de educación, creación acelerada de cursos online gratuitos y recursos que pueden ser asimilados por los estudiantes a su propio ritmo; necesidad de un aprendizaje más personalizado en los cursos universitarios adaptándose a las necesidades de cada estudiante; mezcla del aprendizaje formal e informal.

Todas estas tendencias y desafíos inciden e incidirán en las competencias requeridas por docentes que se moverán indistintamente entre la presencialidad y la virtualidad, desarrollando su labor cotidiana cada vez más en ambientes mixtos donde sus alumnos, cada día más, se sentirán más a gusto.

Por otro lado, las competencias docentes en el contexto digital se ven impactadas indudablemente por la transición que se va produciendo de la web 2.0 signada por la colaboración entre usuarios, hacia la web 3.0 o web semántica en la cual se produce una gestión del conocimiento enfocada al usuario, personalizada, en un entorno donde crece de forma exponencial la cantidad de contenidos generados diariamente en la web.

Los autores del presente trabajo asumen la siguiente agrupación de competencias docentes:

1. Competencias personales. Relacionadas fundamentalmente con el liderazgo, la eficiencia, investigación, colaboración, trabajo en equipo, ética.
2. Competencias didácticas. Relacionadas con el requerido conocimiento del área del conocimiento de las materias que imparte, mediador, colaborativo, interactivo, ser creativo e innovador en la docencia, productor y curador de contenidos digitales.
3. Competencias de diseño y comunicación. Relacionadas con la productividad en un entorno mediático, elaboración de contenidos digitales, empleo de herramientas de autor, elaboración de infografías, la comunicación digital, manejo de redes sociales, evaluación del ambiente digital.
4. Competencias tecnológicas. Relacionadas con el empleo de plataformas de gestión de aprendizaje (LMS), incorporación de las actividades docentes a la virtualidad, empleo de variados dispositivos.

Ante esta nueva época, marcada por vertiginosos y convergentes desarrollos epistemológicos, surgimiento de una nueva generación que vive, aprende y se desarrolla al compás de estos tiempos y sus nuevos y tremendos retos surge la pregunta:

¿Cómo lograr el desarrollo continuo de las competencias de los docentes bimodales universitarios de forma tal que puedan asumir los actuales y nuevos roles en la educación contemporánea?

2.9 APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE GRUPO FOCAL

Para dar respuesta a esta pregunta, inicialmente se empleó la técnica de Grupo Focal, técnica cualitativa de estudio de las opiniones o actitudes de un público, utilizada en ciencias sociales. Consiste en la reunión de un grupo de personas, entre 6 y 12, con un moderador, investigador o analista; encargado de hacer preguntas y dirigir la discusión. Este moderador debe encauzar la discusión, “enfocar” la misma para que no se aleje del tema de estudio. Las preguntas son respondidas por la interacción del grupo en una dinámica en que los participantes se sienten cómodos y libres de hablar y comentar sus opiniones.

En el caso de la presente investigación, se invitaron a once especialistas de reconocido prestigio distribuidos en: área de la didáctica (4), la gestión académica (2), evaluación académica (1), la enseñanza online (2) y el empleo de LMS (2).

La técnica empleada se desarrolló en dos sesiones con los mismos especialistas. La primera sesión se enfocó en la determinación de la vía o qué se requería para lograr el desarrollo continuo de los docentes bimodales universitarios. La segunda sesión, en la identificación de aquellas relaciones, características que harían singular la solución propuesta.

Como resultado del desarrollo del Grupo Focal en su primera sesión, se llega al consenso de que se hace necesario el diseño de un Modelo de Desarrollo de las Competencias de los Docentes Bimodales. En la segunda sesión, se identificaron las relaciones principales o esenciales que deben cumplirse y caracterizar el modelo a diseñar para dar solución a la problemática planteada. Dichas relaciones reflejan el comportamiento, las interacciones entre las diferentes componentes internas y con el contexto. La calidad y singularidad del modelo diseñado en mucho dependerá de la claridad con que se identifiquen estas relaciones esenciales. A continuación, se muestra en la Figura 1 el conjunto de relaciones esenciales que sustentan la propuesta de modelo.

a) Relación: Docentes bimodales – Procesos Desarrollo Competencias Docentes Bimodales – Docentes Bimodales Competentes

Esta relación refleja el enfoque de proceso que deberá tener el modelo en lo referente a que al mismo entran los docentes bimodales nuevos o que posee la institución, se aplican los diferentes procesos o subprocesos asociados al desarrollo de las competencias de los docentes bimodales y, como resultado de dichos procesos, se obtiene un docente bimodal competente, que da respuesta a las nuevas exigencias del entorno tecnológico y pedagógico.

b) Relación: Contexto – Desarrollo continuo de competencias docentes bimodales – Tendencias competencias docentes.

En este caso, se refleja la relación que debe sustentar al modelo en lo referente a que el contexto incide en las nuevas tendencias de competencias docentes y, ambos, a la necesidad de desarrollar constantemente las competencias de los docentes bimodales. De esta forma se distingue el carácter de mejora continua del modelo a diseñar.

c) Relación: Competencias a adquirir por los docentes bimodales – Aplicación de Competencias de los Docentes Bimodales – Resultados integrales de los docentes bimodales.

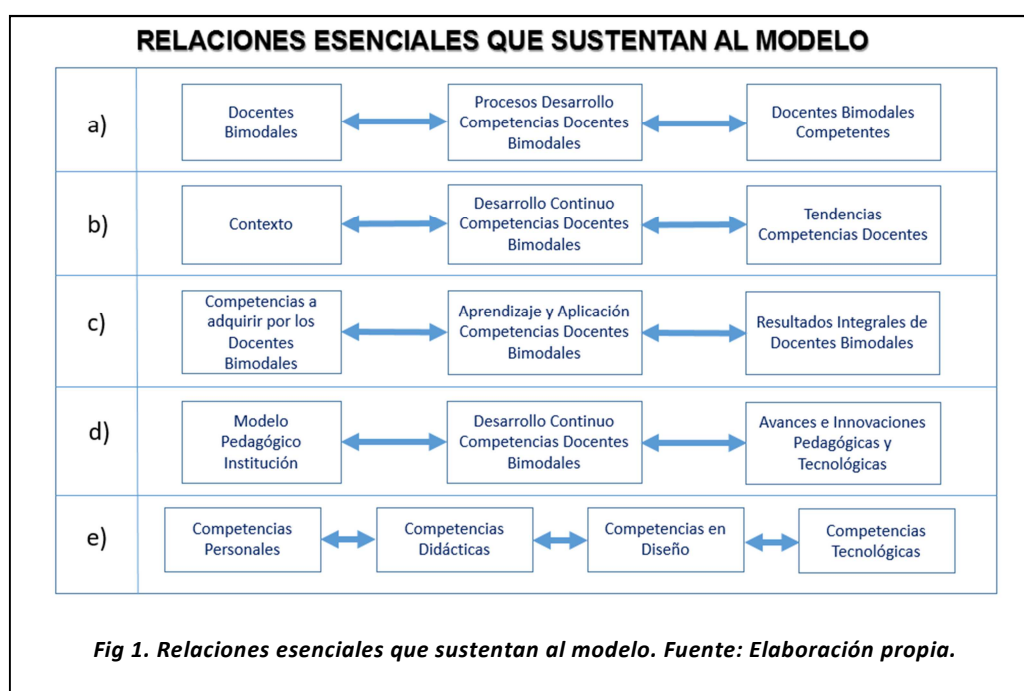
Esta relación fundamenta el impacto que debe tener la aplicación del modelo y la adquisición de competencias por parte de los docentes bimodales, en los resultados integrales de dichos docentes en la institución donde laboren.

d) Relación: Modelo pedagógico institución – Desarrollo continuo de competencias docentes – Avances e innovaciones pedagógicas y tecnológicas.

Mediante esta relación se sustenta el estrecho vínculo existente entre el modelo pedagógico de la institución y el desarrollo continuo de las competencias docentes y, al mismo tiempo, cómo los avances e innovaciones pedagógicas inciden en ambos.

e) Relación: Competencias personales – Competencias didácticas – Competencias de diseño – Competencias tecnológicas.

Por último, y no por ser la relación menos importante, se destaca el carácter sistémico e integrador de las diferentes competencias. La agrupación definida por los presentes autores tiene un carácter tal vez pedagógico, tecnológico y organizacional, sin embargo, en cualquier variante de clasificación, las mismas deberán estar sistémicamente vinculadas.



2.10 MODELO TEÓRICO PROPUESTO PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS DE LOS DOCENTES BIMODALES

Un modelo permite, desde una nueva perspectiva de análisis, una comprensión más plena del objeto de estudio para resolver un problema y representarlo de alguna forma. El modelo se nos muestra así, como algo semejante al propio objeto investigado, como algo que lo copia en cierta dirección. [20]

A continuación, se expone el modelo teórico propuesto a partir del detalle de su objetivo, relaciones esenciales que lo sustentan, enfoques, principios, cualidades, momentos y premisas a partir de la concepción definida por el Centro de Estudios para la Educación Superior de la Universidad de la Habana.

El objetivo del modelo propuesto es diseñar, integrar, describir, representar las diferentes componentes de carácter organizacional, didácticas, tecnológicas y sus interrelaciones con el contexto interno y externo para el desarrollo de competencias de los docentes bimodales.

A continuación, se relacionan sus principios, enfoques, cualidades y premisas que conforman al modelo teórico

- Principios del modelo

Los principios que sustentan la propuesta del modelo son:

- o Necesidad de integración de las nuevas estrategias de aprendizaje, sus tecnologías asociadas y la forma en que funciona la universidad.
- o Carácter participativo y trabajo en equipo como garantía de éxito en el proceso de mejoras.
- o La superación y calificación de los docentes bimodales constituye una necesidad permanente.
- o Compromiso efectivo de la alta dirección - clave en la adopción del proceso de mejoras para lograr que estas se integren adecuadamente con todos los factores que intervienen en el perfeccionamiento de competencias de los docentes bimodales garantizando el respaldo imprescindible y evitando costos y esfuerzos innecesarios.
- o Hereda los principios del aprendizaje basado en competencias: Personalización del aprendizaje, basado en competencias, en cualquier momento y en cualquier lugar y control de los estudiantes o aprendices sobre su aprendizaje.

- Enfoques del modelo

Los enfoques científicos que se emplearán en el diseño del modelo propuesto son los siguientes:

- o Mejora continua - El perfeccionamiento continuo, la iteración, permanente mejora, según necesidades internas y variaciones del contexto interno y externo.
- o Sistémico - Las distinciones conceptuales se concentran tanto en la relación entre el todo (sistema) y sus partes (elementos) como en los procesos de frontera (sistema / ambiente). Como resultado de la interacción e integración entre las partes se producen los resultados sinérgicos. Se expresa en el modelo propuesto a través de sus componentes interactuantes.
- o Didáctico - El modelo deberá emplear diferentes estrategias de aprendizaje y contar con las componentes pedagógicas, de diseño y comunicación y tecnológicas que permitan al docente, de forma autónoma o con acompañamiento, ir adquiriendo las competencias requeridas por su contexto universitario y poder dar respuesta a las exigencias de la sociedad en cuanto a la calidad del graduado.
- o De procesos - Los objetivos a lograr por la universidad se concretan en sus procesos ("conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados"). Se refleja en la determinación de las entradas, actividades para el perfeccionamiento de competencias de los docentes bimodales y salidas resultado de estas actividades.
- o Estratégico - Enfoque hacia un sistema abierto y dinámico a partir de las exigencias del contexto y los procesos universitarios, así como por la incidencia del impacto de los resultados en dicho contexto. Estrategia que se obtiene como resultado de las actividades de planificación y organización del perfeccionamiento de competencias de los docentes bimodales, su implementación, así como la retroalimentación requerida al controlarse la incidencia de sus salidas en el contexto.

- Cualidades del modelo

Las cualidades que distinguen al modelo propuesto son las siguientes:

- o Integración de los aspectos organizacionales, didácticos y tecnológicos para lograr dar respuestas a los nuevos desafíos del proceso enseñanza – aprendizaje en las universidades.
- o Flexibilidad al adaptarse a las particularidades de las instituciones de educación superior en su contexto.
- o Iteratividad. Sistemático control de los resultados y toma de las medidas correctivas requeridas en cada caso.
- o Creación de espacios de intercambio y la conformación de redes virtuales de colaboración.
- o Interoperabilidad. Intercambio de información multimedial posibilitando su uso común
- o Prioridad en el empleo de la información registrada y almacenada sobre el desempeño de estudiantes y docentes durante el proceso de enseñanza – aprendizaje con vistas a su análisis.
- o Capacidad de retroalimentación del contexto interno y externo.

- Premisas de aplicación del modelo

Las premisas del modelo propuesto son:

- o Voluntad de los directivos de la universidad de que se acometa e introduzca el modelo propuesto en la universidad.
- o Contar con las condiciones tecnológicas mínimas indispensables con vistas al perfeccionamiento de las competencias de los docentes bimodales en la universidad. Dichas condiciones se determinan como parte del trabajo de diseño del modelo.

3 CONCLUSIÓN

Como resultado de esta etapa de investigación se ha logrado dar una caracterización sobre las competencias en general y las competencias docentes en particular. Se identificó qué se entiende por docente bimodal, así como sus principales retos e insuficiencias en un entorno muy dinámico donde, el estudiante, centro del proceso enseñanza – aprendizaje llega a las instituciones de educación superior con un conjunto de experiencias y dominando una amplia gama de tecnologías y dispositivos que pone en función de su aprendizaje.

Los docentes bimodales, quienes desarrollan su actividad docente tanto en ambiente presencial como en la virtualidad, requieren de un perfeccionamiento continuo de sus competencias personales, didácticas, de diseño y tecnológicas. Para lograr este perfeccionamiento constante, se han expuesto los elementos teórico – conceptuales y que sustentan el diseño de un modelo de desarrollo continuo de las competencias de dichos docentes. A partir de este trabajo, es posible llevar a cabo el diseño del modelo funcional.

REFERENCIAS

- [1] Bátiz-Lazo, B. (2015). "About Millenials, New Technology and Researching Business Organizations". *Journal of Evolutionary Studies in Business*, vol. 1 (1/ jan-jun), 2016.
- [2] Karakas, F. Manisalgil, A. Sarigollu, E. (2015) "Management learning at the speed of life: Designing reflective, creative, and collaborative spaces for millennials". *The International Journal of Management Education*. vol. 13 nro. 3, Nov 2015, pp. 237–248
- [3] Tünnerman, C. *La universidad necesaria para el siglo XXI*, HISPAMER / UPOLI. Managua, 2007
- [4] Bunk, G.P. (1994). "La transmisión de las competencias y la formación y perfeccionamiento profesionales de la RFA". *Revista Europea de Formación Profesional*, vol. 1, pp. 8-14, 1994
- [5] Ouellet, A. (2000). "La evaluación informativa al servicio de las competencias". *Revista Escuela de Administración de Negocios* vol. 41, pp. 30-42
- [6] González, J. Y Wagenaar, R. *Tuning educational structures in Europe. Informe final fase uno*. Bilbao: Universidad de Deusto, 2003
- [7] Tobón, S. Pimenta, J. García, J.A. *Secuencias didácticas. Aprendizaje y evaluación de competencias*. Pearson Education. Mexico, 2011
- [8] Vázquez, V. Javier, F. *El alcance e importancia del rol de las competencias*. 2010 [Online] Available: <http://temas-gerenciales-modernos.lacotelera.net/post/2010/08/24/el-alcance-e-importancia-del> (Jan 11, 2016)
- [9] Mentxaka, I. (2008). "Loe: Una nueva ley, un viejo problema sin resolver". *Cuadernos de pedagogía* nro. 377, pp. 81-84, 2008
- [10] Garfias, O. *La medicina del trabajo. Un recorrido histórico*. Palibrio LLC, 2014
- [11] Torra, I. Esteban R.M. (2012) "Presentación Revista de Docencia Universitaria", *Revista de Docencia Universitaria* vol. 10 nro. 2, Mayo – Agosto 2012.
- [12] Aguilar, R.M. Bautista Cerro-Luis, M.J. (2015) "Perfiles docentes y excelencia: un estudio en la Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador". *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia* vol. 18 nro. 2, pp. 225-250, 2015
- [13] Bristow, S.F., Patrick, S. (2014) An International Study in Competency Education: Postcards from Abroad. CompetencyWorks Issue Brief.
- [14] Zabola, A. Arnau, I. *Ideas clave. Cómo aprender y enseñar competencias*. Editorial Grao de IRIF S.L, 2008.
- [15] Zabalza, M. (2009). "Ser profesor universitario hoy". *Revista La Cuestión Universitaria*. vol. 5, pp. 69-81, 2009
- [16] Adell, J. *El diseño de actividades didácticas con TIC*. In: Jornadas de Educación Digital (JEDI) 2010, Centro de Educación y Nuevas Tecnologías de la Universidad de Deusto, Bilbao, 2010
- [17] González, M.O. (2014). "Evaluación de los ambientes mixtos de aprendizaje desde la perspectiva del estudiante". *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*. vol. 12, Enero – Junio 2014

- [18] Belloch, C. *Teleformación. Las TICs en las diferentes modalidades de enseñanza aprendizaje*. Universidad Técnica Educativa (UTE). Universidad de Valencia. 2013.
- [19] Johnson, I., Adams, S., Estrada, V. Freeman, A. *NMC Horizon Report: Edición Educación Superior 2015*. Austin, Texas: The New Media Consortium, 2015
- [20] León, G. *Modelo de gestión del conocimiento para las áreas económicas del sistema de instituciones del Ministerio de Educación Superior - Cuba*. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias de la Educación. Universidad de la Habana, Cuba. 2011.

بين نظريتي المحاكاة و النظرية الشكلية - الرسم بالحرف: مفهوم و قيمة

[Among Simulation and Modal Theories - Drawing with Characters: Concept and Value]

د. وديعة عبد الله بوكر

أستاذ مشارك الرسم والتصوير
بقسم الرسم و الفنون، كلية التصميم و الفنون
جامعة الملك عبدالعزيز
المملكة العربية السعودية

Wadiah Abdullah Ahmed Boker

Professor of drawing and painting,
Drawing and Arts Department,
Art and Design College,
King Abdulaziz University,
Kingdom of Saudi Arabia

Copyright © 2016 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: Simulation is a Greek word, was established by Aristotle in his book (The Art of Poetry) where he offered the principles of simulation by reaching that tragedy in action simulation and not only similarity in imitation that is why it entail selection, arrangement and events illustration that reveal the relationship between art and life • simulation finds that art is a direct mirror to life • simulation theory illustrated in three trends simple simulation, core simulation and ideal simulation. On the other hand tendency formalism shows that exact art separates entirely from actions and themes that make up the usual experience. Art is a freestanding science that does not require repeating life as art. When the simulation theory moved to the Arab Monetary, it scrubbed and gained the status of Islamic realism that do not conflict with the principles of the mind and spirit longings but we find that tradition faddish life and follows it, that is why it includes period of time (occurred at certain time and ended) while decoration totally lack period of time and gained constancy character. While decoration knows nothing except stability and immortality. So simulation, non-simulation, ordinary, decoration, shaping and geometry are all considered Expression of two major patterns of human expression patterns linked very closely to the position of the artist and his community towards the environment he lives: the first pattern has the time period trait (beginning & ending)that leads to meaning while the second illustrate stability and expansion that has constancy and immortality connected to intuition

In general Arab Islamic art falls within the non-simulation arts acquired from the influence of Islam decisive basic characteristics, a characteristic which had a far-reaching aesthetic charm on the reviewers from within the Islamic world and beyond Which made the Arabic language subject to the requirements of the new reform and though spread throughout Asia and eradicated the old dialects and ruled out.

Artist Ebadi Hafez has said "I try to keep the core values of the letters which leads me to art by its role, united spirit of the Arabic script with the movement in art the spirit of the Arabic letter is united with the progress in art " that is why we noticed that most of his work with Arabic letter is documented on walls in Paris and Europe. He assures that his use to the calligraphy in Europe countries is relations establishment between east and west that required the presence of bilateral awareness of the importance to build a coherent world. From here our research problem is raised for the need of the letter element in clarifying the fundamentals of fine arts that assure its value and concepts.

Aim: Confirming the impact of simulation and formal theoretical theory on the concepts and the value of the character element in the formation of the artistic work. **Results:** 1) artistic work is affected by all aesthetic theories without separation between them. 2) As the character element concepts and value featured in the artwork as its value exceed and its content is assured. **Recommendations:** 1) connecting the letter element with aesthetic theories emphasize its concepts and value in the artwork. 2) That the art work contains the letter element among its fine elements exceed its value and assure its content

KEYWORDS: Simulation, formal, theoretical, letter, Characters, Concept and Value.

ملخص البحث: المحاكاة هي كلمة يونانية أرسى قواعدها أرسطو في كتابه فن الشعر حيث ذهب إلى أن المأساة هي محاكاة فعل وليست مجرد مطابقته للتقليد ، لذلك فهي تستتبع انتخاباً وترتيباً و عرضاً للأحداث التي تكشف عن العلاقة بين الفن والحياة ، فالمحاكاة ترى ان الفن هو مرآة مباشرة للحياة ، فنظرية المحاكاة اتخذت ثلاث اتجاهات هي " المحاكاة البسيطة/محاكاة الجوهر /محاكاة المثل الأعلى.

أما النزعة الشكلية ترى أن الفن الصحيح منفصل تماماً عن الأفعال والموضوعات التي تتألف منها التجربة المعتادة ، فالفن عالماً قائماً بذاته ، وليس مكلفاً بترديد الحياة ، ولما انتقلت نظرية المحاكاة إلى النقد العربي اكتسبت صفة الواقعية الإسلامية التي لاتعارض مع مبادئ العقل وأشواق الرُّوح ولكننا نجد أن التقليد يساير الحياة ويتابع الحركة فيها، و لهذا يحتوي طابع الزمان، فهو يرتبط بمدة زمنية حدثت في وقت ما وانتهت أما التزيين فقد خلا من الزمان نهائياً ، واكتسب صفة الثبات، فالتزيين لا يعرف غير النقاء والاستقرار.

وهكذا فإن المحاكاة و اللامحاكاة والتقليدي والتزييني ، والعضوي والهندسي إنما كلها تعبيراً عن نمطين أساسيين من أنماط التعبير الإنساني مرتبطة أشد الارتباط بموقف الفنان و مجتمعه إزاء البيئة التي يعيشها ، فالأول فيه طابع الزمان " له بداية و نهاية، يؤدي إلى معنى ، والثاني فيه ثبات وامتداد ، له بقاء واستقرار، يتصل بالحدس ، ويندرج الفن العربي الاسلامي بصورة عامة ، ضمن فنون اللامحاكاة و يكتسب من تأثير الاسلام الحاسم خصائصه الأساسية، وهي السمة التي كانت لها فتنه جمالية بعيدة الأثر على الناظرين من داخل العالم الاسلامي و خارجه وهو ما جعل اللغة العربية تخضع لمقتضيات الإصلاح الجديد، فانتشرت في مجموع أنحاء آسيا، واستأصلت نهائياً اللهجات القديمة وقضت عليها، وقد قال الفنان عبادي حافظ أحاول الحفاظ على القيم الأساسية للحروف وهي التي توجهني للفن بدورها، فروح الحرف العربي متدة مع الحركة في الفن ، لذا نلاحظ أن أغلب أعماله بالحرف العربي موثقة على الجدران في باريس وأوروبا ، فهو يؤكد على أن استخدامه للخط العربي في بلاد الغرب هو توطيد علاقات بين الشرق والغرب توجب وجود وعي مشترك بضرورة بناء عالم متماسك ، ومن هذا ظهرت مشكلة بحثنا في احتياج عنصر الحرف الى توضيح الاسس الفنية التشكيلية التي تؤكد مفاهيمه وقيمه ، وتحدد هدف البحث في تأكيد أثر نظرية المحاكاة و النظرية الشكلية على مفاهيم و قيمة عنصر الحرف في تشكيل العمل الفني ، ومن خلال هذا توصل البحث الى عدة نتائج من اهمها - .تأثير العمل الفني بجميع النظريات الجمالية دون الفصل بينها - كلما ظهرت مفاهيم عنصر الحرف و قيمته في العمل الفني زادت قيمته و تأكد مضمونه ، لذلك يوصى البحث - . ان ربط عنصر الحرف بالنظريات الجمالية تؤكد مفاهيمه وقيمه في العمل الفني ، ان احتواء العمل الفني على عنصر الحرف ضمن عناصره التشكيلية تزييد من قيمته و تؤكد مضمونه.

كلمات دلالية: نظرية المحاكاة، النظرية الشكلية، الرسم بالحرف.

المقدمة:

يعتمد الفنان على مقدرته التخيلية، وفقاً لإرادته الذاتية في خلق عالمه الفني الجديد، ويعرض رؤيته الجمالية الجديدة للعالم، ويتم تقدير قيمة العمل الفني على أساس تميزه بالطابع الشخصي، و ذلك هو موقف المذهب الرومانسي الذي بلوره " توريه" T.toure إذ لخص حكمه على قيمة الأعمال الفنية التي تصور الطبيعة على سبيل المثال إلى صدق الإحساس الذي تغلغل عبر الأسلوب. (عطية، 2011، 106).

ويعتبر التقليد نزعة غريزية تدفع الإنسان إلى أن يقلد أو يحاكي ما يرى و يسمع من الأفعال والصور، ولا يقتصر ذلك على محاولة تقليد أو محاكاة الأفعال والمظاهر الفردية التي يمتاز بها بعض أفراد المجتمع فقط ، بل يتعداه إلى محاولة تقليد ما ينتهجه القادة من الفنانين والمبتكرين في مختلف مجالات الإنتاج الفني ، وقد لعبت نزعة التقليد دوراً هاماً في تطور الفنون في مختلف العصور، وكان لها أثر واضح فيما أصاب الفن من تطور أو انحطاط.

ونزعة التقليد – في مجال الإنتاج الفني- أقل الدوافع مرتبة نظراً لكونها لا تدفع الإنسان إلى الابتكار أو الخلق بل توقعه إلى تقليد و محاكاة إنتاج غيره ممن سبقه، وهي لاتبرز إلا الجانب السلبي للتقدير الجمالي والإبداع الفني ، وقد يكون التقليد في مجال العمل الفني ذا أثر حميد على المقاد إذا ما تأثر بروح الفنان الذي يقلده واستشعر أحاسيسه وفي التجربة الخلاقة التي مر بها ذلك المبدع الرائد مما يبعد دفعة مؤدية إلى الانتاج الفردي الرائع.

والمحاكاة هي كلمة يونانية أرسى قواعدها أرسطو في كتابه فن الشعر لأول مرة حيث عرض لمبادئ المحاكاة حينما ذهب إلى أن المأساة هي محاكاة فعل وليست مجرد مطابقته في التقليد ، لذلك فهي تستتبع انتخاباً وترتيباً و عرضاً للأحداث التي تكشف عن العلاقة بين الفن والحياة ، وإذا كانت نظرية المحاكاة البسيطة وجدت لنفسها أنصاراً بين الفنانين والنقاد ، وبين أولئك الذين نسميهم (بالناس البسطاء) ، ولكنها لاتكاد تجد لانصيحاً من الفلاسفة فلماذا ؟

قد تكون الإجابة كالتالي : النظرية تبعد بعد تام عن الصواب عندما يفكر المرء فيها بطريقة نقدية ، فحين ننظر إلى لوحة أو قصة أو نشاهد مسرحية يبدو من الواضح أن العمل يصور ما نعرفه في (الحياة الواقعية) وعلى هذا ينبغي أن نشك في تلك الاعتقادات التي تبدو واضحة بذاتها لماذا كان الاعتقاد عن الفن أمر لايمكن لنا الأخذ به ، فالمحاكاة ترى في الفن أن يكون مرآة مباشرة للحياة ، وإما أنه ينهل من الحياة ويحاول إيضاحها.

أما النزعة الشكلية فتعارض هذا الموقف تماماً ، فهي ترى أن الفن الصحيح منفصل تماماً عن الأفعال و الموضوعات التي تتألف منها التجربة المعتادة ، فالفن عالماً قائماً بذاته ، وليس مكلفاً بترديد الحياة ، فالفن إذا شاء أن يكون فناً لا بد أن يكون مستقلاً ومكتفياً بذاته.

ونظرية المحاكاة في أصلها نظرية يونانية، وبسط القول فيها على النمط الفلسفي كلٌّ من أفلاطون وأرسطو، على خلاف في الرؤية بينهما ، فقد كانت نظرية المحاكاة عند أفلاطون موعة في المثالية إلى درجة الامتزاج مع الخرافات والأساطير، بينما كانت عند أرسطو مرتبطة بالواقع والطبيعة إلى درجة الجفاف، فلما انتقلت نظرية المحاكاة إلى النقد العربي، ولا سيما مع الفلاسفة المسلمين ، تحررت من خرافة أفلاطون ، وجفاف أرسطو، ونُقِيت - هذا هو الأهم - من طابعها الوثني الذي عرفته النظرية عند اليونان عامةً ، واكتسبت صفة الواقعية الإسلامية التي لا تتعارض مع مبادئ العقل وأشواق الرُّوح ، إنَّ الشاعر - أو الرسّام - إذا أراد أن يصوّر سريزاً ، فإن مبلغ علمه أن يحاكي السرير الذي صنعه النجار، ولكن النجار نفسه - وقد صنع السرير - ليس مُبدعاً، بل هو ليس غير مُحاكٍ للسرير الحقيقي، وأين هو السرير الحقيقي؟ هناك في عالم المثل.

وبهذا نجد أن التقليد يساير الحياة ويتابع الحركة فيها ، ولهذا يحتوي طابع الزمان ، فهو يرتبط بمدة زمنية حدثت في وقت ما وانتهت (الولادة والممات) ، أما التزيين فقد خلا من الزمان نهائياً ، واستحال إلى الامتداد ، واكتسب صفة الثبات ، وعلى هذا الأساس فإن لكل عمل تقليدي، بداية ونهاية لأنه يجري مع الزمان ، بينما التزيين لا يعرف غير البقاء والاستقرار ، وهكذا فإن المحاكاة و اللامحاكاة و التقليدي و التزييني، و العضوي و الهندسي إنما كلها تعبيرات عن نمطين أساسيين من أنماط التعبير الإنساني مرتبطة أشد الارتباط بموقف الفنان و مجتمعه إزاء البيئة التي يعيشها، ولكل من هذين النمطين قيمتها الفنية الخاصة. و يمكن تحديدهما بالمخطط الآتي:

- الأول فيه طابع الزمان، له بداية ونهاية، يؤدي إلى معنى.
- والثاني فيه ثبات و امتداد، له بقاء و استقرار، يتصل بالحدس.

ويندرج الفن العربي الاسلامي بصورة عامة ، ضمن فنون اللامحاكاة و يكسب من تأثير الاسلام الحاسم خصائصه الأساسية ، وهي السمة التي كانت لها فئنة جمالية بعيدة الأثر على الناظرين من داخل العالم الاسلامي و خارجه ، وكان هذا الأثر أحياناً عاملاً مميزاً ومُشتركاً وجه كل الفنون التي شهدت المنطقة الإسلامية الواسعة.(الحسيني، 2003، 78). ويذكر العديد من المؤرخين، في الشرق والغرب، أن العرب في عصر الازدهار ، لم يكتفوا بنشر لغتهم وفرضها بقوة العلم، وإنما انكبوا على دراسة لغات العالم من أجل المثاقفة ، فقد تعرفوا على أهم المصنفات اليونانية في الإيرانية والهندية إبان عهد الخلفاء العباسيين، وانكبوا على دراسة الآداب الأجنبية بحماس فاق ، الحماس الذي أظهرته أوروبا في عهد الانبعاث ، وهو ما جعل اللغة العربية تخضع لمقتضيات الإصلاح الجديد ، فانتشرت في مجموع أنحاء آسيا ، واستأصلت نهائياً اللهجات القديمة وقضت عليها ، لاسيما في شبه الجزيرة الأيبيرية ، حيث ندد الكاتب المسيحي جان لوغارو وهو من رجال القرن التاسع الميلادي بجهل مواطنيه باللغة اللاتينية، فقال: إن المسيحيين يتعلّقون بقراءة القصائد وروائع الخيال العربية ، ويدرّسون مصنفات علماء الكلام المسلمين ، لا يقصد تنفيذها، بل من أجل التمرن على الأسلوب الصحيح والأنيق للتعبير والتصنيف والكتابة ، في هذا الموضوع أيضاً أكد المؤرخ دورزي ، أن أهل النوق (في القرن العاشر الميلادي) أبهرتهم فصاحة الأدب العربي واحتقروا البلاغة اللاتينية ، وصاروا يكتبون بلغة العرب الفاتحين ، (السلاوي، بتصرف، بدون) ، ومن خلال البحث وجدت أن الكثير من المهتمين بالخط العربي قد عملوا على نقله في شوارع أوروربا ، منهم الفنان عبادي حافظ الملقب ب Zepha و قد قال في لقاء موثق معه عبر موقع الكتروني أحاول الحفاظ على القيم الأساسية للحروف وهي التي توجهني للفن بدورها ، فروح الخط العربي متحدة مع الحركة في الفن ، لذا نلاحظ أن أغلب أعماله بالحرف العربي موثقة على الجدران في باريس وأوروبا عموماً ، خارج نطاق المعارض الفنية ، وقد بدأ الكتابة بالحروف العربية بطريقة بدائية وذلك ضمن ما يسمون جماعات العمل في منتصف الليل على القطارات والشاحنات والسيارات ، أما اليوم فهو يرسم أمام العيان ولكن طريقته في الكتابة تميزه عن غيره حيث الحفاظ على الهوية العربية ، كما أنه كتب على المعادن المستخدمة في وحدات الإضاءة كما في شكل رقم(1) ، فهو يعبر أن استخدامه للخط العربي في بلاد الغرب هو توطيد علاقات وعلاقة مشتركة بين الشرق و الغرب توجب وجود وعي مشترك بضرورة بناء عالم متماسك.



شكل (1). بعض أعمال الفنان حافظ على الحوائط في شوارع أوروبا ، وعلى وحدات الإضاءة

فالتساؤل لما سبق يكمن في :

مدى احتياج عنصر الحرف الى توضيح الاسس الفنية التشكيلية التي تؤكد مفاهيمه وقيمه؟

وفرض البحث هو:

الحرف العربي يحمل قيمة فنية وجمالية وموقفه من نظرية المحاكاة أنه لا يتبعها ، بل يتمثل دوره حقاً مع النظرية الشكلية.

أهداف البحث:

- تأكيد أثر النظرية الشكلية على الحرف العربي من حيث القيمة.
- التأكيد على القيمة الفنية و الجمالية للحروف العربية .

أهمية البحث:

توضيح موقف الحرف العربي من نظرية المحاكاة و النظرية الشكلية، و التركيز على إظهار القيمة الفنية له.

المحور الأول : الحرف العربي (القيمة)..

يمثل الخط العربي أعلى قمة الإبداع في الفن الإسلامي، وله أنواع كثيرة جداً، منها ما يتبع الفنان نفسه ومنها ما ينسب إلى البلدة التي نشأ فيها ، "وكان له دور قوي جداً مع الرقش العربي في زخرفة المساجد والقصور العربية ، ومنه حسب أنواعه المكي والمدني، المزوي الذي نشأ في الكوفة والمشق الممدود و الكوفي الغني عن التعريف بأنواعه ، وقد ظهر الخط الشامي إلى الخط الفارسي و الديواني وتفننوا أيضاً بما يسمى الخط الحجازي." (بهنسي، 1999، ص370)

واقترن الخط بالفن الإسلامي والذي بدوره يقتزن بمرجعيات منها القرآن الكريم والسنة النبوية وأطروحات المفكرين المسلمين وتأثر بعض هؤلاء المفكرين بالإرث الفلسفي الإغريقي فضلاً عن مرجعيات تتمثل بالفكر الحضاري القديم لدى الشعوب عموماً التي وصل إليها الإسلام، "وان جميع الفنون الإسلامية بالبلدان العربية وغير العربية إنما تمتاز بخصوصيتها ووحدة ماهو جوهرى منها لوحدة الأساسيات فيها ، ويتشعب الفن الإسلامي بفنون و مسميات شتى من أهمها الخط العربي المرتبط ارتباطاً وثيقاً بالقرآن الكريم". (شناوة، 2012، ص26).

"لاشك أن قيم الجمال ليست ثابتة ، وهي تتفاوت في إدراكها بين الفنان الذي يبدعها ويكشفها ويدركها وبين الجمهور العادي الذي يتدرب على مثل هذه العمليات ليتذوق إنتاج الفنان ويسايره ويضمه كرسيد ينتفع به في حياته الثقافية، واليومية". (البسيوني، 1986م، ص39).

ونجد اللغات جميعاً دون استثناء ، تزداد ثروتها وتبلغ مفرداتها من الكثرة حدا لا نهاية له إذا كتب لها من شروط النماء والحياة والخلود ما كتب للعربية ، فقد أتيح للغة القرآن من الظروف والعوامل ما وسع من طرائق استعمالها وأساليب اشتقاقها وتنوع لهجاتها، فانطوت من هذا كله على محصول لغوي لا نظير له في لغات العالم.... ، فمثلاً قد نجد في لغات العالم القديمة والحديثة كلمات قليلة محدودة للتعبير عن أصوات الحركات الخفيفة ، وإذا التمسنا في العربية ماوضع لأداء هذه الأصوات أدركنا العجز عن استيعاب تلك الكثرة من الكلمات الدالة على فروق دقيقة جداً ، فالهمس صوت لحركة الإنسان وقد نطق به القرآن ، ومثله الجرس والخشفة ، وفي الحديث أنه قال صلى الله عليه وسلم لبلال "إني لا أراني أدخل الجنة فأسمع الخشفة إلا رأيتك" وتبلغ العربية حد الإعجاز وهي تعبر عن صوت الشيء الواحد بألفاظ مختلفة تراعي معها التفاوت في علوه وهبوطه وعمقه وسطحيته.... فإن صوت الماء إذا جرى خريز، وإذا كان تحت ورق أو قماش قسيب ، وإذا دخل في مضيق فقيق ، وإذا تردّد في الجرّة أو الكوز بقيقه ، وإذا استخرج شراباً من الأنية قرقرة". (البار، ص10).

ولقد قال (برغسون) : "الكلمة في اللغات الغربية هي إشارات اصطلح عليها ، فهي لاتنوب عن الأشياء بصورة مباشرة ، بل تنوب عن الأفكار القائمة مقام الأشياء" (محاضرات في علم النفس اللغوي د. حنفي ابن عيسى ص31).

أما الشعراء الرمزيون يقررون: "الكلمة هي صوت الوجدان لها سحرها ودفعها وعبقها، جهرها وهمسها، شدتها ولينها، تفخيمها وترقيقها، لها بتولد الفكر وطهارة النفس ، إنها مظهر من مظاهر الانفعال النفسي". ولكن ماذا يبقى للشعراء الرمزيين أنفسهم من عبق الكلمة وسحرها وانفعالها ووجدانها وإيحائها إذا هم قرأوها بنزاهة وحيادية ، فلم (يمسقوا) جملها الصوتية: جهرأ وهمساً، تفخيماً وترقيقاً، إلى آخر اعزوفتهم على أوتار أصوات أحرفها؟ ، أفلا تتحول الكلمة الفرنسية وغيرها إلى مومياء ، إلى جثة فارقتها الحياة إلى مصطلح، إلى رمز ، فتصبح لغاتهم بذلك وسيلة لا غاية". (عباس ، ص16)

والنقش المكتوب بالحروف العربية المبجلة التي هي أداة التعبير عن القرآن ، كان يثير في النفس أصدق مشاعر التوقير والإجلال ، ويجعل الناظر إليه يشعر بأنه عضو في الأمة الإسلامية ، ومن هنا فإن الكتابة يمكن أن يكون لها معنى رمزي

"فمن خلال ما تقدم نجد أن الكلمة عندما استخدمت كعنصر فني في الزخرفة العربية الإسلامية لم يكن القصد منها الإفادة من معنى الكلمة أو من شكلها الفني بحد ذاته وحسب بل كان القصد تركيب لوحة فنية ذات أبعاد رمزية و دلالات نفسية تمتد في الزمان والمكان". (الصديق، 2003، ص188)

لذلك نجد أن كل أستاذ وهو في الأصل فنان معروف بحركته التشكيلية في القرن العشرين، له منهجه الخاص في التدريس كترجمة لمدرسة البواهاوس وتدريباته بالنسبة لتلاميذه، "فمثلاً بول كلي كان يؤكد في تدريسه على رحلة الخط والسطح في ثلاث مراحل : الخط النشط (وينتج بنقطة متحركة) والسطح النشط (وينتج من الخط المتحرك) وفي الوسط مرحلة انتقالية لأشكال خطية تعطي الأساس بتأثير السطوح ثم ينتقل إلى العوامل المتوسطة والسلبية ويمثلها بصراع القوى الذي يحرك طاحونة الهواء ، وهو تضاد قوتين الجذب والجيل المقاوم (عاملان نشطان) يعبر عنهما بتيار الماء الممثل في الظل المثلثي diagonal (عامل متوسط) والذي يدبر (3) الطاحونة (عامل سلبي) ويمثل العوامل المتوسطة السلبية :

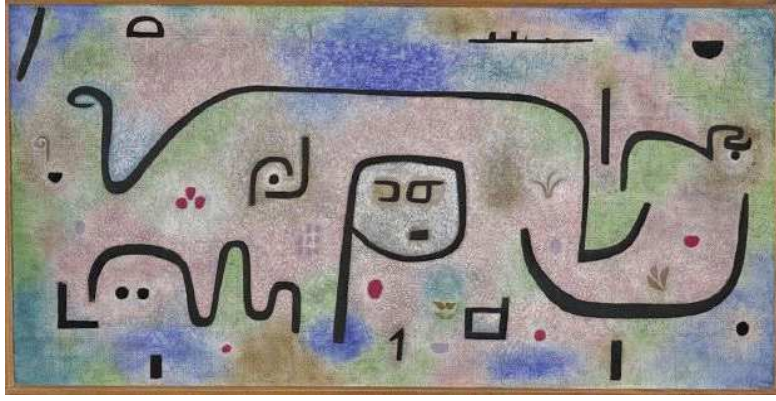
- مجرى الماء الشلال (نشط).
- الطواحين. (متوسط).
- رحلة الشاكوش (سلبي) (Salim, 1993, P130)

ثم يصور بول كلي الأرض والماء والهواء- رموز في مجال الأشياء الصامتة ماهي plummet - والتي تشير إلى مركز الأرض ، وإلى الاتزان ، وكمايقول بيكاسو: " إن أقصى نقطة أردت الوصول إليها في فن الرسم وجدت الخط الإسلامي قد سبقني إليها منذ أمد بعيد". (الرفاعي، 1990، ص 50)

ويميل المؤرخون إلى أن الخطوط المتداولة فجر الاسلام كانت خطوط الحيرى والأنبار والمكي والمدني والكوفي والبصري ، وكانت تعتبر الكتابة شرطاً لا بد منه ليكون العربي كاملاً و ذا مكانة مرموقة في قومه ، إذ كان يشترط فيه أن يكون حسن العوم و الرمي و الكتابة.

أما واسيلي كاندنسيكي فله مدخل في تحليل الطبيعة وتحويلها إلى تركيبات هندسية ، أساسها العلاقات الخطية ، كما أن هناك تدريبات هندسية لإدراك التدرج في استخدام اللونين الأبيض والأسود من خلال بيضاويات متساوية داخل مستطيلات ، ثم خلط الأسود بالألوان فتميل إلى التواري ، أو خلطها بالأبيض فتتقدم إلى الأمام. (البسيوني، 1986م، ص54).

والشيء الذي أريد تأكيده عند هذه النقطة هو أننا عندما ندعو هذه الأشياء " بالجميلة" ، فنحن في الواقع نسلم بأن نسباً رياضية معينة تستثير فينا ذلك الانفعال الذي نربطه عادة بالأعمال الفنية ، فما أنا على وشك اقتراحه الآن هو أنه عندما نعمل بدون تفكير إلى استخدام صفة واحدة في وصف أشياء مختلفة اختلافاً واضحاً ، فلسنا عندئذ من المهمين ولا المخالفين للمنطق، و لكننا في هذه الحالة نطابق لا شعورياً بين صفات متماثلة. (ريد، 996م، ص29).



شكل رقم (2)

المحور الثاني: نظرية المحاكاة...

بداية "ما الذي يجعل العمل الفني عملاً فنياً وليس شيئاً عادياً من أشياء العالم؟؟ وما الذي يجعل الفنان فناناً بالتضاد مع أحد الحرفيين أو رسامي الصور التذكارية؟" (بورديو، 1998)

الفن كتجسيد حسي للفكرة هو جزء من العقل المطلق، إلى جانب الدين والفلسفة، فهو إذاً واحد من ثلاثة أشكال تتحقق فيها حرية الروح ويجري التعبير عنه، كما يعتبر أول ظهور للمطلق، وتعبير محسوس عن الحقيقة، "حيث يجتمع الفن مع الدين والفلسفة في نفس الإطار، إذاً ولا يتميز الفن منهما إلا في شكله - أي في تعبيره المحسوس، وفي طوعية أخيلته، الأمر الذي يحيل الفكرة شيئاً يمكن التقاطه". (نوكس، 1985م، ص107).

وقد سادت نظرية التقليد والمحاكاة ثم ظهرت إلى جوارها نزعة تعبيرية، فالنظرية الأولى تحاكي العالم الخارجي والنزعة الثانية تحاكي وجدان الأديب (محاكاة في شكل آخر)، ولكن كاسيرر يقدم نظرية الفن باعتباره تكويناً تشكلياً فما معنى ذلك؟، "انظرية التكوين التشكيلي في الأدب تعني أن الأدب لا يعيد نسخ العالم الخارجي أو نفسية الفنان وهما شيان موجودان قبل تجربة العمل الأدبي، فلا يوجد واقع بالنسبة للإنسان مالم يكن قد خلقه في شكل رمزي، وهما موجودان قبل تجربة العمل الأدبي، فلا يوجد واقع بالنسبة للإنسان مالم يكن قد خلقه في شكل رمزي". (خضر، 2004م، ص212).

لا ريب ان مفهوم المحاكاة عند ارسطو يختلف عن مفهوم "افلاطون" اختلافاً جوهرياً نابعاً من اختلاف النظرة الفلسفية، فأفلاطون اصلاً كان ذا نزعة صوفية غائبة، بينما كان ارسطو ذا نزعة عملية تجريبية، ومن ثم فلم يذعن ارسطو لنظرية استاذة في المثل، حقاً لقد ذهب ايضاً إلى ان الفن محاكاة ولكنه لم يقرن نظرية المحاكاة بنظرية المثل فيكبل الفن بقبود الفلسفة، فالشعر محاكاة للطبيعة حقاً، ولكن الطبيعة ليست محاكاة لعالم عقلي، والشاعر انما يحاكي الطبيعة بعد ان يفهمها على نحو متكامل منظم واذا كانت المحاكاة عند افلاطون نظرية فلسفية فأنها عند "ارسطو" نظرية فنية، فالشاعر ليس حامل مرآة ينظر إلى مظاهر الأشياء فيها، وانما هو يحاكي ما يمكن ان يكون لا ما هو كائن ولذا فإنه يفضل المؤرخ في هذا المجال لأنه يسمو على الجزئيات الكائنة، ويقترب من الكليات الممكنة، أي من الفلسفة، فهو أقرب إلى الفيلسوف منه إلى المؤرخ في نظريته إلى الطبيعة، يقول ارسطو: "ان عمل الشاعر ليس رواية ما وقع، بل ما يجوز وقوعه، وما هو ممكن على مقتضى الرجحان أو الضرورة فإن المؤرخ والشاعر لا يختلفان بأن ما يرويان من منظوم أو منشور، فقد تصاغ أقوال "هيروودوتس" في أوزان فتظل تاريخاً سواء وزنت أم لم توزن) بل هما يختلفان بأن أحدهما يروي ما وقع على حين أن الآخر يروي ما يجوز وقوعه، ومن هنا كان الشعر أقرب إلى الفلسفة، وأسمى مرتبة من التاريخ، لأن الشعر أميل إلى قول الكليات على حين أن التاريخ أميل إلى قول الجزئيات". (Ralph, p4)

و يفسر "غويو" ما يريده ارسطو قائلاً: (لئن كان العالم يكتب تاريخ الكون، فالفن يجمل الطبيعة، ويبدو كأنه يضرب المثل كي تحاكيه الطبيعة ولا يحاكيها، والفنان لا يقتصر على رسم الواقع المباشر لطواهر الأشياء ولكنه يعبر عما هو جوهري فيها)

وهكذا فجوهر الفن عند "ارسطو" إذن هو محاكاة الطبيعة، وانما تختلف الفنون في وسيلة المحاكاة، وفي هذا المجال ايضاً تظهر ملاحظة ارسطو القيمة في صلة الشعر بالفنون، هذه الصلة التي نجمت عن مفهومه القائل: "ان المحاكاة تتجاوز المظهر إلى الجوهر، فالشعر، والرسم، والموسيقى، والرقص فنون تحاكي الأفعال والمشاعر الانسانية أكثر مما تحاكي الأشياء، وانما تختلف في وسائلها وطرائقها" (Lucian, 1987, p82).

ثمة فارق جوهري اذن بين محاكاة افلاطون ومحاكاة "ارسطو". فعلى حين ذهب "افلاطون" إلى أن الشاعر كالمصور في ملاحظة مظاهر الأشياء، ذهب "ارسطو" إلى أنه كالموسيقي في ملاحظة معاني النفوس، وكالراقص في ملاحظة الأفعال وهما لا يصوران وانما يعبران، وذلك ما يقرب الشعر من عالم النفس وينأى به عن عالم الحس، يقول "ارسطو": (فالشعر الملاحم، وشعر التراجيديا، وكذلك الكوميديا، والشعر الدورامي، وأكثر ما يكون من الصفر في الناي، واللعب بالقيثار - كل تلك بوجه عام انواع من المحاكاة، يفترق بعضها عن بعض على ثلاثة انحاء: إما باختلاف ما يحاكي به أو باختلاف ما يحاكي أو باختلاف طريقة المحاكاة، فكما ان من الناس من انهم ليحاكون الأشياء ويمثلونها بحسب ما لهم من الصناعة أو العادة بالوان وأشكال، ومنهم من يفعل ذلك بواسطة الصوت، فذلك الامر في الفنون التي ذكرناها فجميعها تحدث المحاكاة بالوزن والقول والإيقاع أما بواحد منها على الانفراد، أو بها مجتمعة، فالإيقاع والوزن - مثلاً - يستعملون وحدهما في الصف في الناي، وصناعة الضرب على القيثارة، وما قد يكون من صنائع لها مثل قوتها كصفارة الراعي، والوزن وحده - بغير إيقاع - يستخدم في الرقص، فان الرقص ايضاً يحاكي الخلق والانفعال والفعل بواسطة الازان الحركية، اما الصنعة التي تحاكي باللغة وحدها - منشورة أو منظومة - فلم يعرف لها اسم حتى الآن). (ارسطو في الشعر).

المحور الثالث: فنانون الحرف العربي.

كان الفن منذ أقدم العصور تعبيراً عميقاً عن الحياة الانسانية، وقد عبرت كل الحضارات المعروفة عن أفكارها مستخدمة مصطلحها الفني الخاص بها، وقامت بتقويم تلك التعبيرات الإبداعية تقويماً واعياً، أما العلم فإنه يحاول أن يشرح العمليات الطبيعية التي تخضع للقوانين الأساسية، فان كل عملية معينة توجهها قوانين محددة يحاول العلم تفحصها بوسائل تنماشى مع متطلبات ذلك الفروع العلم لهذا فإن العلم يسعى إلى صياغة القوانين العامة التي يسير بمقتضاها هذا العالم الذي نسكنه. (علي، 2005، 53-54)

ومن هذه العمليات الابداعية ما ترجمه فنانون الخط العربي وما نسميهم حروفيون ، ويمكننا حصر ظهور الحرف العربي في لوحات الفنانين في ثلاث مراحل:

المرحلة الأولى: تقوم على ضبط الحروف والاقتراب به إلى موقعه التاريخي في أعمال الخطاطين ، وفي ذات الوقت الخروج إلى تركيبات وتعلقات خارج نسقه ، فأن الأشكال المعقدة للكتابة التاريخية قد اعتمدت بسبب التقنيات والقيم في فرض سيطرتها على حقبة طويلة شكلاً من أشكال اعادة الانتاج ، معتمدة على قدرات الفنانين في تجويد الخط العربي مثل نجا المهداوي ومحمد سعيد الصكار و صادق الصانع و حسن المسعودي وايداد الحسيني و رمضان بهية وغيرهم ، كما في شكل رقم(3).

المرحلة الثانية: هي محاولة نقل الحرف من المكتوب الى المرسوم أي تغيير تقني في المادة وتبديل المداد بالزيت والورق بالقماش ، والانحراف بالخط من جاهزيته القاعدية إلى بدائية في طريقة العرض ، وأكثر من مثل هذه المرحلة ضياء العزاوي ، وجميل حمودي ، ووجيه نحلة وسعيد عقل وغيرهم، كما في شكل رقم(4).

المرحلة الثالثة: وهي الانعطاف و الأكثر مغامرة فيما اصطلح عليه (بالحروفية التجريدية) ، أي الابتعاد بالحرف عن أدبيته والتحول به إلى فضاء صوري يكون فيه الحرف جزءاً من منظومة أوسع من الأشكال على الجدران أو المخلفات والاثار الكتابية ، وهو ما يمكننا تسميته بالأفق الدلالي ، ومنهم شاكر آل سعيد و رافع الناصري ، وكريم رسن وهناء مال الله وغيرهم كثير ، وفيما يلي نستعرض أهم اللوحات فيما يمثل المراحل الثلاثة السابقة ، كما في شكل رقم(5).



شكل رقم (3) يمثل المرحلة الأولى



شكل رقم (4) يمثل المرحلة الثانية



شكل رقم (5) يمثل المرحلة الثالثة

مما سبق يتضح لنا أن الخط العربي تحول من وسيلة للعلم إلى مظهراً من مظاهر الجمال في الحضارة العربية الإسلامية والحضارة المعاصرة ، فتحوّلت الحروف العربية على يد الفنانين العرب إلى فن أصيل دقيق، والفن ينقل العواطف الكامنة في النفس، فهو يعبر عن العالم الداخلي للإنسان المبدع ، وليس فقط عن العالم الخارجي من خلال استخدامه لأشكال تجريدية ، فصار الحروف العربية معمارية التكوين، وتتقبل كنمط مرني ومصور، وتعتبر عن أسلوب رمزي تجريدي عن الحالات العقلية والعاطفية ، فالمدلولات الموسيقية النطقية ، ودرجات الحروف الصوتية للحرف الواحد، وتركيبها في تناغم مدروس ينتج لوحات فنية معاصرة تحمل ملامح التكوين الخطي التي تظهر للروح ثم العين ، فقد استطاع الفنان أن يعي تماماً بحسه الفني المرفه أن مكونات الحروف العربية الصارمة في بنائها الهندسي لها القدرة على التكيف في أي شكل مُعطى، واللينة في تشكيلها البنائي البسيط أو المعقد ، مع إيجاد التوافق بين النسب المطلوبة بين الحروف والتناغم المألوف بين الحركات، لتتصهر في علاقة واضحة بين المرئي بدلالته اللغوية واللا مرئي بدلالته الفنية والجمالية والتي يغلب عليه القياس والدقة ، حتى أصبح الحرف وحدة زخرفية بذاته يتكون من تكرارها وبالإيقاع والتشكيل ليخرج عملاً فنياً متزاناً في وقتنا الحاضر.

النتائج:

- الفن يستفيد من التجربة الإنسانية ويحاول تصويرها وإيضاحها والعمل الفني له حياة خاصة.
- الحروفيات كتكوين جاءت بناءً على أسس التصميم والعلاقات المترابطة بين جميع العناصر.
- تضمنت الحروف نقوش ورسائل رمزية وفيها جمال إلى درجة الاتقان والإجادة.
- استخدم الحرف العربي كقيمة فنية على أساس معالجة الكتلة والفراغ وكنصب فنية وفق أبعاد ومقاييس جمالية في شتى مجالات الفن.

التوصيات:

- العودة إلى الحرف العربي وإعادة إنتاجه وبعثه من جديد في تشكيل جديد وقيمة ذاتية فيه.
- البحث عن جوهر الحرف العربي لا عن حقيقة مادية (لوحات) ، حيث أن جمال اللوحة الخطية يكمن في انتظام الشكل الذي يكونه الخطاط عبر تلك الحروف.
- فن الخط العربي قائم بذاته ذو منطق جمالي تحكمه بالضرورة خصائصه وأساليبه ومساره.
- الاهتمام بالدراسات الجمالية التي تهتم بالحرف العربي حيث أنه أحد النواتج المهمة للحضارة العربية والإسلامية والمعبرة عن خصائصها وكيانها.

المراجع العربية:

1. إ. نويس: ترجمة: شفيق شيا، محمد: 1985م "النظريات الجمالية، كانط، هيجل، شوبنهاور"، منشورات بحسون الثقافية، لبنان، بيروت،
2. ابتهاج محمد البار: 2008 م "ظاهرة الترادف في اللغة العربية"، رسالة ماجستير، منشورة، جامعة الملك عبدالعزيز، كلية الآداب، قسم اللغة العربية.
3. إياد حسين عبدالله الحسيني: 2003م "التكوين الفني للخط العربي وفق أسس التصميم"، دار الشؤون الثقافية العامة، بيروت، طرابلس.
4. بلال عبدالوهاب الرفاعي: 1990 م "الخط العربي تاريخه وحاضره"، دار ابن كثير، سوريا، دمشق.
5. بيبير بورديو: ترجمة: إبراهيم فتحي: 1984م "قواعد الفن"، دار الفكر للدراسات والنشر والتوزيع، مصر، القاهرة.
6. حسن عباس: 1998م "خصائص الحروف العربية ومعانيها - دراسة"، منشورات اتحاد الكتاب العرب.
7. حسين الصديق: 2003 م "فلسفة الجمال ومسائل الفن عند أبي حيان التوحيدي"، دار القلم العربي، سوريا، حلب.
8. حسين علي: 2005 م "فلسفة الفن، رؤية جديدة"، الدار المصرية السعودية للطباعة والنشر، مصر، القاهرة.
9. زهير صاحب وآخرون: 2006 م "دراسات في الفن والجمال"، دار مجدولاي للنشر والتوزيع، عمان، الأردن.
10. سناء خضر: 2004م "مبادئ فلسفة الفن"، دار الوفاء لدنيا الطباعة والنشر، الإسكندرية.
11. عفيفي البهنسي: "الفن الإسلامي"، طلاس للدراسات والترجمة، سوريا، دمشق.
12. علي شناوة آل وادي: 2012 "فلسفة الفن وعلم الجمال"، مؤسسة دار الصادق الثقافية، الأردن، عمان.
13. عياد، شكري: 1967م "أرسطو في الشعر"، دار الكتاب العربي، القاهرة.
14. محمد أديب السلاوي: واقعنا اللغوي في زمن العولمة هل يكشف لنا أسباب التراجع،
15. محسن عطية: 2011م "التجربة النقدية في الفنون التشكيلية"، عالم الكتب، مصر، القاهرة.
16. محمود البيسوني: 1986م "تربية الذوق الجمالي"، دار المعارف، مصر، القاهرة.
17. هيربرت ريد: ترجمة: جاويد، عبدالعزيز وحبیب، مصطفى: 1996م "التربية عن طريق الفن"، الألف كتاب الثاني، الهيئة المصرية العامة للكتاب، مصر، القاهرة.

REFERENCES

- [1] Lucian Krukowski, 1987: " Art and Concept: A Philosophical Study, the university of Massachusetts press Amherst.
- [2] Ralph Alexander Smith: "Cultural Literacy and Arts Education the university of Illinois press urbana and Chicago.
- [3] Salim Kemal, Ivan Gaskell, 1993: Explanation and Value in the Arts, Cambridge university press.
- [4] http://islamicartsmagazine.com/magazine/view/the_energy_of_calligraphic_gestures/

REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE: DELIQUESCENCE ETATIQUE ET RECONSTRUCTION NATIONALE POST-ELECTIONS

[CENTRAL AFRICAN REPUBLIC: STATE FAILING AND NATIONAL RECONSTRUCTION POST-ELECTIONS]

MBAYA MUMPUNGA Hervé¹ and OTSHUDI SHOTSHA Augustin²

¹Assistant, chercheur et doctorant à l'Université de Lubumbashi, RD Congo

²Assistant, chercheur et doctorant à l'Université de Lubumbashi, RD Congo

Copyright © 2016 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: Plagued by coups and political crisis that gradually destroyed the state apparatus, central african republic comes out from a humanitarian and security crisis marked by a political and religious context. The international community had to get involved to restore peace. The last elections won by Touadera open a new era. Reconstruction seems to be vital. Our concern is to know how these new elections may contribute to national reconstruction.

Challenges are enormous : restoration of the rule of law by ensuring respect of the constitution, restoration of state authority throughout the national territory in addition to the reform of security forces by instructing and equipping them, promoting peaceful coexistence and inter-sectorian in equality and ethnic geopolitical balance.

This reflection is not only spot to mark the way for national reconstruction but also to restore the state sovereign powers. The government, the country's elite can use it to project the future.

Results confirm that the central african republic is a failed state whose sovereignty has difficulty to manifest. Perspectives thoughts for national reconstruction have three sectors : political sector initiated with general elections and the new constitution for a sustainable democratization, economic sector based on industrialization by exporting while offering a secure and an attractive business environment to investors, social cultural sector projected on welfare of all central africans when promoting inter-ethnic and inter-faith coexistence.

KEYWORDS: elections, challenges, sovereignty, democratization, industrialization, coexistence.

RESUME: Rongée par des coups d'Etat et des crises politiques qui ont progressivement détruit l'appareil étatique, jusqu'à la dernière déclenchée par la séléka, La Centrafrique sort d'une crise sécuritaire et humanitaire au contexte politico-religieux. La communauté internationale a dû s'impliquer pour rétablir la paix. Les dernières élections présidentielles remportées par Faustin-Archange Touadéra ouvrent une nouvelle histoire. Le besoin de la reconstruction s'impose. Notre préoccupation est de savoir comment ces nouvelles élections peuvent constituer un facteur de relance de la reconstruction nationale.

Les défis à relever sont énormes : restauration de l'Etat de droit c'est-à-dire garantir le respect de la constitution, restauration de l'autorité Etatique sur l'ensemble du territoire national en procédant à la réforme des forces de sécurité c'est-à-dire les instruire et les équiper, promouvoir la cohabitation pacifique intercommunautaire et interconfessionnelle dans l'égalité et l'équilibre géopolitique ethnique.

La présente réflexion se tache non seulement de baliser les voies à une reconstruction nationale, mais aussi de restaurer les compétences régaliennes étatiques. Le gouvernement, l'élite du pays pourront s'en servir afin de projeter l'avenir.

Les résultats confirment que la Centrafrique est un Etat déliquescents dont la souveraineté a de la peine à s'affirmer. Les perspectives pensées, abordent la reconstruction nationale en trois dimensions : la dimension politique déclenchée avec les élections et la nouvelle constitution en vue d'une démocratisation durable, la dimension économique basant sur

l'industrialisation par des exportations offrant aux investisseurs un environnement des affaires attractif et sécurisé, la dimension socioculturelle projetée sur le bien-être du centrafricain ainsi qu'à une promotion de la cohabitation intercommunautaire.

MOTS-CLEFS: élections, défis, souveraineté, démocratisation, industrialisation, cohabitation.

1 INTRODUCTION

La déliquescence de l'Etat en Relations internationales est directement liée au principe de souveraineté. Ceci renvoie à la responsabilité exclusive dont jouit tout Etat sur la gestion de ses affaires intérieures. Elle demeure un principe fondamental du système international, consacré par la charte des Nations unies. La déliquescence sur le plan sécuritaire, humanitaire, politique et économique d'un Etat membre des Nations unies, doit interpeller la communauté internationale (Etats, organisations internationales, ONG) en particulier l'ONU, soit pour des raisons de principe, soit encore à cause des processus de contagion que les indices de déliquescence sont susceptibles d'engendrer, peut être appelée à répondre à la déliquescence avérée ou dont le risque d'occurrence est élevé de certains Etats d'abord parce que les Etats déliquescents dérogent aux principes du droit international, aux droits de l'homme, et souvent aux traités. Mais aussi parce qu'ils représentent une menace pour la stabilité et la sécurité internationales, parce qu'ils sont vulnérables au terrorisme et aux troubles ou conflits armés¹.

Logiquement un conflit dans un pays peut contaminer les autres Etats de la région (les problèmes des réfugiés, territoires de replis des rebelles). Sur le plan politique les risques suscités par les Etats déliquescents justifient la mise en œuvre d'action collective et l'appui apporté à leur consolidation. Ce qui justifie l'adoption par le conseil de sécurité des Nations unies des résolutions, après consentement de l'Etat concerné, le déploiement des forces onusiennes d'intervention afin de rétablir la paix et la sécurité. Des indices ci-après conduisent le conseil de sécurité à adopter des résolutions de déploiements des contingents onusiens dans un Etat membre : l'existence d'une menace réelle mettant en mal la paix et la sécurité internationales ; l'entrave aux intérêts d'un ou de plusieurs Etats (intérêts vitaux, stratégiques, de puissance)

Plusieurs caractéristiques permettent d'identifier un Etat déliquescant, parmi lesquelles : un Gouvernement central si faible ou inefficace n'exerçant qu'un control marginal sur son territoire ; la contestation de la légitimité du Gouvernement dans la prise des certaines décisions ; l'absence des services publics essentiels ; la corruption généralisée ; la crise économique.

L'identification d'un Etat déliquescant passe également par des indicateurs sociaux tels que : l'accès difficile à l'alimentation et en eau potable, des problèmes environnementaux² ; conflits intercommunautaires sur base des injustices récentes ou passées, y compris sur plusieurs siècles incluant certains crimes restés impunis contre des communautés et des groupes, l'institutionnalisation de l'exclusion politiques, l'ostracisme en direction des groupes accusés d'accaparer richesses et pouvoir³.

Il existe également des indicateurs économiques de déliquescence d'un Etat : les inégalités de développement, des inégalités réelles ou perçues entre des groupes au niveau de l'éducation, de la répartition de richesses, des emplois ; il s'observe le déclin de l'économie mesuré par un indice de déclin global en termes de certains pourcentages⁴ incluant PNB,

¹ Un Etat défaillant est celui qui ne remplit pas les fonctions régaliennes essentielles en matière d'ordre public, de police, de justice et qui ne parvient pas à s'opposer aux troubles internes, aux crises politiques provoquant des guerres civiles et l'exode de certaines populations. Lire la définition d'André Cartapanis, « Etat défaillant » qui capture l'Etat ?, Paris, PUF, p.120, 2012.

² Les problèmes environnementaux auxquels fait face un Etat déliquescant sont les plus souvent des inondations dues à l'extension des zones habitées souffrant de non respect des normes urbanistiques, des problèmes de frontières basés sur des propriétés ou des occupations de terres entre les différentes tribus qui le composent. Le rapport the Fund for peace « demographic pressures » publié le 23 décembre 2007, nous en informe en large.

³ The Fund for peace « sharp and/or severe economic decline » du 23 du 23 décembre 2007.

⁴ La formule de calcul modifiée en 2011 de l'indice de développement humain = $\sqrt[3]{I_{vie} \times I_{éducation} \times I_{revenu}}$ dont I vie renvoie à l'indice de longévité à valeur maximale de 83,4 ans, I éducation renvoie au taux de scolarisation dont la valeur maximale considérée est de 13,1 ans, I revenu renvoie au revenu national brut par habitant évalué à 107,721\$ voir dans le rapport de développement humain du PNUD : notes techniques de calcul de l'IDH, 2011.

PIB, IDH, revenu individuel moyen, endettement, taux de mortalité infantile par an, niveau de pauvreté, une chute rapide des prix des matières premières, des revenus, de l'investissement direct étranger, l'existence de plusieurs réseaux œuvrant dans le secteur de l'économie informelle. L'incapacité de l'Etat à payer salaires et pensions⁵.

Enfin des indicateurs politiques permettent aussi d'identifier la déliquescence dans un Etat : la criminalisation et la délégitimation du pouvoir se traduisant par la corruption endémique, le pillage institutionnel systématique, la résistance à la transparence et aux pratiques de bonne gouvernance⁶ ; à ceci s'ajoute la détérioration graduelle des services publics rongés par la disparition des fonctions de base à destination des citoyens privilégiés tels que la police, l'éducation, le système de santé, le système de transports ; l'usage des agences de l'Etat au service des élites dominantes notamment les forces de sécurité, la Banque centrale, l'administration présidentielle, les services de douanes et de renseignements⁷. Les violations généralisées des droits de l'homme est une importante pondération dans les statistiques de déliquescence d'un Etat lorsqu'il y a émergence du pouvoir autoritaire ou dictatorial manipulant ou suspendant les institutions démocratiques; éruption de violences politique à l'encontre de la population civile, couplées à l'augmentation du nombre des prisonniers politiques ou dissidents où il est refusé un procès en phase avec les normes internationales, la restriction de la presse et des droits religieux⁸ l'état de déliquescence se précise par l'intervention d'autres puissances : engagements militaires ou paramilitaires d'armées étrangères, Etats, groupes ou entités, qui ont pour résultat de bouleverser l'équilibre local des forces et empêcher la résolution d'un conflit, la sur dépendance vis-à-vis de l'aide externe ou des missions de maintien de la paix⁹.

Depuis son indépendance, la République centrafricaine, considérant les caractéristiques et indicateurs fournis ci-dessus, présente des indices d'un Etat en déliquescence. En effet, le manque de légitimité dû à la succession de coups d'Etat, le changement intempestif des constitutions taillées selon la volonté du commandant suprême, la personnalisation du pouvoir, le fossé entre la société civile et l'appareil étatique, un manque de ressources, une mauvaise gestion des institutions, la négligence des forces de sécurité, l'instabilité en provenance des pays voisins ont rongé jusqu'à l'affaiblissement de l'appareil étatique. La dernière crise occasionnée par la chute du pouvoir de François Bozizé à l'avènement de la rébellion de la séléka dirigée par Michel Djotodia, a laissé le pays dans un état sécuritaire et humanitaire chaotique qui n'a pas laissé indifférente la communauté internationale ; l'ONU, l'UA, et la France ont déployé des contingents pour le rétablissement de la paix. L'Union africaine(UA) par la résolution 2127 du conseil de sécurité de l'ONU voit son rôle être renforcé dans la problématique de la paix en République Centrafricaine, le 5 décembre 2013. Cette résolution porte création de la mission internationale de soutien à la Centrafrique¹⁰ (MISCA) succédant ainsi à la mission de consolidation de la paix en Centrafrique(MICOPAX)¹¹. Le conseil de sécurité adopta la résolution 2149 le 10 avril 2014 portant création de la mission intégrée multidimensionnelle de stabilisation des Nations unies(MINUSCA) de jure, la BINUCA intègre la MINUSCA. Cette intervention fut conforme au chapitre VII de la charte des Nations unies¹². La Centrafrique sortie d'une transition politique qui fut dirigée par Catherine Samba Panza se trouve désormais sur la voie de la reconstruction¹³ qui a pris corps lors des élections présidentielles ayant abouti à la victoire de Faustin-Archange Touadéra. Le nouvel élu hérite d'un Etat dévasté considérant des indicateurs fournis

⁵ Walzer, M., « The Politics of rescue » *Social research*, n° 62, in *Printemps*, 1995, p.59.

⁶ Plus de détails dans le rapport *the Fund for peace « criminalization and delegitimation of the state »* du 23 décembre 2007.

⁷ *The Fund for peace explicite la détérioration des services publics dans les Etats déliquescents dans son rapport « progressive deterioration of public service »* du 23 décembre 2007.

⁸ *The Fund for peace « widespread violation of human rights »* du 23 décembre 2007.

⁹ *The Fund peace « intervention of other states »* du 23 décembre 2007.

¹⁰ La MISCA compte un effectif de 6000 hommes avec un mandat de 12 mois, en provenance du Gabon, du Cameroun, du Tchad, de la RD Congo...lire la résolution 2127 du conseil de sécurité des Nations unies adoptée le 5 décembre 2013.

¹¹ La MICOPAX est une mission de force multinationale des Etats d'Afrique centrale(FOMAC) bénéficiant du soutien financier et logistique de l'Union Européenne et de la France, elle prend effet le 12 juillet 2008 afin d'assurer la sécurité des populations en remplacement de la FOMUC créée le 2 octobre 2002. Consulté à l'adresse : <http://www.MICOPAX-Réseau de recherche sur les opérations de paix. Org> accédé le 20 Mars 2016 à 08H 42.

¹² Le chapitre VII de la charte des Nations unies de 1945 prévoit une action en cas de menace contre la paix, la rupture de la paix et d'actes d'agression, de l'article 39 à 51.

¹³ Le terme reconstruction se réfère à l'action de reconstruire, c'est-à-dire rétablir dans son état originel et imaginer autrement quelque chose qu'auparavant, selon le contexte elle est lié au temps d'après guerre ou conflit car la guerre et le conflit renvoient à la destruction. Le schéma idéal est conflit-réhabilitation-développement. Lire Vincenot, D., « Les enjeux de la reconstruction : identifier et favoriser les facteurs de paix. Agir ensemble autour d'un projet social de paix » in *Nouvelles dynamiques pour pratiquer la paix*, Paris, Ed. Irénée, juillet 2009, p.3.

ci-dessus. Les défis à relever pour la reconstruction sont énormes tant sur le plan politico-économique que sur le plan socio sécuritaire.

Il sied de souligner que la Centrafrique n'est pas à ses premières élections, moins encore à son premier processus de reconstruction nationale. En effet, dans le contexte post-guerre froide de la démocratisation du continent Africain, plusieurs pays y compris la Centrafrique sortent des régimes dictatoriaux, les uns organisent des conférences nationales souveraines comme au Zaïre, au Togo, au Congo-Brazza, tandis que les autres organisent des élections, le cas de la Centrafrique qui élit Ange-Félix Patassé président de la République en 1993. Ce dernier sera réélu en 1999. Très vite en 2003 le pays connaît un coup d'Etat opéré par le général Bozizé. Il s'observe de manière anticipative un début de reconstruction et une interruption, suivie d'instabilité.

Partant des problèmes dégagés, comment des nouvelles élections en République centrafricaine peuvent-elles constituer un facteur de reconstruction nationale ?

Le fait qu'au second tour des élections présidentielles face à Zoguélé, Faustin-Archange Touadéra a bénéficié des soutiens de 23 candidats malheureux du premier tour du scrutin¹⁴. Les avis sont positifs au sujet de la reconstruction nationale, à ce sens que tous ceux qui gravitent autour du président élu, ont déjà ou au moins une fois servi l'Etat. A ce titre des nouvelles élections viennent de mettre sur le rail le processus de reconstruction nationale. Celles-ci constituent un bon départ, vu que le président élu a bénéficié du soutien au second tour de ses adversaires du premier tour. Les défis à relever pour cette reconstruction consiste à redonner à la République centrafricaine le statut d'Etat de droit, le respect de la constitution du 14 Décembre 2015 devra s'observer, la cohésion et la cohabitation nationale devront se consolider, l'égalité de tous et l'équilibre géopolitique à l'intérieur du pays pourront traduire cette restauration de l'autorité de l'Etat sur toute l'étendue du territoire national. Restaurer c'est aussi penser équiper et réformer les forces de sécurité, éradiquer le chômage, la pauvreté et le sous-développement ; promouvoir le civisme afin d'éviter de retomber dans les crises antérieures. Ces nouvelles élections générales (présidentielles, législatives...) constituent un coup de pouce pour légitimer les animateurs des institutions politiques concernées (présidence, assemblée nationale, gouvernement...). Il sera pertinent que la reconstruction nationale en Centrafrique puisse revêtir de la dimension politique, économique et socio culturelle afin de remédier aux indicateurs au rouge de la déliquescence (indicateurs politiques, économiques, socio culturels).

Afin d'envisager la voie de la reconstruction et de la restauration des compétences régaliennes de l'Etat en République Centrafricaine, la présente réflexion procède des indices de déliquescence étatique, les analyser et les comprendre dans le contexte centrafricain et aboutir à la réparation des secteurs en panne. La théorie réaliste en relations internationales dans sa conception stato-centrée de la souveraineté, de l'exclusivité légitime étatique de la force et de la sécurité balise des pistes de solutions globales pour la Centrafrique.

La présente recherche connaît des étapes suivantes : retracer les origines de la déliquescence étatique de la Centrafrique, en suite dégager ses indicateurs, pour clore la réflexion avec des perspectives de reconstruction nationale.

2 LES ORIGINES DE LA DELIQUESCENCE DE L'ÉTAT CENTRAFRICAINE

2.1 APERÇU HISTORIQUE DE LA REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE

La déliquescence de la Centrafrique est retracée depuis l'époque précoloniale où la majorité des habitants s'étaient installés depuis la seconde moitié du XVIII^e siècle. Les populations de langues soudanaises ont ainsi migré à cette époque vers les forêts, pour fuir l'arrivée des guerriers peuls et les marchands d'esclaves. L'esclavage a été malgré tout un fléau omniprésent dans les plateaux de Centrafrique durant le XIX^e siècle, les premiers habitants de la Centrafrique totalement couverts par la forêt étaient des pygmées babingas, suivis des bantous et des peuls¹⁵. En 1885, des explorateurs belges¹⁶ découvrent la rivière Oubangui, le territoire ainsi découvert est partagé entre la France et la Belgique de part et d'autre de la

¹⁴ Retrouver la liste des candidats ayant soutenu Faustin-Archange Touadéra au second tour sur <http://www.lesplumesderca.com>, consulté le 2 janvier 2016 à 11H 03.

¹⁵ Kalck, P., *Histoire centrafricaine : Des origines à 1966*, Paris, l'Harmattan, 1992, p.35.

¹⁶ Le capitaine Edmond Hanssens est un explorateur militaire belge, qui a participé aux expéditions de Stanley au Congo. Il fut à la tête d'une délégation d'explorateurs belges en Centrafrique près de la rivière Oubangui, lire Yves Boulvert dans *les explorateurs de l'est centrafricain, ors tom*, Bondy, 1983, p.14.

rivière qui marque ainsi la frontière entre ces deux puissances coloniales. En 1889, sur la rive droite de l'Oubangui la première ville Française Bangui est créée et deviendra la capitale de la République centrafricaine. Elle proclame son indépendance le 13 Août 1960, admise cependant aux nations unies le 20 septembre de la même année. Située en plein cœur de l'Afrique et couvrant une superficie de 623 000 km². Elle se dote de sa première constitution en 1958. David Dacko se fait élire président de la République alors qu'il était président du gouvernement. Il s'accapare ainsi tout le pouvoir exécutif, il est dorénavant président de la République et chef du gouvernement. En 1962, il fait du « MESAN » un parti unique et suspend la constitution. Il sera chassé du pouvoir par coup d'Etat opéré par le lieutenant-colonel Jean-Bedel Bokassa. En 1972, Bokassa se déclare président à vie de la Centrafrique, en 1976 il fait adopter une nouvelle constitution qui transforme la République en Empire centrafricain(ECA), son régime s'illustre par la brutalité et des violations massives des droits de l'homme ainsi que par un comportement fantasque comme lorsqu'il est couronné « Empereur Bokassa 1^{er} ». Il sera évincé lors d'un coup d'Etat sous la complicité des parachutistes français « opérations Barracuda ». David Dacko renverse le régime impérial et annonce le retour à la République. La tenue des élections de Mars 1981, ramènent Dacko au pouvoir. Les résultats controversés de cet électorat engendrent une crise politique sans précédent avec effusion de sang et des pertes en vies humaines mettant en danger l'équilibre de la nation. Un autre coup d'Etat s'opère avec à sa tête le général André Kolingba alors chef d'Etat-major de l'armée.

Le vent de la démocratisation de la fin des années 1980 a balayé en République centrafricaine, le Général Kolingba, pressé par les circonstances notamment les exigences tant internes qu'externes, accepte le verdict des urnes qui porte au pouvoir en 1993 au second tour électoral Ange Félix Patassé. Ce dernier a été confronté en quasi permanence à des tentatives de coups d'Etat militaires et des mutineries de l'armée provoqués par l'instabilité économique, la crise sociale, la mauvaise gestion et la corruption. En 2003, il sera évincé de la tête de l'Etat par son ancien chef d'Etat-major le Général François Bozizé à la suite d'une rébellion. Ce dernier sera aussi chassé du pouvoir par la rébellion de la séléka conduite par Michel Djotodia, puis s'en suivra de 2013 à 2015 une grave crise sécuritaire et humanitaire au caractère ethno-religieux¹⁷. L'histoire de la Centrafrique laisse entrevoir la vulnérabilité de l'Etat sur le plan sécuritaire et politique.

2.2 LES GUERRES CIVILES EN REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE

La Centrafrique a connu trois guerres civiles, qui ont marqué l'histoire du pays, ces guerres ont largement favorisé la déliquescence de l'Etat. La première guerre civile va de l'année 2004 et se termine en 2007, la deuxième surgit en 2012 et prend fin en 2013, la troisième dure de 2013 à 2014¹⁸.

2.2.1 LA PREMIERE GUERRE CIVILE CENTRAFRICAINE

Cette guerre commence avec la rébellion de l'union des forces démocratiques pour le rassemblement (UFDR) dirigée par Michel Djotodia, après que François Bozizé se soit emparé du pouvoir par un coup d'Etat en 2003¹⁹. Toutefois, le conflit commence véritablement en 2004²⁰ cette guerre serait liée au conflit du Darfour au Soudan voisin. Il sied de noter que l'UFDR disposait de plusieurs alliés entre autres le groupe d'action patriotique pour la libération de Centrafrique (GAPLC), le mouvement des libérateurs centrafricains pour la justice (MLCJ), et le Front démocratique centrafricain (FDC). Des combats vont s'intensifier en 2006, une marche pacifique eût lieu dans la capitale (Bangui), appelant ainsi les troupes gouvernementales à se confronter à l'UFDR, cela après qu'une attaque ait provoqué la mort de 20 membres du gouvernement et 3 rebelles²¹. La même année les rebelles de l'UFDR prennent le contrôle de Sam-ouandja, une ville située dans le nord de la Centrafrique, à l'espace de 3 jours une ville tomba dans les mains des rebelles, l'intervention de l'armée de l'air Française, le 14 novembre 2006 à Birao a mis un frein à l'avancée des rebelles sur la ville et entraîné des négociations entre les parties en présence (gouvernement-UFDR et alliés) sous l'égide sécuritaire de l'armée tchadienne et d'une force africaine internationale mandatée par l'ONU et autorisées par la République centrafricaine à déployer dans la ville. Depuis 2006, l'armée française a gardé une garnison composée d'une vingtaine d'hommes à Birao. En Mars 2007, des nouveaux

¹⁷ Zoctizoum, Y., *Histoire de la Centrafrique, violence du développement, domination et inégalité*, Paris, l'Harmattan, 1984, Tome 2, p.85.

¹⁸ Mehler, A., et Da Cruz, V., « République centrafricaine : la Démocratie n'est pas un vaccin politique formel et informel » in *L'Afrique politique*, 2000, p.197-208.

¹⁹ Mehler, A., et Da Cruz, V., *Idem*, p.200.

²⁰ *Ibidem*

²¹ Pesnot, P., *Les dessous de la Françafrique*, Nouveau monde Editions, 2008, p. 161.

affrontements eurent lieu entre les forces gouvernementales et les rebelles à Birao, menant à l'intervention de la 13^e demi-brigade de la légion étrangère soutenue par des mirages F1. Le 13 avril 2007, un accord de paix est signé entre le gouvernement et l'UFDR, sa reconnaissance en tant que parti politique et l'intégration de ses combattants dans l'armée. Des négociations complémentaires ont par ailleurs, abouti à un accord en 2008 pour une réconciliation nationale, un gouvernement d'union nationale²² et la planification d'élections locales en 2009 ainsi que des élections parlementaires et présidentielles en 2010, le contrôle de l'armée centrafricaine mais immédiatement reprise par les rebelles de la convention des patriotes pour la justice et la paix (CPJP) du général Nouredine Adour. En décembre 2010, l'armée tchadienne réintervient une nouvelle fois pour reprendre la ville aux rebelles au nom du gouvernement centrafricain²³.

2.2.2 LA DEUXIÈME GUERRE CIVILE CENTRAFRICAINE

Cette guerre explique également les origines de déliquescence de l'Etat centrafricain. Il s'agit d'un conflit qui a éclaté en décembre 2012 entre le gouvernement et les opposants groupés au sein de la séléka²⁴. Ces rebelles s'emparent de plusieurs villes (Bria, Batangafo, Bambari...), accusent le président centrafricain François Bozizé d'avoir failli à respecter les accords de 2007 qui mirent fin à la précédente guerre civile²⁵. Les Forces armées centrafricaines ne parviennent pas à y faire face. Le Tchad voisin répond aux appels du président Bozizé et déploie des troupes d'interposition. La France en revanche décline l'appel du gouvernement, l'Elysée exprime son désir de ne pas s'impliquer dans le conflit, mentionnant que « les troupes Françaises ne sont présentes que pour protéger les ressortissants Français et non pour intervenir dans un conflit interne ou pour protéger un régime ». Des centaines de protestataires pro-Bozizé s'en prennent à l'Ambassade de France à Bangui, accusant Paris de ne pas les soutenir contre la rébellion ; les soldats Français ont empêché les manifestants d'entrer dans le bâtiment, où une cinquantaine des ressortissants Français s'étaient réfugiés. Washington et L'ONU décident de rapatrier leurs employés non-indispensables²⁶. Les rebelles, malgré qu'ils prenaient du terrain ont exprimé par le secrétaire général de la séléka, Justin Kombo Moustapha, joint par RFI d'« être prêts à négocier sans conditions » avec le gouvernement centrafricain.

Le 11 janvier 2013, un accord initié par la CEEAC²⁷ est signé à Libreville entre les Forces gouvernementales et les rebelles dont les clauses gardent au pouvoir François Bozizé jusqu'en 2016, où sont prévues des élections présidentielles, le premier Ministre Faustin-Archange Touadéra est demis des ses fonctions, le nouveau premier Ministre devra être issu de l'opposition. Nicolas Tiangaye en est le promu, la dissolution de l'Assemblée nationale afin d'organiser des élections dans les 12 mois à venir, le premier ministre ainsi que tous les membres du gouvernement ne peuvent en aucun cas se présenter selon les clauses. L'accord prévoyait également le retrait de toutes les Forces militaires étrangères, à l'exception de la FOMAC (Forces multinationales de l'Afrique centrale). Contre toute attente, la séléka rompt les négociations réclamant ainsi la libération de leurs membres faits prisonniers par le gouvernement, la validation des grades des officiers rebelles, l'intégration de 2000 de leurs combattants dans l'armée nationale et le départ des militaires sud-africains. Le 24 mars 2013 le palais présidentiel tombe, François Bozizé s'exile vers le Cameroun²⁸.

La deuxième guerre civile centrafricaine provoqua des centaines de morts des civils et plus de 3000 réfugiés centrafricains dans la province de l'équateur en RD Congo, environ 212000 personnes ont laissé leur foyer pour trouver refuge dans des brousses au nord du pays, plus de 10000 habitations ont été incendiées²⁹.

²² Hugon, P., *Les défis de la stabilité en Centrafrique*, Paris, IRIS, 2014, p. 51.

²³ Hugon, P., *Idem*, p.52.

²⁴ Le mot séléka tiré de la langue sango, signifie « coalition ». Elle fut constituée en Aout 2012 des parties politiques et des forces rebelles opposés au régime du président centrafricain François Bozizé. Le groupe serait aussi composé en partie des mercenaires tchadiens, libyens et soudanais. Les détails nous sont fournis par Philippe Hugon, *op.cit*.

²⁵ *Ibidem*

²⁶ Centrafrique : « Paris, Washington et l'ONU protègent leurs ressortissants » in [http:// : www. Le monde.fr](http://www.lemonde.fr) du 26 décembre 2012, consulté le 26 décembre 2015.

²⁷ La CEEAC est la communauté économique des Etats d'Afrique centrale dont la République centrafricaine est membre, créée en Décembre 1981, elle compte 11 Etats-membres et tient son siège à Libreville au Gabon.

²⁸ Hugon, P., *op.cit*, p.59

²⁹ Lire le rapport de Human Right Watch du 28 juin 2013, demandant des sanctions contre les dirigeants de la séléka.

2.2.3 LA TROISIEME GUERRE CIVILE CENTRAFRICAINE

Cette guerre est un conflit intercommunautaire apparu au cours de l'année 2013 en République centrafricaine. Elle oppose notamment les milices de la séléka, à majorité musulmane et fidèle au président Michel Djotodia, à des groupes d'autodéfense chrétiens et animiste, les « anti-balaka »³⁰ fidèles à l'ancien président François Bozizé et accusés d'être soutenus par des anciens militaires des Forces armées centrafricaines (FACA).

Le conflit se caractérise par de nombreuses exactions contre les civils, musulmans ou chrétiens ; un grand nombre d'entre eux fuient les villages pour se réfugier dans la brousse. La situation débouche sur une crise humanitaire importante, aggravée par le chaos sécuritaire. Suite à l'éclatement des combats à Bangui et à Bossangoa, le conseil de sécurité adopte la résolution 2127 autorisant le déploiement de la MISCA, appuyée par la France pour stabiliser la situation³¹. Devant l'impasse de la situation, le président Michel Djotodia et son premier ministre Nicolas Tiangaye présentent leurs démissions lors d'un sommet extraordinaire de la CEEAC le 10 janvier 2014. Le conseil national de transition élit quelques jours plus tard Catherine Samba Panza³² présidente de transition de la République. Un accord de cessation des hostilités est signé à Brazzaville, le 23 juillet 2014 entre les belligérants, le gouvernement de transition et les pays voisins de la République centrafricaine. En janvier 2015 un autre accord est signé à Nairobi (Kenya), entre partisans de la séléka et ceux des « anti-balaka », l'accord n'a pris longue vie car il fut rejeté par le gouvernement de transition. Dans le cadre du Forum de Bangui, la séléka et les « anti-balaka » signent un accord de désarmement, démobilisation et réinsertion le 10 Mai 2015.

Retenons que la troisième guerre civile a causé d'énormes conséquences humanitaires, il se signale un bilan de 300000 déplacés selon les enregistrements d'Amnesty international, dénonçant également un nettoyage ethnique commis par des « anti-balaka » contre les populations musulmanes, 1000 chrétiens ont été massacrés par la séléka³³, Save children recense 10000 enfants soldats en Centrafrique précisant que leur nombre a été multiplié par quatre au cours de ces deux dernières années³⁴. Human Right Watch dans un communiqué de presse affirme avoir recensé 146 corps sans vie dans les environs de Bambari, Bakola, Mbres et Dékoa entre juin et septembre 2014. L'ONU à travers ses experts déployés sur terrain estime que les violences ont fait 2000 morts et un million de déplacés³⁵.

Les guerres civiles que nous avons décryptées illustrent le statut d'un Etat politiquement instable, au fur et à mesure que nous évoluons dans cette réflexion petit à petit la déliquescence tend à se dévoiler.

3 LES INDICATEURS DE LA DELIQUESCECE DE L'ÉTAT CENTRAFRICAIN

Il s'agit à ce niveau de dégager trois catégories d'indicateurs à analyser pour tenter d'affirmer ou d'infirmer la déliquescence. Les indicateurs politiques, les indicateurs économiques et les indicateurs socio culturels.

³⁰ Le mot anti-balaka signifie « anti-machette ». selon la version de la presse centrafricaine ce terme viendrait des colliers et des gris-gris appelés « anti-balles A-K » qui protégeraient ses membres contre les balles des fusils A-K 47 ; les milices anti-balaka sont formées en 2009, afin de lutter contre les zaraguinos » des bandits de grands chemins et des coupeurs de route actifs au nord et à l'ouest du pays. Lire Peter Bouchaert « silence, on tue », jeune Afrique, « décembre 2013 (ISSN 1950-1285).

³¹ A la suite de l'adoption à l'unanimité de la résolution 2127 du conseil de sécurité de l'ONU, la France s'apprête à déployer 1200 soldats en Centrafrique. L'opération militaire est nommée sangaris, prend effet le 5 décembre 2013, il s'agit de la 7^è intervention Française depuis l'indépendance du pays en 1960. Selon Jean-Vincent Brisset, directeur de recherches à l'institut des relations internationales et stratégiques, le nom de l'opération fait référence au papillon africain cymothoe sangaris, parce qu'« un papillon, ce n'est pas méchant, ça ne dure pas très longtemps, c'est considéré comme joli et politiquement correct ».

³² Catherine Samba Panza est une femme d'Etat centrafricaine, présidente de transition de 2014 à 2016, militante des Droits de l'Homme au sein de l'association des femmes juristes de Centrafrique (AFJC), elle est maire de Bangui promue par la séléka.

³³ Créée en 1961, Amnesty international (AI) est une organisation non gouvernementale internationale qui défend les Droits de l'Homme. Elle a publié son rapport annuel (Février 2014) sur la crise en Centrafrique dans lequel elle dénonce un nettoyage ethnique.

³⁴ Save children est une ONG créée en 1919, qui défend les Droits des enfants à travers le monde. Dans son rapport de décembre 2014 sur la situation en République centrafricaine, un recensement de 10000 enfants soldats est prouvé.

³⁵ Rapport des Nations unies sur le bilan de la crise centrafricaine, confirmant des crimes contre l'humanité, mais estime ne pas avoir des preuves d'un génocide. Publié le 10 janvier 2015.

3.1 LES INDICATEURS POLITIQUES

3.1.1 LE MANQUE DE LÉGITIMITÉ

Le manque de légitimité en Centrafrique influe sur l'instabilité du pays, par le fait que depuis l'indépendance à l'exception d'Ange-Félix Patassé et Faustin-Archange Touadéra présidents démocratiquement élus, la République Centrafricaine n'a connu que des successions des coups d'Etats comme moyen d'accéder au pouvoir ; à l'issue desquels s'installent des régimes autoritaires. Des textes constitutionnels étaient changés tour à tour de manière radicale en vue de servir des intérêts personnels des putschistes, le manque de légitimité à la tête de l'Etat contribua peu à peu à la déstabilisation de l'appareil étatique, ne disposant que des constitutions taillées selon les intérêts personnels du président en exercice³⁶.

3.1.2 LA PERSONNALISATION DU POUVOIR

Le fait d'accéder au pouvoir par la force, instaurer un système politique qui centralise tout le pouvoir entre les mains du chef de l'Etat, restreindre son exercice à une certaine catégorie de la population sur des bases tribalo-ethniques illustrent bien cette personnalisation. Ainsi, les trois pouvoirs qui constituent l'Etat (pouvoir législatif, judiciaire et exécutif) fonctionnaient selon les aspirations et les manipulations du chef de l'Etat. Les droits fondamentaux dans un tel système ne peuvent qu'être bafoués. Des faiblesses au sein de la machine Gouvernementale ouvrent une brèche aux antivaleurs tels que la corruption, le clientélisme, l'improvisation, l'arbitraire, l'absence de vision politique claire, l'exclusion, l'affairisme...la personnalisation du pouvoir en réalité constitue la conception étroite et erronée du pouvoir qu'ont certains chefs d'Etat en Afrique³⁷.

3.1.3 LA NEGLIGENCE DES FORCES DE SECURITE

La négligence des forces de sécurité constitue un autre facteur d'instabilité en République centrafricaine. La part de l'armée dans le budget national en 2010 était de 0,9%. Ainsi, la garde présidentielle a souvent été privilégiée par les dirigeants centrafricains au détriment des forces armées centrafricaines (FACA). Le régime de François Bozizé en est une parfaite illustration, vu que dominée des membres appartenant à sa famille élargie et à la tribu Gbaya à laquelle il appartenait et étaient reversées dans la FACA toutes personnes lui étant hostiles.

3.2 LES INDICATEURS ÉCONOMIQUES

3.2.1 L'ÉCONOMIE NATIONALE CENTRAFRICAINE

En République centrafricaine le revenu par habitant est de 446 dollars en 2014³⁸. L'Agriculture représente 50% du PIB. Le pays comporte des gisements d'Aluminium, de cuivre, d'or, de diamant, d'uranium et des puits de pétrole³⁹ pouvant le mener au développement.

En ce qui concerne l'agriculture et l'exploitation forestière, les principales cultures sont le manioc, les bananes le maïs, le café, le coton et le tabac⁴⁰. Selon la FAO, le potentiel des sols est estimé à 15 millions d'hectares. Le nord et le centre du pays représentent un bassin agricole important pour les cultures de coton et de canne à sucre. Toutefois, la faiblesse des infrastructures et du soutien à la production, qui reste majoritairement extensive, limite très fortement les rendements, très inférieurs à ceux des pays voisins. Il sied de signaler que l'enclavement du pays demeure un handicap important. En 2009, l'élevage s'appuyant sur un cheptel d'environ 15 millions de têtes⁴¹. L'exploitation forestière contribue largement au PIB avec

³⁶ Dangabo, M., *Invention de la Démocratie et de la citoyenneté en Centrafrique*, Paris, L'Harmattan, 2015, P.32.

³⁷ Gérold, G., & Mérino, M., « l'effondrement de l'Etat Centrafricain au cours de la dernière décennie : origines de la crise et quelques idées pour en sortir » in *Fondation pour la recherche scientifique*, n°08, Avril 2014, p.310.

³⁸ Henri ouikon étale dans les actes du colloque, la problématique de développement agricole en RCA et perspectives de recherches, en partenariat avec l'Agence centrafricaine de développement agricole, du 27 au 31 Mai 2002 à Garoua au Cameroun.

³⁹ Moussaoui, R., « RCA : les enjeux pétroliers d'un conflit » in *L'Humanité*, du 12 décembre 2013.

⁴⁰ Moussaoui, R., *Idem*.

⁴¹ Le Rapport de world ressources institue sur l'atlas forestier interactif de la RCA, en collaboration avec le ministère des eaux, forêts, chasse et pêche de la RCA apporte plus de détails sur l'exploitation forestière dans ce pays.2015.

d'importantes ressources en bois tropicaux. La forêt centrafricaine couvre une superficie de 3,8 millions d'hectares⁴², pendant la colonisation l'hévéa pour son latex fut beaucoup exploité, actuellement les essences sont plus diversifiées.

Cependant, les premiers forages pétroliers sont réalisés au début des années 1980 par des compagnies américaines dont Grunberg, le pétrole de Gorbil, à la frontière tchadienne est concédé par le régime de François Bozizé en 2012 aux chinois de la « china petroleum corporation » de Boromata dans la zone de Birao. Il est signalé un milliard de barils de pétrole dans le pays, principalement au nord, près de la Frontière avec le Tchad⁴³

L'uranium est aussi signalé comme ressource en Centrafrique. Dans les années 1960, un gisement de bauxite avait été découvert à Bakouma (ville située au nord-est du pays, dans la préfecture de Mbomou) par le commissariat à l'énergie atomique. Le pays posséderait environ 20000 tonnes de réserves d'uranium⁴⁴. Sous le régime de François Bozizé un contrat a été signé entre le gouvernement et le Groupe nucléaire Areve⁴⁵, de 18 milliards de Francs CFA équivalant à 27 millions d'Euro pour une période de 5 ans portant sur un projet du gisement d'uranium à Bakouma. Pour des raisons de sécurité et de baisse mondiale du cours d'uranium due à l'accident nucléaire de Fukushima (Japon), Areve a résilié le contrat⁴⁶.

La production de diamants alluvionnaires dans l'économie centrafricaine est de très bonne qualité (diamants de joaillerie) s'élève à environ 500000 carats bruts par an⁴⁷. La Centrafrique figure en quatrième ou cinquième place mondiale pour leur qualité⁴⁸. La production réelle est difficile à estimer car il existe une contrebande importante dans ce secteur, la production, le commerce, ainsi que la taille des diamants, sont des activités qui font régulièrement l'objet de plans visant à les nationaliser ou au contraire à les libéraliser. Les chefs d'Etat centrafricains ont toujours profité du diamant, l'empereur Bokassa les a utilisés à des fins diplomatiques comme lors de l'« affaire des diamants »⁴⁹. L'exploitation des diamants alimente les différents groupes armés et la violence dans le pays. En 2013, le pays a été suspendu du processus de Kimberley⁵⁰ visant à lutter contre les diamants du sang (diamants issus des zones de conflits armés).

Le secteur industriel, ne semble pas être très développé par rapport aux autres pays voisins comme le Cameroun. La RCA a souffert des troubles militaires et politiques successifs, et est aujourd'hui quasiment inexistant. Quelques industries développées dans les années 1970 (manufactures de tissus, de chaussures...) ont disparu. Il en reste une production locale de bière et de transformation d'aluminium. Le secteur privé emploie environ 11000 salariés selon le ministère du travail et de l'emploi.

Les services publics (eau, électricité, téléphonie filaire...) monopole d'Etat, se retrouvent dans les situations financières difficiles, et les équipements, faute de maintenance et d'investissement, sont pour la plupart vétustes, entraînant des ruptures de services très fréquentes. Le poids de la dette dans le budget national, et la faiblesse du niveau des ressources propres, rendent la gestion de l'Etat difficile (paiement irrégulier des salaires des fonctionnaires, grèves et mouvements sociaux) et contribuent à la fragilité des institutions politiques.

⁴² World resources institute, Idem.

⁴³ Brown, D-E., *oil and natural Gas exploration and production : national security implications for the United states and China Africa's booming oil and natural Gas*, disponible en ligne sur : <http://www.afrique-asie.fr/menu/Afrique/6847consulté le 20 Mars 2016. A 16h52>.

⁴⁴ Flichy, T., « le Tchad, clé de la paix en Centrafrique », *les Echos*, du 15 décembre 2013.

⁴⁵ Areve est une multinationale française du secteur de l'énergie, œuvrant principalement dans les métiers du nucléaire, ses activités sont liées à l'énergie nucléaire : extraction de l'uranium, concentration et raffinage, conversion et enrichissement de l'uranium... Lire Jean-Louis Perez & Anne Louvergeon, *le pouvoir à tout prix*, Editions du seuil, 2014.

⁴⁶ Granvaud, R., *Areve en Afrique. Une face cachée du nucléaire français*, Marseille, Ed. Agone, 2012.

⁴⁷ Hugon, P., *op.cit*, 63

⁴⁸ Ibidem

⁴⁹ L'affaire des diamants de Bokassa est une affaire politique révélée par le canard enchaîné (un journal hebdomadaire satirique français) le 10 octobre 1979 et qui impliquait le président Valéry Giscard d'Estaing et l'ancien empereur de Centrafrique Bokassa 1^{er}, dans les années 1970. Il s'agit d'une commande de Bokassa au comptoir national de diamant à Bangui pour une plaquette de diamants de 30 carats remis à Valéry Giscard d'Estaing évaluée à 1 million de FCFA. Lire Claude wauthier, *Quatre présidents et l'Afrique. De Gaulle, Pompidou, Giscard d'Estaing, Mitterrand*, Paris, Editions du seuil, 1995, P.324.

⁵⁰ Le processus de Kimberly est un régime international de certification des diamants bruts, qui réunit gouvernements et industriels du diamant, dans l'objectif d'éviter de négocier sur le marché mondial, l'achat des diamants présentés par des mouvements rebelles dans le but de financer leurs activités militaires. Signé le 1^{er} janvier 2003 à Kimberly en RSA. Site officiel <http://www.Kimberlyprocess.com/>.

L'économie de la Centrafrique se caractérise par un cadre législatif désuet, le manque d'infrastructures de transport et de forte corruption, fait partie des institutions visant à l'intégration sous-régionale comme la CEMAC⁵¹. La crise politique et sécuritaire qu'a connue le pays en 2012 et 2013 a amplifié des difficultés économiques habituelles. Les prévisions s'attendent à une récession qui varie entre 14 et 20%.

3.2.2 LES DIFFICULTES DE L'ECONOMIE CENTRAFRICAINE ET CONTRAINTES STRUCTURELLES

L'économie de la Centrafrique est en panne d'après les statistiques fournies ci-haut. Parce qu'aucun leader politique, militaire ou syndical n'avait eu la vision pratique, les motivations nobles, les capacités, le courage et l'audace pour faire la critique objective de certaines méthodes anachroniques du développement, et pour faire l'ébauche de solutions qui pourraient induire des meilleurs résultats économiques immédiats ou réalisables dans un délai raisonnable. Puis les mauvaises habitudes, les comportements cupides et vieilles croyances coutumières au sein des cercles politiques centrafricains avaient indiqué qu'ils voulaient mieux s'accommoder des situations politiques et économiques difficiles et perpétuer le statu quo, plutôt que de contrarier l'autorité et d'envisager des nouvelles perspectives.

La Centrafrique est classée parmi les pays les moins avancés avec un revenu par tête d'habitant de 306 dollars, le pays a été depuis 1985 l'objet de graves crises économiques et financières dont l'indicateur premier est une baisse du PIB et un important déficit budgétaire qui ont entraîné : un appauvrissement de la population, une détérioration des infrastructures de base, du système éducatif et sanitaire. Les autres traits caractéristiques constituant des inconvénients, peuvent être soulignés par les points successifs, plus marquant sous forme d'exemples frappant : - à cause de l'enclavement du pays, il faut parcourir 1500 km pour atteindre le port de Douala à partir de la capitale Bangui, ce qui provoque un surcroît de transport, une baisse de compétitivité des produits centrafricains à l'exportation, un renchérissement du prix des produits importés et des biens manufacturés provoquent une dépendance par rapport aux deux principaux voisins, le Cameroun et le Congo-Brazzaville (donnant l'accès à la mer) et à leurs vicissitudes économiques et politiques. L'immensité du territoire et la faiblesse numérique de la population, sa dispersion et son inégale répartition rendent d'une part le contrôle des frontières difficile « concentrée dans l'ouest, le centre et le sud, la région de l'extrême nord et de l'est servent de base de repli à des rebelles tchadiens et soudanais, à des coupeurs de routes, à des braconniers »⁵² provoquant un climat d'insécurité. Les recettes publiques sont chroniquement inférieures aux dépenses publiques, l'existence du secteur informel. D'autre part le marché centrafricain exigu et la base productive étroite caractérisé par un mode d'exploitation peu performant selon un rapport du PNUD de 2013. A tous les niveaux socioéconomiques, les ressources humaines sont insuffisantes qualitativement et quantitativement, et l'initiative privée est limitée.

Quant à l'administration, pendant plusieurs années le trésor public a été géré à vue et l'endettement et l'absence d'épargne budgétaire ont réduit la capacité d'investissement public. L'enclavement intérieur du pays interdit aux paysans de pouvoir compter sur la vente régulière de leurs excédents, d'autant plus que les routes existantes se dégradent de plus en plus, malgré les efforts d'un département des travaux publics inefficacement organisé avec très peu de moyen⁵³. Tous les éléments précédemment cités montrent que l'économie centrafricaine reste tributaire des mouvements cycliques propres aux marchés des produits de base, dépendante de l'extérieur par exemple, les investissements étrangers représentent 3/5 des investissements et 2/3 des investissements étrangers sont français. Ces derniers se concentrent dans 38% des entreprises recensées dans le secteur moderne dans lequel la part moyenne du capital investi est de l'ordre de 70%, concentré dans les secteurs du bois, des produits consommables (boisson, tabacs), du coton et des carburants⁵⁴...

3.2.3 LA REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE ET LES INSTITUTIONS FINANCIERES INTERNATIONALES

La dette extérieure du pays s'élève en 2014 à 634,2 millions de dollars⁵⁵ après sa prise de pouvoir par coup d'Etat le 15 Mars 2003, le régime de François Bozizé commença à bénéficier d'appuis budgétaires directs divers (dons de 5 milliards de

⁵¹ La communauté économique et monétaire de l'Afrique Centrale (CEMAC) est créée le 16 Mars 1994 par le traité de Ndjamena (Tchad) afin d'instaurer le marché commun.

⁵² Chauvin E., « rivalités ethniques et guerre urbaine au cœur de l'Afrique-Bangui (1996-2001) » in enjeux n°40, 2009

⁵³ En 1990, 17 milliards de FCFA étaient alloués par l'association internationale de développement pour la réfection de 4000 km de routes, 720 km de pistes et des infrastructures fluviales et aériennes.

⁵⁴ Données fournies par le ministère de l'économie centrafricaine.

⁵⁵ Rapport de la CIA word Factbook publié le 11 novembre 2014.

FCFA des pays de la CEMAC, subventions de la France et de la chine...) ⁵⁶ notamment pour assurer la régularité du paiement des salaires des fonctionnaires et agents de l'Etat. Le FMI et la Banque mondiale sont entrés en danse pour octroyer au pays une aide financière de 8,2 millions de dollars, soit 3,7 milliards de FCFA, dans le cadre de la facilité pour les pays à faibles revenus en difficulté (LICUS) ⁵⁷.

En 2006, avec l'appui constant de la communauté internationale et surtout du plaidoyer décisif de la France, le pays va conclure avec le FMI un accord triennal d'un montant équivalent à 36,2 millions de DTS (environ 54,6 millions de dollars US soit 27,30 milliards de FCFA) en 2006 dans le cadre de la facilité pour la réduction de la pauvreté et de la croissance (FRFC) pour la période allant de 2006 à 2009, et qui sera transformé en facilité élargie de crédit (FEC). Le conseil d'administration du FMI approuvera par la suite des augmentations de crédit d'un montant équivalent à 8,355 millions de DTS, 12,6 millions de dollars US soit 6,3 millions de FCFA, en 2008, et à 25,065 millions de DTS environ 37,8 millions de dollars US soit 18,9 milliards de FCFA). En 2010, l'accord sera prolongé de 6 mois, et un décaissement de 8,67 millions de DTS (environ 13,1 millions de dollars US soit 6,55 milliards de FCFA fut effectué ⁵⁸.

Le programme FRPC visait à réduire la pauvreté et promouvoir la croissance car la RCA faisait partie des pays pauvres très endettés. Le pays a atteint le point de décision en 2009, puis s'en est suivie une très mauvaise politique budgétaire due à des dépenses exorbitantes (achats d'armes en Afrique du sud, en Europe et en chine, subventions et transferts fictifs, le contrat de marché de gré à gré au profit des proches du régime) inquiétant ainsi le FMI et la Banque mondiale. Il s'observe nettement une réapparition des arriérés envers le club de paris et la Banque européenne d'investissement (BEI) en contradiction avec des engagements pris dans le cadre de l'initiative « PPTTE ». La situation économique de la Centrafrique s'est empirée avec les guerres civiles que le pays a connues.

3.3 LES INDICATEURS SOCIOCULTURELS

3.3.1 LES INDICATEURS SOCIAUX

La République centrafricaine renferme une population de 4,9 millions d'habitants, avec une densité de 7,2 habitants/km², elle connaît une croissance démographique de 19,4/1000. L'espérance de vie des citoyens est de 50,7 ans selon le rapport du PNUD fourni en 2014, sur l'indice de développement humain. Le taux d'alphabétisation selon le même rapport s'élève à 56,6 (+ de 15 ans), l'animisme, le christianisme et l'islam sont les trois religions qui cohabitent dans le pays.

Le pays occupe la 187^e place sur les 188 pays en termes d'IDH au rang mondial, son PIB par habitant est de 335 dollars US ⁵⁹. L'emploi souffre des problèmes politiques et économiques des dernières décennies. Pendant plusieurs années une partie des jeunes a combattu dans les conflits armés, ou évolué dans des contextes marqués par la violence et l'absence d'instruction. Les guerres civiles ont également occasionné la fermeture des plusieurs industries, provoquant des pertes d'emplois pour des milliers des centrafricains. Le taux de chômage en 2013 selon l'organisation internationale du travail est de 8% ⁶⁰.

Dans le secteur de la santé depuis 2012, les populations ont été victimes des conflits politico-militaires et intercommunautaires avec des conséquences humanitaires, sociales et économiques importantes (des pertes en vies humaines, des blessés, des déplacés) ⁶¹. Toutes les composantes du système de santé ont été affectées : destruction de 27% des infrastructures sanitaires, pillage des médicaments et équipements, baisse de financement du secteur de la santé, rupture d'approvisionnements en médicaments, et ont contribué à l'arrêt du fonctionnement de 45% des formations sanitaires ⁶².

⁵⁶ Rapport du PNUD, décembre 2004.

⁵⁷ Le LICUS comprend l'Angola, le Burundi, la RCA, les Comores, la guinée Bissau ; Haïti, Somalie, Soudan, Papouasie nouvelle guinée, Tadjikistan, Togo et Zimbabwe.

⁵⁸ Rapport des experts du FMI sur l'économie en RCA, publié le 13 juillet 2011. Le quel évoque le relâchement du contrôle budgétaire...

⁵⁹ Rapport du PNUD sur l'indice de développement humain en RCA, publié en décembre 2014.

⁶⁰ CIA word factbook du 11 Mars 2014.

⁶¹ Rapport OCHA sur le bilan humanitaire de la crise centrafricaine disponible sur <http://www.reliefweb.com>

⁶² Ibidem.

3.3.2 LES INDICATEURS CULTURELS

Des tensions historiques et des rancœurs récentes alimentent la rivalité entre chrétiens et musulmans de Centrafrique. Historiquement, l'islam incarne une menace. Au XIX^e siècle, les razzias sont venues du nord et des sultanats musulmans, dans le cadre de la traite musulmane en direction de l'Afrique orientale. Ces rancœurs trouvent leurs causes dans le partage de l'activité économique ; les tchadiens toujours plus nombreux depuis l'indépendance (déjà 3 générations) tiennent le commerce de gros, la quincaillerie, l'extraction de l'or et du diamant⁶³. La position limitrophe du pays face aux pays du sahel, à majorité musulmane, est depuis longtemps source de méfiance. Il se juge l'avancée du « péril musulman » bien implanté au nord et à l'est du pays depuis maintenant deux siècles, l'islam sunnite a progressé visiblement, ces vingt dernières années, dans les régions traditionnellement chrétiennes du sud et de l'ouest. Par ailleurs des nouveaux courants musulmans, certes minoritaires mais radicaux, ont fait leur apparition dans les années 2000⁶⁴. La notion d'ethnicité permet de préciser les rivalités identitaires entre les peuples centrafricains. L'ethnicité fut instrumentalisée sous les régimes de Patassé et Bozizé, ce qui accentua les clivages entre le peuple du sud et celui du nord afin de diaboliser les opposants. De cela s'explique la montée des clivages religieux entre musulmans et chrétiens et un risque de basculement vers le nettoyage ethnique.

Il convient de signaler qu'aussi réelles soient-elles, ces tensions et rancœurs n'avaient pourtant jamais remis en cause, avant le coup d'Etat du 24 Mars 2013, le caractère pacifique de la cohabitation entre chrétiens et musulmans en Centrafrique. C'est la raison qui justifie la non prise en compte dans la présente recherche, des rivalités ethniques du pays. Car, dans tout Etat il existe quelques inégalités dues à des rivalités ethniques, c'est plutôt l'aspect religieux du conflit centrafricain que nous avons soulevé. La thèse d'une guerre religieuse reste cependant ouverte en considération de la réalité des milices « anti-balaka » à majorité chrétienne, et celle de la séléka à majorité musulmane, a permis de légitimer une violence extrême. Les guerres civiles que le pays a connues révèlent des insuffisances d'un Etat déliquescence face à son peuple. La question religieuse reste prépondérante de ces guerres.

3.4 INDICATEUR GÉOGRAPHIQUE

Située en Afrique centrale, la République centrafricaine est entourée du Cameroun à l'ouest, du Tchad au nord, du soudan et du sud soudan à l'est, de la RD Congo et du Congo-Brazza au sud. Le pays se situe entre savanes et forêt équatoriale au sud. L'enclavement du pays constitue un facteur non négligent de son retard au développement et de l'instabilité politique qui s'y vit. Sans accès à la mer, elle se situe au milieu des pays en conflits armés ou à peine sortis de conflits, et dont les tensions se répercutent sur son territoire (la présence des groupes rebelles tchadiens, soudanais, ougandais, congolais entre 2000 et 2010...) ⁶⁵. L'accès à la mer est indispensablement une question stratégique pour le pays, il soulève en même temps le débat sur les rapports géostratégiques actuels et futurs qui mettent en prise le devenir de la Centrafrique par rapport à elle-même et puissances sous-régionales et mondiales. Notons à ce sujet que le poste du pays le plus rapproché de la mer se trouve être la localité de Beloko, située à plus de 800 km du port de Douala sur l'atlantique⁶⁶. L'enclavement du pays asphyxie l'économie qui, désintégrée et en état de ruine (faible capacité de production, l'importation des biens manufacturiers de consommation courante).

4 LES PERSPECTIVES DE RECONSTRUCTION NATIONALE DE LA REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE POST-ELECTION.

4.1 LES PERSPECTIVES POLITIQUES

La dimension politique de la reconstruction en Centrafrique est à moitié consommée, celle-ci a démarré avec les élections présidentielles et législatives. L'élection au second tour de Faustin-Archange Touadéra à la présidence de la République en février 2016, illustre cette réalité. L'heure est désormais à la reconstruction du pays. La reconstruction n'intervient que là où il y a eu destruction. Elle a son sens en République centrafricaine dans la mesure où le pays sort des trois guerres civiles qui l'ont laissé dans un état de déliquescence.

⁶³ Tournyol, A., « Centrafrique : la guerre de religions n'aura pas lieu » in monde, 13 Mars 2014, P.6.

⁶⁴ Tournyol, A., op.cit, P.7.

⁶⁵ Mozouloua, D., « enjeux de l'accès à la mer pour la RCA » in Ursad, disponible sur <http://www.dossier economique de sango.net> consulté le 15 Mars 2016.

⁶⁶ Mozouloua, D., op.cit, P.10.

Les défis postélectoraux du gouvernement de simplice Sarandji nommé 1^{er} ministre le 2 avril 2016⁶⁷ par le président de la république, sont la sécurité, la reconstruction de l'Etat et de l'économie. En ce qui concerne la sécurité, le défi de la construction des forces de sécurité et de défense est gigantesque. Depuis l'indépendance l'histoire nous renseigne que l'armée centrafricaine n'a pas été capable d'exprimer sa loyauté et sa fidélité vis à vis de la souveraineté nationale. Le nouveau président a comme impératif majeur de se doter d'un appareil de défense nationale capable de permettre au gouvernement de faire exprimer l'autorité de l'Etat sur l'ensemble du territoire, cette réforme devra contenir la formation, l'équipement des forces Armées centrafricaines (FACA), l'accélération du processus de désarmement, démobilisation et réintégration (DDR), l'armée pourra ensuite bénéficier de l'appui technique des Nations unies et des partenaires internationaux. Elle devra ensuite impérativement se doter d'un organe autonome de conception et de coordination interinstitutionnelle capable d'assurer le suivi et la mise en œuvre de la stratégie nationale de sécurité voulue par le nouvel exécutif.

La reconstruction de l'Etat est un défi qui sera incontestablement relevé sur le long terme. Mais les fondations de celle-ci et ses réformes structurelles y afférentes seront attendues dès les premiers mois de l'exercice du pouvoir. En plus des services de sécurité et de défense nationale à construire tous les autres secteurs de la fonction publique de l'Etat et de la gouvernance territoriale décentralisée sont également soit à construire soit à consolider pour réduire les inégalités sociales et territoriales du pays. Sans une stabilité politique et sécuritaire portée par le nouveau gouvernement, il sera difficile d'envisager la résolution de l'équation des centaines de milliers de réfugiés centrafricains repartis dans les pays de la sous-région.

Le président Touadéra devra sans doute au cours de son mandat réaliser les souhaits et les attentes des centrafricains. Pour ce faire, il devra opérer une véritable rupture avec les vieilles pratiques et les vieux acteurs de la vie politique centrafricaine responsables du chaos. Il devra avoir un sens inventif dans la conception des stratégies à mener. Mais force est de constater que ce sont ces derniers qui pour la plupart se sont alliés à lui lors du second tour des élections présidentielles. Au-delà de tous ces contextes politiques, sa politique doit caractériser la volonté de bannir l'impunité érigée en système de gouvernance, respecter et faire respecter les textes républicains, une politique flexible aux attentes de la population pour tenter de trouver des solutions à leurs problèmes. « Les centrafricains doivent comprendre que leur pays n'est pas un gâteau à partager » selon Ange-Félix Patassé.

4.2 LES PERSPECTIVES ÉCONOMIQUES

Les perspectives économiques que nous fournissons sont explicatives et comprises dans l'approche de l'économie politique afin de proposer un schéma théorique sur les différents types de politique économique jalonnés par le processus de développement des certains pays émergents et qui ont connu des succès dans leur application dans d'autres pays en voie de développement (Chine, Corée du sud, Brésil, Argentine, Inde...) car tous ces pays ont connu le passage entre un modèle développement économique conduit par l'Etat et tourné vers l'extérieur et un autre modèle, mettant l'accent sur le marché, la propriété privée, et une grande ouverture au commerce extérieur et à l'investissement étranger. Nous pensons que la Centrafrique pourra démarrer son développement économique en empruntant ce chemin⁶⁸.

Pour le développement économique de la République centrafricaine, nous proposons le modèle de « l'industrialisation fondé sur la promotion des exportations ». Ce modèle a été expérimenté par les pays de l'Asie de l'est et du sud-est ont suivi ce type de développement basé sur une stratégie d'exportation. Ce sont des pays nouvellement industrialisés (Corée du sud, Taiwan, Singapour, Hong-Kong). Ce modèle d'industrialisation consiste à obtenir la croissance basée sur l'exportation des produits manufacturiers. Pour la réussite de cette stratégie en Centrafrique, il faudra que le gouvernement puisse obliger les entreprises à exporter et à affronter la concurrence des économies au niveau sous régional et régional. Il convient également pour le gouvernement de déterminer les objectifs à moyen terme, financer en partenariat avec les institutions financières internationales (FMI et Banque mondiale) quelques secteurs stratégiques et protéger les industries, mais en créer et promouvoir une pluralité. Il convient pour le gouvernement de solliciter une aide financière pour l'accompagnement des réformes.

⁶⁷ Décret présidentiel n°16.485 portant nomination des membres du gouvernement en RCA.

⁶⁸ Thiebault, J-L., « comment les pays émergents se sont-ils développés ? La perspective de l'économie politique » in revue internationale de politique comparée, n°1, vol 18, Mars 2011, P.254.

L'Etat centrafricain convient de garder le contrôle du moteur de développement dans tous les secteurs macroéconomiques (infrastructure, construction, électronique et bancaire). C'est ce qui s'appelle la notion « d'Etat développeur » qui se caractérise par une structure d'autorité centralisée, qui pénètre dans la société. L'Etat selon cette approche, devra profiter des avantages comparatifs des ressources naturelles abondantes et variées, une main d'œuvre disciplinée et bon marché, en accueillant des investissements étrangers par des politiques incitatives.

En résumé, les politiques publiques du gouvernement pourront se baser sur un postulat de renforcement de l'activité économique passant par la libéralisation et l'ouverture économique, multiplier des incitations fiscales, créer des zones franches, réviser le code d'investissements étrangers ou les exonérer fiscalement. Il sied de signaler que jusqu'en 2015 la Centrafrique était régie sous le modèle de la colonisation basé sur la production et l'exportation des produits agricoles et des matières premières. Ce modèle consiste à baser les politiques économiques sur la production des produits agricoles et matières premières visant à promouvoir l'exportation. Les pays d'Amérique latine (Brésil, Argentine, Mexique...) ont pendant longtemps utilisé ce modèle et ont évolué d'une politique d'autosuffisance économique. La croissance de l'agriculture est importante dans ce modèle⁶⁹.

4.3 LES PERSPECTIVES SOCIOCULTURELLES

La dimension socioculturelle de la reconstruction nationale en Centrafrique devrait se focaliser à l'amélioration des conditions de vies des centrafricains. Pour répondre au besoin de la population, le prochain gouvernement de la Centrafrique dans son programme de reconstruction devra insérer l'éducation, la santé, les infrastructures de base, l'énergie, l'ensemble tourne autour des efforts pour le développement.

L'éducation constitue la clé du développement elle donne à l'homme des aptitudes de base qui devraient lui permettre d'élever son niveau de vie. Le rôle de l'éducation dans le processus de reconstruction nationale s'appuie sur la reconversion des méthodes traditionnelles de l'enseignement importé, hérité de la colonisation. Méthodes qui s'étaient avérées incapables de créer une véritable conscience du développement chez les citoyens. Le gouvernement centrafricain devra penser à la construction et à la réhabilitation des bâtiments scolaires à travers le pays et enfin mettre en œuvre une politique de hausse de taux d'alphabétisation, adopter un programme d'enseignement conforme à la réalité sociale du pays.

Dans le secteur sanitaire, il va falloir construire, réhabiliter et équiper les centres de santé et hôpitaux à travers le pays, améliorer des conditions salariales du personnel de santé, les rendre accessibles à toutes les couches de la population. Reformuler le secteur de santé permettra de réduire le taux de mortalité dans les centres hospitaliers du pays.

Les infrastructures sociales de base, font allusion à la reconstruction de voies de communication pour faciliter le transport des marchandises et des personnes. Le secteur d'énergie ne passera pas inaperçu dans le programme de reconstruction car il s'agit d'améliorer et augmenter le taux d'accès à l'électricité et à l'eau potable par la population.

La dimension culturelle de la reconstruction nous incite à marteler sur la protection du patrimoine culturelle. Les langues nationales et locales doivent être bien sauvegardées, le tribalisme et le favoritisme doivent être puni lourdement dans le but de favoriser la conciliation et la cohésion nationale. La cohabitation interconfessionnelle devra être largement encouragée par le nouveau gouvernement.

5 CONCLUSION

La présente réflexion a tourné sur la République centrafricaine : déliquescence étatique et reconstruction nationale post-élection. L'Etat déliquescence en Relations Internationales présente des caractéristiques généralement médiocres, entraînant ainsi une dégradation de la souveraineté.

Nous sommes partis de ces caractéristiques pour découvrir leur corrélation avec la situation qui se vit en Centrafrique, laissant entrevoir à la suite des crises à répétition et dont la dernière a causé des répercussions sécuritaires et humanitaires sans précédent qui a valu l'implication de la communauté internationale.

La présente réflexion a été subdivisée en trois points : le premier, a retracé les origines de la déliquescence de l'Etat centrafricain, afin de saisir la provenance de l'instabilité quelques siècles avant la période coloniale jusqu'à nos jours. Le

⁶⁹ Thiébault, J-L., *op.cit*, P.255.

deuxième, a porté sur les indicateurs de déliquescence, il a été question de décrypter les secteurs de la politique, de l'économie et du social couplé à la culture. Le troisième, a fourni des perspectives de reconstruction nationale tant sur le plan politico-sécuritaire que sur ceux économiques et socioculturel pour la reconstruction nationale en République centrafricaine, nous avons suggéré un projet de réformes.

Il a été confirmé que la République centrafricaine est un Etat déliquescant dont les causes remontent de l'époque précoloniale, rongée par la suite des crises à répétition qui ont détruit progressivement l'appareil étatique, jusqu'à la dernière déclenchée par la séléka. Les dernières élections présidentielles remportées par Faustin-Archange Touadéra ont ouvert une nouvelle page dans l'histoire du pays. Il a été suggéré dans la présente réflexion de guider le processus de reconstruction nationale. La démocratisation du pays se tache de restaurer un Etat de droit, l'autorité de l'Etat, la bonne gouvernance et l'égalité. Il a été suggéré la réforme du modèle de développement en optant pour celui de l'industrialisation basée sur les exportations. L'amélioration des conditions de vies du centrafricain, dans l'éducation, la santé, l'accès à l'énergie...la cohésion et la cohabitation interculturelles, interconfessionnelles, interethniques devront refléter cette reconstruction nationale, ont constitué nos perspectives socioculturelles.

La République centrafricaine vient de vivre une crise sécuritaire et humanitaire au contexte politico-religieux qui a duré trois années. La communauté internationale vint mettre fin à ces violences. Il est impérieux de reconstruire la Centrafrique dans le but d'offrir aux investisseurs un environnement des affaires absolument attractif et sécurisé. Quelque 70% de la population vivaient encore en dessous du seuil de pauvreté en 2014. Pourtant le pays regorge de gisements d'uranium, de pétrole, de diamant, d'or et de cuivre. Reste à savoir si les « anti-balaka » et les séléka sauront se tenir sagement à l'écart de cette nouvelle page d'histoire de la Centrafrique. La présente réflexion n'a abordé qu'une partie de la solution post conflit. Cependant, il existe plusieurs aspects de la vie en république centrafricaine tels que la menace terroriste qui plane sur le Tchad sachant que ce dernier partage sa frontière avec la Centrafrique, l'implication des acteurs externes au redressement de l'économie centrafricaine.

REFERENCES

- [1] Constitution de la République Centrafricaine de Décembre 2015.
- [2] Décret présidentiel n°16.485 portant nomination des membres du gouvernement en RCA. Du 2 AVRIL 2016.
- [3] Battistella, D., Théories des relations internationales, presses de science po, 2003.
- [4] Bissakonou, J., autre version de la crise centrafricaine, Paris, l'Harmattan, 2015.
- [5] Braillard, P., Théories des relations internationales, PUF, 1977.
- [6] Boulvert, Y., les explorateurs de l'est centrafricain, ors tom, Bondy, 1983.
- [7] Cartapanis, A., « l'Etat défaillant » in qui capture l'Etat ?, paris, PUF, 2012.
- [8] Chauvin, E., « Centrafrique » in Simon G, dictionnaire des migrations internationales ; approche géo historique, Paris, Armand colin.
- [9] Dangabo, M., invention de la Démocratie et de la citoyenneté en Centrafrique, Paris, L'Harmattan, 2015.
- [10] Daoui-wawaye A., insécurité en république centrafricaine quel rôle pour le droit i international, Paris, 2015.
- [11] Granvaud, R., Areve en Afrique. Une face cachée du nucléaire français, Marseille, Ed. Agone, 2012.
- [12] Hugon, P., Les défis de la stabilité en Centrafrique, Paris, IRIS, 2014, p. 51.
- [13] Haeri, P., de la guerre à la paix, pacification et stabilisation post conflits, stratégies et doctrines, Paris, Economica, 2008.
- [14] Koy, M, M'bringa T, Decouras P, coll ; république centrafricaine : les vicissitudes du changement, Paris, L'Harmattan et Cean, 1995.
- [15] Kalck, P., Histoire centrafricaine : Des origines à 1966, Paris, l'Harmattan, 1992.
- [16] Malavaux C., guerres et conflits récents. La représentation de la guerre dans les conflits récents : enjeux politiques, ethniques et esthétique, Lille, université de Lille 3.
- [17] Maret, j. la fabrication de la paix, nouveaux conflits, nouveaux acteurs, nouvelles méthodes, Paris, Ellipse, 2001.
- [18] Mossoa, L., où va l'Afrique ?, Paris, l'Harmattan, 2015.
- [19] Mova, H., la science des relations internationales : Essai sur le statut et l'autonomie épistémologique d'un domaine de recherche, Paris, l'Harmattan, 2014.
- [20] Ndema, J., dialogue islamo-chrétien en Centrafrique, Paris, l'Harmattan, 2014
- [21] Paye, O., nouvel ordre mondial et maintien de la paix, l'ONU et la sécurité internationale, Bruxelles, Grip, 1992
- [22] Peemans, J., le développement des peuples face à la modernisation du monde, Paris, l'Harmattan.
- [23] Pesnot, P., Les dessous de la Françafrrique, Nouveau monde Editions, 2008, p. 161.
- [24] Perez, J-L., & Louvergeon, A., le pouvoir à tout prix, Editions du seuil, 2014.
- [25] Vincenot, D., « les enjeux de la reconstruction : identifier et favoriser les facteurs de paix. Agir ensemble autour d'un projet social de paix » in des nouvelles dynamiques pour pratiquer la paix, Paris, Irénée, 2009.
- [26] wauthier, C., quatre présidents et l'Afrique. De Gaulle, Pompidou, Giscard d'Estaing, Mitterrand, Paris, Editions du seuil, 1995, P.324.
- [27] Zartman W., la résolution des conflits en Afrique, Paris, l'Harmattan, 1990
- [28] Zocizoum Y., Histoire de la Centrafrique, violence du développement, domination et inégalités, tome 2, Paris, l'Harmattan, 1984.
- [29] Bouchaert, P., « silence, on tue », jeune Afrique, « décembre 2013(ISSN 1950-1285).
- [30] Cartapanis, A., « l'Etat défaillant » in cahiers du cercle des économistes, 2012.
- [31] Chauvin, E., « rivalités ethniques et guerre urbaine au cœur de l'Afrique-Bangui (1996-2001) » in enjeux n°40, 2009.
- [32] Chauvin, E., « Centrafrique une crise oubliée ? invisibilité d'un conflit : formation et impacts d'une représentation » in DALIPAGIC, 2015.
- [33] Chauvin, E., « l'imbroglie centrafricain Etat, rebelles et bandits » in Afrique contemporaine, n°248.
- [34] Danzi, G., « aperçu du théâtre Centrafricain : de 1950 à nos jours » in revue scientifique du Tchad.
- [35] Diallo, O., « intervention en Centrafrique : l'Afrique toujours en retard » in l'Afrique des idées, 2015.
- [36] Flichy, T., « le Tchad, clé de la paix en Centrafrique », les Echos, du 15 décembre 2013.
- [37] Gourdin, P., « République centrafricaine : la géopolitique d'un pays oublié » in le diplomweb, octobre 2013.
- [38] Gérold, G., & Mérino, M., « l'effondrement de l'Etat Centrafricain au cours de la dernière décennie : origines de la crise et quelques idées pour en sortir » in Fondation pour la recherche scientifique, n°08, Avril 2014.
- [39] Kilondo, N., « les enjeux du développement dans les pays Africains » in Démocratie, Décentralisation et économie sociale du Marché, Konrad Adenauer stiftung ASBL, 2013.
- [40] Mayneri, C., « sorcellerie et violence épistémologique en Centrafrique » in CAIRN-info n°211, 2014.
- [41] Mehler, A., et Da cruz V., « République centrafricaine la Démocratie n'est pas un vaccin formel et informel » in l'Afrique politique, 2000, p.197-208.
- [42] Moussaoui, R., « RCA : les enjeux pétroliers d'un conflit » in L'Humanité, du 12 décembre 2013.
- [43] Munie, V., « Centrafrique, stratégie française et enjeux régionaux » in le monde diplomatique, n°647, 2008.

- [44] Paquisni, V., « conduite et sortie de crise : l'ONU et la gestion des crises internationales et médiation de sortie de crise, la nouvelle méthode de l'ONU » in AGIR, n°32, novembre 2007.
- [45] Thiébault, J-L., « comment les pays émergents se sont-ils développés ? La perspective de l'économie politique » in revue internationale de politique comparée, n°1, vol 18, Mars 2011, P.254.
- [46] Tournyol, A., « Centrafrique : la guerre de religions n'aura pas lieu » in monde, 13 Mars 2014, P.6.
- [47] Rapport du PNUD, décembre 2004.
- [48] Le rapport the Fund for peace, report « demographic pressures » publié le 23 décembre 2007.
- [49] The Fund for peace, report « sharp and/or severe economic decline » du 23 du 23 décembre 2007.
- [50] le rapport the Fund for peace, report « criminalization and delegitimation of the state » du 23 décembre 2007.
- [51] The Fund peace, report « intervention of other states » du 23 décembre 2007.
- [52] The Fund for peace « widespread violation of human rights » du 23 décembre 2007.
- [53] Rapport des experts du FMI sur l'économie en RCA, publié le 13 juillet 2011
- [54] le rapport de développement humain du PNUD : notes techniques de calcul de l'IDH, 2011.
- [55] OCDE, perspectives régionales des régions résilientes pour des économies plus fortes, 2011.
- [56] Save children, rapport de décembre 2014 sur la situation en République centrafricaine, un recensement de 10000 enfants soldats est prouvé.
- [57] UNDP, Africa human development report, 2012.
- [58] Rapport de Human Right Watch du 28 juin 2013.
- [59] Rapport du PNUD sur l'indice de développement humain en RCA, publié en décembre 2014.
- [60] Rapport de la CIA word Factbook publié le 11 novembre 2014.
- [61] African development Bank Group, at the center of Africa's transformation strategy for 2013-2022, 2015
- [62] Rapport des Nations unies sur le bilan de la crise centrafricaine, confirmant des crimes contre l'humanité, mais estime ne pas avoir des preuves d'un génocide. Publié le 10 janvier 2015.
- [63] Rapport de world ressources institue sur l'atlas forestier interactif de la RCA, en collaboration avec le ministère des eaux, forêts, chasse et pêche de la RCA apporte plus de détails sur l'exploitation forestière dans ce pays.2015.
- [64] <http://www.Kimberlyprocess.com/>
- [65] <http://www.Terangaweb.com>
- [66] <http://www.reliefweb.com>
- [67] <http://www.MICOPAX-Réseau.com/>
- [68] <http://www.Les plumesderca.Com>
- [69] Centrafrique : « Paris, Washington et l'ONU protègent leurs ressortissants » in <http://www.Lemonde.fr> du 26 décembre 2012
- [70] Brown, D-E., oil and natural Gas exploration and production : national security implications for the United states and China Africa's booming oil and natural Gas
Disponible en ligne sur: <http://www.afrique-asie.fr/menu/Afrique/6847> (consulté le 20 Mars 2016)

EXISTENCE D'UNE RELATION ETROITE ENTRE L'ALTERNANCE DES SAISONS ET LES PHENOMENES EXTREMES (ETIAGE ET CRUE) DU FLEUVE CONGO EN REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO

Kelani Nsansa¹, Kwetuenda Menga¹, Matadi Ndombasi¹, Dieudonné Wafula Mifundu¹⁻², Ndeke Issa¹, and Tschumbu Cedric-Luc³

¹Centre de recherche en Géophysique (C.R.G), Kinshasa, RD Congo

²Faculté des Sciences, Département de Physique, Université de Kinshasa, RD Congo

³Régie de Voie Fluviale (R.V.F), Kinshasa, RD Congo

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: In this study, we have established the relationship between the seasons and the rate of flow of the Congo river during two periods of observations, the first from 1990 to 1999 and the second period from 2000 to 2009. It was observed a pluviometrical increase from the first period to the second. This fact should be correlated to the climate change characterized by the dry and wet seasons associated with low water and flood periods, respectively. This climate change has a real impact on temperature which is increasing.

KEYWORDS: Climate change, Flow, Low water, Floods, Season.

RÉSUMÉ: Nous avons dans ce travail établi une corrélation entre les saisons et les débits du Fleuve Congo durant deux décades d'observations, soit de 1990 à 1999 et de 2000 à 2009. Il a été observé une augmentation pluviométrique de la première décade par rapport à la deuxième décade. Ce fait pourrait être lié sans doute au changement climatique caractérisé par des saisons sèches et pluvieuses associées respectivement à des périodes des étiages et des crues au niveau du fleuve Congo. Ce changement climatique a un impact réel sur la température qui connaît déjà une certaine augmentation.

MOTS-CLEFS: changement climatique, débit, étiage, crue, saison.

1 INTRODUCTION

Les effets du changement climatiques ont une grande influence sur la variation du débit des cours d'eau sur le plan mondial, et la République Démocratique du Congo (R.D.C.) n'en fait pas exception malgré sa position à cheval sur l'équateur et la régularité du débit de son fleuve (Nkanda, 2009).

En vue de s'acquiescer de ces effets, et au regard des résultats de recherches présentés par les experts de l'Institut de Recherche pour le Développement « IRD, ex-ORSTOM » sur l'instabilité du fleuve Congo dans la seconde moitié du siècle passé, ainsi que la forte baisse de débit qui l'a caractérisé dans les dernières décennies. Ainsi, nous nous sommes proposés de suivre l'évolution de son niveau d'eau et de quelques-uns de ses affluents, afin de tenter de comprendre ces phénomènes qui constituent une grande préoccupation sur le plan mondial.

2 BASSIN DU FLEUVE CONGO

2.1 PRESENTATION DU BASSIN DU CONGO

Le bassin du Congo est un véritable château d'eau sur le continent Africain avec une superficie de 3.730.474 Km² (Mutinga, 2014) occupant ainsi la première place en Afrique, et la deuxième dans le monde après l'Amazone avec 6.300.000 Km² et dont la répartition se présente comme suit :

- République Démocratique du Congo :	62,42 %
- République Centre Afrique	11,05%
- Angola	7,60%
- République Populaire du Congo	6,63%
- Zambie	4,75%
- Tanzanie	4,43%
- Cameroun	2,60%
- Burundi	0,39%
- Rwanda	0,10%
- Gabon	0,03%
- Kabinda(Province Angolaise)	< 0,001%

Le bassin occupe la partie centrale du continent Africain. Il s'étend en latitude de 9°15'N dans la rivière Kotto sur le territoire de la RCA jusqu'au 13°28'S, source de la Muniengashi et en longitude de 12°27'E, jusqu'à 34°02'E à l'Est, source de Shama, affluent de la Malagarisi situé vers le Sud-Est de Tabora (Fig.1) (Devroey, 2014).

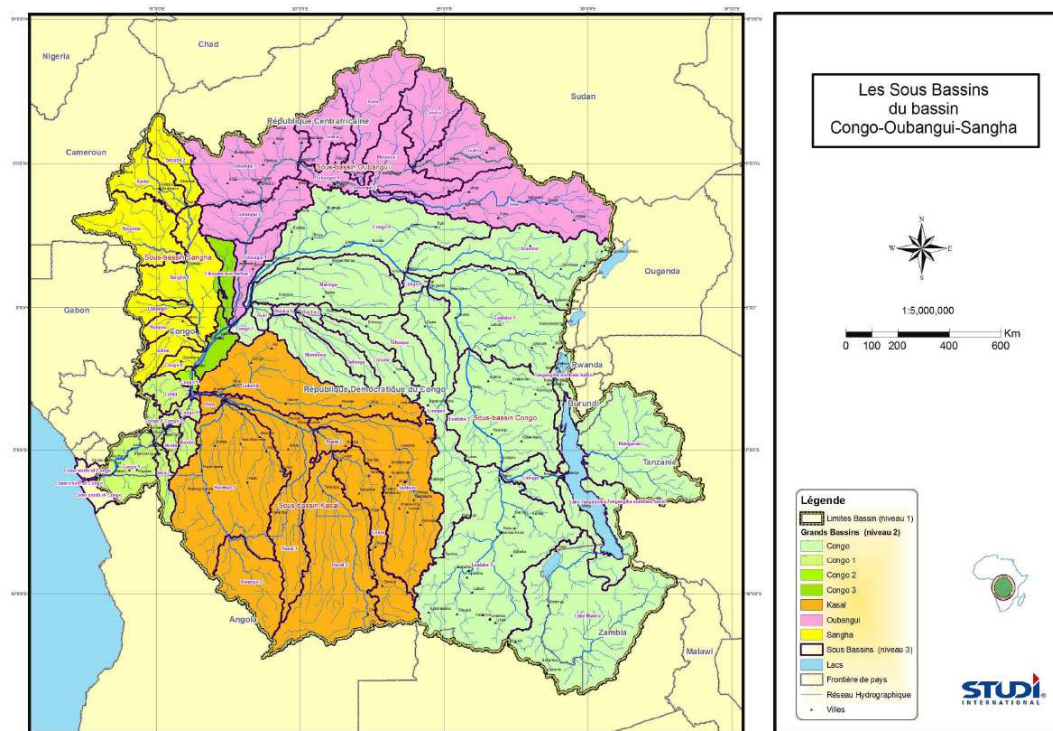


Fig. 1. Le bassin Hydrographique du Fleuve Congo.

2.2 PRESENTATION PHYSIQUE DU BASSIN HYDROGRAPHIQUE DU FLEUVE CONGO

Situé à cheval sur l'Equateur, le bassin hydrographique du Fleuve Congo est subdivisé en trois biefs dont (Fig. 2):

- Le bief supérieur (de la source à Kisangani sous le nom de Lualaba);
- Le bief moyen (Kisangani- Kinshasa);

- le bief inférieur (Kinshasa- Banana) ;
- les affluents du Nord et du Sud ;
- Ainsi que les lacs.

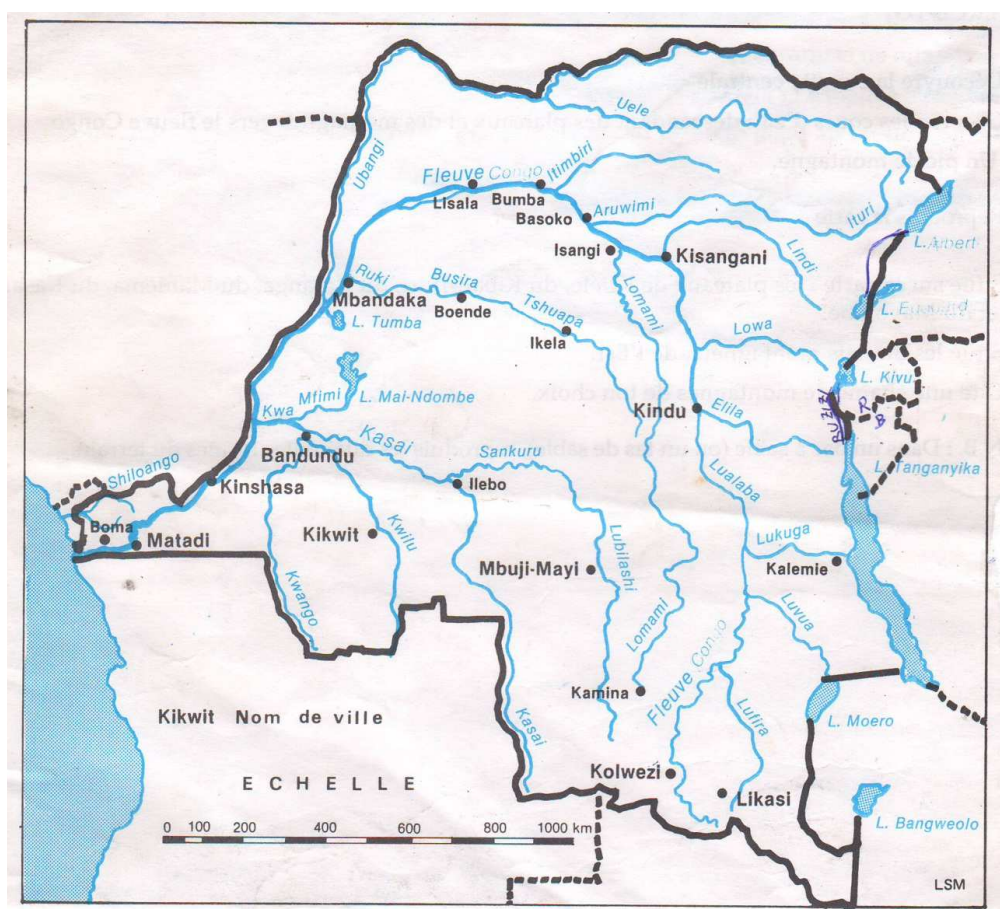


Fig. 2. Le fleuve Congo et ses affluents en R.D. Congo
(Source : Institut Géographique du Congo)

3 METHODE ET ANALYSE DES DONNEES

3.1 METHODE

Pour nous documenter sur la variation du régime hydrologique dans la zone intertropicale, une analyse du cycle hydrologique a été faite à l'aide des données sur les débits calculés annuellement à partir de quelques stations hydrologiques disséminées au travers de la R. D. Congo.

Dans la présente étude, nous procédons à l'analyse comparative des données pluviométriques de quelques stations météorologiques, ainsi que des modules de débits calculés à partir des stations hydrologiques en R.D. Congo.

3.2 PRESENTATION DES DONNEES HYDROMETEOROLOGIQUES

Nous servant de l'équation de tarage de la station hydrométrique du port public de Kinshasa, les hauteurs d'eau sont converties en débit liquide calculés d'après Tschumbu (2014) par :

$$Q = 23137.099 + 6066.005 \times h + 479.227 \times h^2$$

Où Q : Débit en $m^3.s^{-1}$

h : Hauteur d'eau du Fleuve au niveau du port public de Kinshasas en (m).

3.2.1 DONNÉES HYDROMÉTÉOROLOGIQUES, PREMIÈRE DÉCADE

a) Les données hydrologiques

Les données débit métrique de la station hydrologique de Kinshasa pour la première décade de 1990-1999 sont reprises dans le tableau (1) et représentées graphiquement dans la figure (3).

Table 1. Evolution du débit métrique de la station hydrologique de Kinshasa décade de 1990 – 1999 (Source : Régie des Voies Fluviale).

N°	Mois	Débites interannuels (m ³ /s)
1	Janvier	47638,4523
2	Février	37506,1003
3	Mars	32052,5903
4	Avril	33766,3136
5	Mai	35142,8554
6	Juin	33089,688
7	Juillet	28777,2503
8	Août	28708,2996
9	Septembre	33539,9091
10	Octobre	40372,2435
11	Novembre	49208,1806
12	Décembre	55366,1769

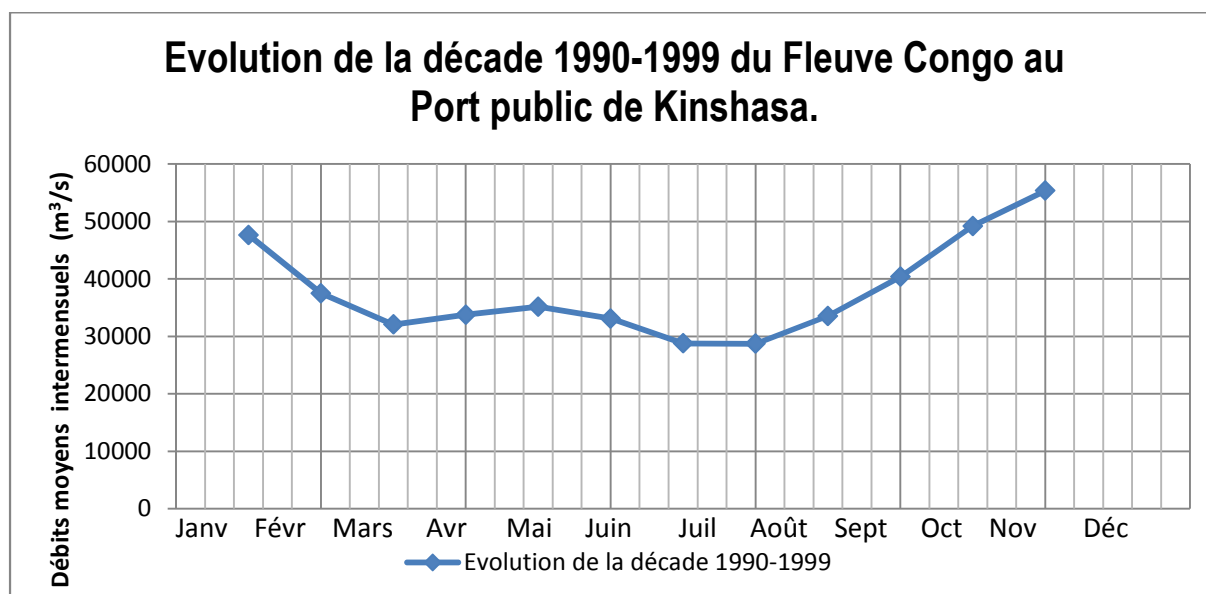


Fig. 3. Evolution du débit métrique de la station hydrologique de Kinshasa, décade de 1990 – 1999 (Source : Régie des Voies Fluviale)

b) Les données météorologiques

L'Evolution moyenne de la température et la pluviométrie à Kinshasa durant la première décade 1990-1999 sont représentées sur graphique dans la figure (4).

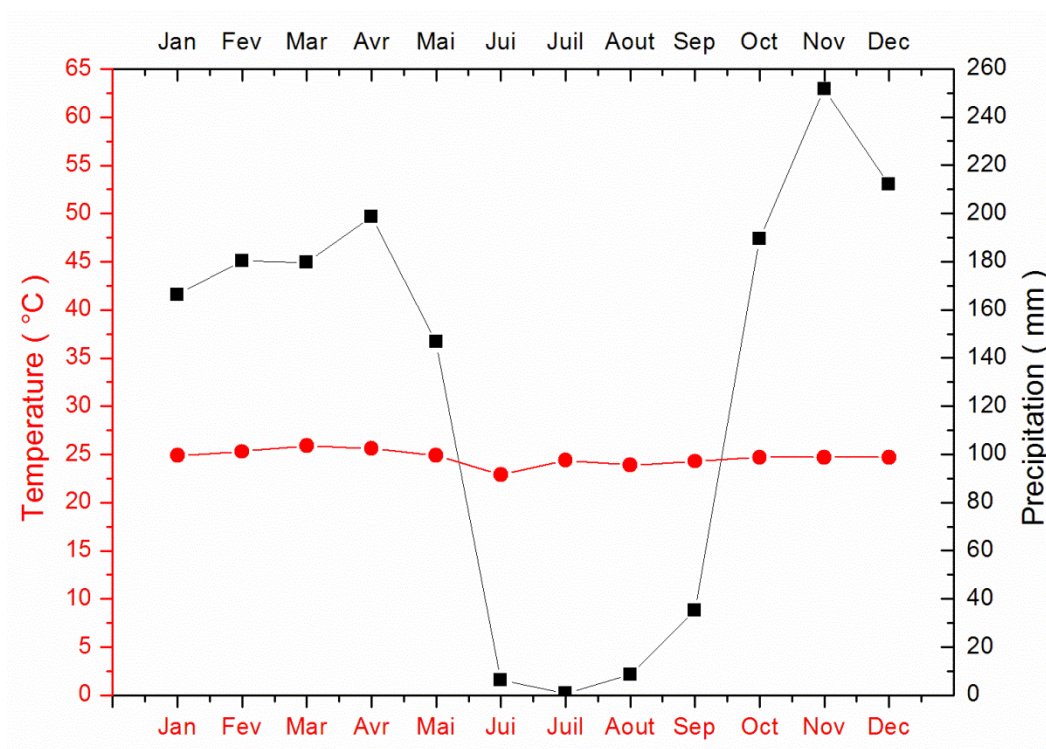


Fig. 4. Evolution moyenne de la température et la pluviométrie à Kinshasa 1990-1999.

3.2.2 DONNÉES HYDROMÉTÉOROLOGIQUE DEUXIÈME DÉCADE

a) Données débit métrique de la station hydrologique de Kinshasa

Deuxième décade 2000-2009

Les données débit métrique de la station hydrologique de Kinshasa sont reprises dans le tableau (2) et représentée graphiquement sur la figure (5).

Table 2. Evolution du débit métrique de la décade de 2000-2009, station hydrologique de Kinshasa (Source : Régie des Voies Fluviale)

N°	Mois	Débits interannuels (m ³ /s)
1	Janvier	52686,0569
2	Février	40937,7762
3	Mars	35600,7211
4	Avril	36652,2153
5	Mai	36719,4889
6	Juin	33438,3371
7	Juillet	30120,2649
8	Août	30094,9963
9	Septembre	35675,8959
10	Octobre	41872,3548
11	Novembre	52181,3444
12	Décembre	58766,358

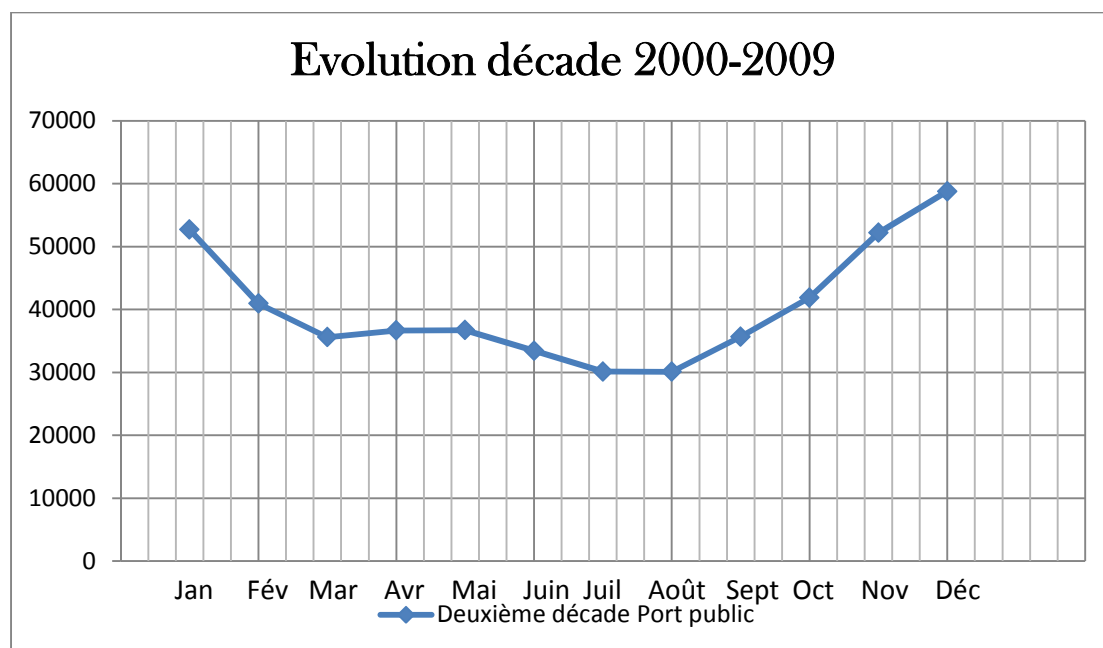


Fig. 5. Evolution de débit métrique de la deuxième décade 2000-2009 à Kinshasa.

b) Données météorologiques

Les données météorologiques de la deuxième décade de 2000 à 2009 de la moyenne sur la température et la pluviométrie à Kinshasa sont représentées dans la figure (6).

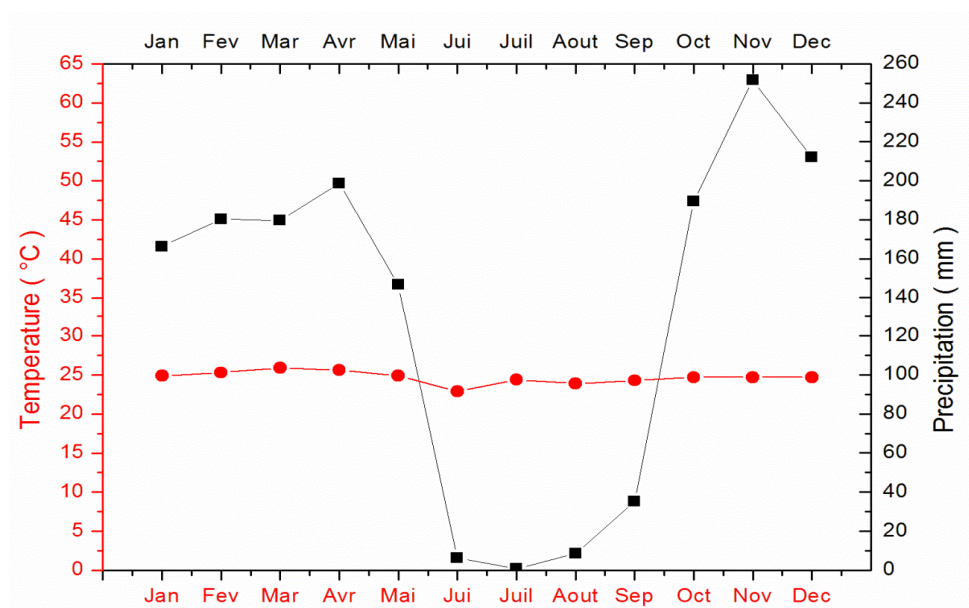


Fig. 6. Evolution moyenne de la pluviométrie de Kinshasa 2000-2009.

4 DISCUSSION

Nous voulons dans notre analyse dégager la ressemblance existant sur les résultats obtenus à partir de l'impact du changement climatique sur les saisons sèches et pluvieuses avec les périodes des crues et des étiages (le niveau le plus bas d'un cours d'eau). Dans la première décade, de 1990 à 1999, nous avons constaté que la courbe des précipitations

présente presque la même allure (baisse) que celle des débits moyens mensuels pour les mois de Juin, Juillet, Août et Septembre qui sont pratiquement en dessous de $40.000 \text{ m}^3/\text{s}$, notamment:

- Juin : $33089 \text{ m}^3/\text{s}$;
- Juillet : $28777 \text{ m}^3/\text{s}$;
- Août : $28708 \text{ m}^3/\text{s}$;
- Septembre : $33539 \text{ m}^3/\text{s}$.

Cette situation correspond quasiment à la période de la saison sèche.

Par ailleurs le mois de Mars affiche une baisse remarquable, on enregistre $32052 \text{ m}^3/\text{s}$, ce qui nous permet d'identifier la petite saison sèche (petit étiage).

Le même constat peut être fait pour la deuxième décade où nous avons constaté que la courbe des précipitations présente presque la même allure (baisse) que celle des débits moyens mensuels pour les mois de Juin, Juillet, Août et Septembre.

Toutefois, les débits de la première décade de 1990 à 1999 accusent une forte diminution par rapport à la deuxième, car les mois de Juillet et Août n'ont pas atteint la moyenne de $30000 \text{ m}^3/\text{s}$. Il a été enregistré un débit minimal de $28\,892 \text{ m}^3/\text{s}$ au mois d'Août, tandis que le débit maximal de $55\,460 \text{ m}^3/\text{s}$ a été enregistré au mois de Décembre, qui d'ailleurs est le seul à atteindre $50000 \text{ m}^3/\text{s}$. Alors que pour la deuxième décade le débit minimal était de $30\,094 \text{ m}^3/\text{s}$ pour le mois d'Août, le débit maximal étant de $58\,766 \text{ m}^3/\text{s}$ durant le mois de Décembre. Nous avons aussi relevé trois mois dépassant $50000 \text{ m}^3/\text{s}$, soit :

- Novembre : $52\,181 \text{ m}^3$ par seconde ;
- Janvier : $52\,680 \text{ m}^3$ par seconde ;
- Décembre : $58\,766 \text{ m}^3$ par seconde.

Ces résultats rejoignent l'affirmation des chercheurs d'IRD disant : « qu'il s'observe une instabilité de débit du fleuve Congo depuis la seconde moitié du siècle passé ».

Par contre, la deuxième décade se caractérise par une augmentation du débit lié aux phénomènes climatiques, comme signalé par Kwetuenda et al. (2011).

5 CONCLUSION

Ce travail nous a permis de voir que les débits des cours d'eau restent étroitement liés aux effets climatiques. Il a été montré que les périodes d'étiages correspondent aux périodes des saisons sèches, tandis que celles des crues qui correspondent aux saisons des pluies. La perturbation que connaît le fleuve Congo est une conséquence du réchauffement climatique au niveau planétaire. L'augmentation de la température en raison de $0,74^\circ\text{C}$, enregistré au cours de 100 dernières années sur le plan planétaire pourrait en être la raison. C'est ainsi qu'au niveau moyen de la mer, il a été aussi constaté une augmentation de 17 cm pour cette même période du 20^e siècle.

De nos analyses, il y a lieu de conclure que la gestion optimale et intégrée des eaux du bassin du Congo passe par l'identification de la qualité et la quantité de cette ressource naturelles, ce qui éviterait les conflits transfrontaliers et aiderait au développement non seulement de toute la région que couvre ce bassin, mais aussi de l'Afrique entière et mieux encore le vieux monde.

RECOMMANDATIONS

Nous devons sauvegarder notre avantage de deuxième poumon mondial partant de notre position géographique à cheval sur l'Equateur, car nous sommes encore en deçà de 2°C , selon la recommandation de la Communauté Internationale. Selon Cop 21 sur le changement climatique tenu à Paris du 30 Novembre au 12 Décembre 2015 un plafond de $1,5^\circ\text{C}$ était d'ici 2030.

REFERENCES

- [1] Kwetuenda M., Mukala K., Nsimba M., Ekam W. et Tondozi K., 2011. Contribution à l'étude du changement climatique en République Démocratique du Congo, Revue Congolaise des Sciences Nucléaires, Volume N°25, R.D. Congo, pp 195 - 214.
- [2] Tschumbu C., 2014. Contribution à l'analyse des débits minimums du Fleuve Congo, Mémoire de licence, Institut Supérieur de Techniques Appliquées, R.D. Congo, (Inédit).
- [3] Devroey J., 1954. Annuaire hydrologique Congo, Rwanda Urundi.
- [4] Climat de la République du Zaïre, 1972. Agence National de Météorologie, République du Zaïre.
- [5] Archive des données hydrologiques de la Régie des Voies Fluviales, 1902-2013, R.D.Congo.
- [6] Mutinga M., 2014, la guerre de l'eau, Edition le Potentiel, R.D. Congo, P 208.
- [7] Nkanda M., 2009. Cours d'hydrologie de surface de 2^{ème} génie hydrologie, Université de Kinshasa, R.D.Congo, (Inédit).

THE IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON THE DISCHARGE OF OSSE-OSSIOMO RIVER BASIN, SOUTH-WEST, NIGERIA

Catherine Ikhile¹ and Dieudonné Wafula Mifundu²

¹Department of Geography/Regional Planning, Faculty of Social Sciences,
University of Benin, P.M.B.1154, Benin City, Edo State, Nigeria

²Department of Physics, Faculty of Sciences, University of Kinshasa, RD Congo

Copyright © 2016 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 impacts of climate change of Osse-Ossiomo River Basin in the South-West of Nigeria under different climatic Scenarios were investigated using information on rainfall - temperature for forty years (1961 - 2000). Discharge information of Osse and Ossiomo rivers was collected for the period from 1989 to 1994. A number of water resources development schemes including hydroelectric and water supply projects have been planned in the southwestern of the river system of Nigeria. Results revealed fluctuating rainfall pattern with great uncertainties in the mid-1980s. Temperature shows an increasing trend and the highest temperature of 37°C was obtained in 1998 during the 40-year period. There is a strong evidence of global warming using the index of temperature in the drainage basin. River discharge also indicated fluctuating trends from year to year in the decades with records. It was concluded that the river discharge pattern of Osse-Ossiomo River Basin exhibited similar behaviors as other drainage basins of the world. Climate change has impacted on the river discharge of Osse-Ossiomo. This has implication on water security, sanitation and health of the inhabitants in the river basin. Most people were forced to resort to various sources for the numerous uses of water. Statistical tests had shown that the changes in rainfall temperature and rainfall discharge were significant at the 5% level.

KEYWORDS: River basin, rainfall, temperature, discharge, Osse-Ossiomo Basin, health, sanitation.

1 INTRODUCTION

In scientific circles, the issue of whether or not climate variability and change is real is no longer debatable. It is regarded as a potentially serious and crucial problem. The main issues of concern now include the understanding of:

- How it is developing;
- The effects it will have; and
- The accurate detection of the effects.

The IPCC Third Assessment Report (IPCC, 2001) draws attention to changes in timing of stream flow caused by global warming. Over the last 100 years, the global climate has warmed by an average of 0.5°C, owing in part to greenhouse gas emissions from human activities. Unless concerted action is taken to drastically reduce these emissions, climate models project that the earth will warm by another 1.4 to 5.8°C over the next century. These changes will have a substantial destabilizing effect on the hydrological cycle, resulting in greater variability in precipitation, and stream flows, and increasing intensity of extreme hydrological events (IUCN, 2003). Many studies show that the rainfall decline since the 1970 across the Sahellian Zone of West Africa and had significant impacts on runoff in the region and sub-region, in most cases by reducing flow (Mahe et al., 2002, 2003, Ikhile et al., 2003). In a few cases the flow has increased (Pouyaut, 1987) depending on the nature of the drainage network and the geology.

In the light of the above observations, this investigation examines the impacts of climate change on water discharge of sub-basin of Osse-Ossiomo in the Benin-Owena River Basin of South-Western Nigeria.

2 THE STUDY AREA

The study area has been detailed in the works of Ikhile (2007a and 2007b, 2012) and Ikhile et al (2012). It lies between latitude $6^{\circ} 30'$ to $7^{\circ} 35'N$ and longitude $4^{\circ} 50'$ and $6^{\circ} 00'E$ (Figure 1). This includes parts of Ondo and Edo States of Nigeria. The climate is the tropical continental type with alternating wet and dry seasons of varying duration. The seasons correspond to the periods of dominance of the wet tropical continental air masses. The seasonal distribution of rainfall follows the direction of the Inter-Tropical Divergence (ITD) and varies almost proportionally with distance from the coast. The wet season occurs within seven months from April to October while the dry season lasts from November to March. There is usually a break in rainfall in August. Specifically, this area has the annual mean rainfall ranging from 500 to 2,780 mm. About 90% of the rain falls in six to seven months of April to October. The mean annual temperature ranges between $24^{\circ}C$ - $33^{\circ}C$. The mean number of hours of sunshine is 5-7 depending on the season. The rate of evaporation is high being the continental interior. The relative humidity is between 60%-80% per annum depending on the season of the year (dry or rainy). The mean atmospheric pressure is about 1013mb.

A detailed description of the Study Area can be found in Ikhile and Oyebande (2007) (Fig.1).

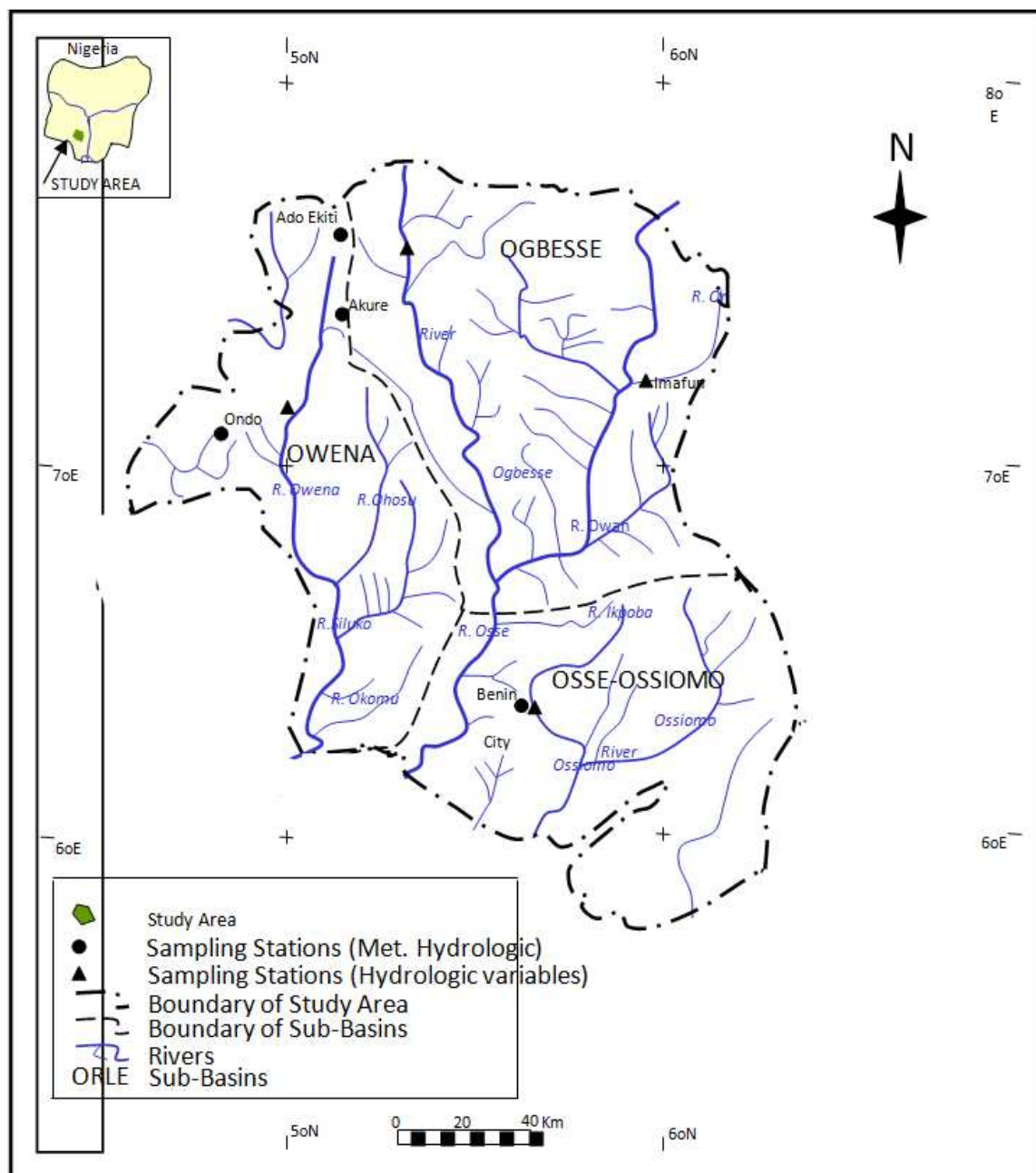


Fig. 1: Map of Osse-Ossiomo sub-River Basin showing Gauged Rivers

3 METHOD OF STUDY

Rainfall was measured with a Stevenson automatic rain gauge installed at the Benin City Synoptic station. Rainfall data for the period was recorded on monthly charts. Monthly, annual and decadal totals were used. Temperature was measured using minimum and maximum thermometers. Mean monthly and annual minima/maxima as well as decadal mean were used. These data were obtained from climatological data monitored by the Federal Ministry of Aviation, Meteorological Services Department (FMAMS) in Lagos, Nigeria. Information on river discharge was gathered from the Benin-Owena River Basin Development Authority (BORBDA) gauge river projects.

4 RESULTS AND DISCUSSIONS

4.1 RAINFALL DISTRIBUTION OF BENIN CITY

Rainfall in the decades 1961–2000 exhibited distinct patterns (Figure 2). The annual total for the decade 1961–1970 ranged between 1855 mm and 3049 mm (1964 and 1965, respectively). January was particularly dry in 1964, 1967 and 1969, with zero values of mean monthly rainfall, while it was only 1970 that had no rainfall in the month of December. The decade (1971–1980) showed a different pattern. The total annual rainfall ranged between 1702 mm (1972) and 2585 mm (1980). In this decade, most January and December months were very dry with zero rainfall values for up to five years (1973–1976, 1979). This decade was drier than the previous one. The total annual rainfall for the third decade, (1981–1990), ranged between 1227 mm and 2461 mm (1986 and 1990, respectively). Between 1985 and 1989, Decembers were completely dry with zero rainfall values and January was also dry for many years. This decade was apparently the driest of the record. A similar observation was made by Olaniran et al. (1991). December 1990 recorded an unusually high mean monthly total of 168 mm, and this was the highest ever-recorded rainfall in December between 1961–2000.

The total annual rainfall for 1991–2000 ranged between 1860 mm and 2776 mm (1993 and 1992, respectively). December and January were not as dry as previously (Ojo, 1987). The rains tended to fall in all months of the year, with the exception of 1992 and 1994 when the Decembers were dry.

Fig. 2 - Rainfall Distribution Pattern over Benin City (1961 - 2000)

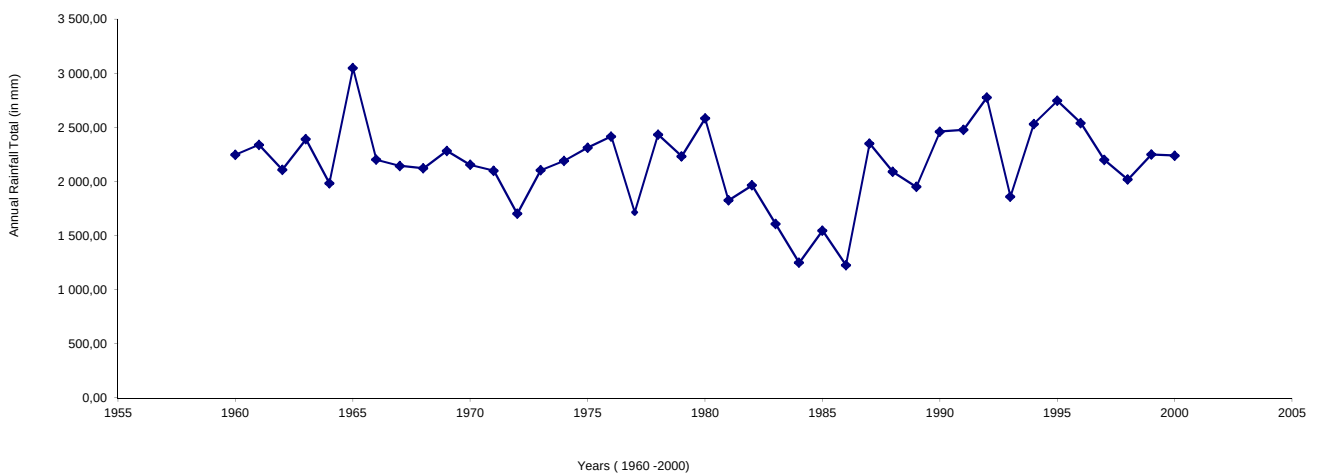


Fig.2: Rainfall distribution of Benin City (1961–2000)

Generally, the first three decades showed double maxima of rainfall with an August break. In the fourth decade (1991–2000), the August break was absent with the August months recording generally higher rainfall values than all the other decades. This means that the normal pattern was reversed in this decade. Even the December months were very wet. January was generally the driest month with a total of 682 mm of rain between 1960–2000. July was the wettest month with a total of 14 975 mm of rainfall between 1961–2000.

4.2 TEMPERATURE DISTRIBUTION OF BENIN CITY

The temperature condition for Benin City is presented in Table (1). The annual mean temperatures increased steadily from 1961 to 2000. During the 1961–1970 decade, it was 25.8°C to 27.0°C (decadal range: 1.2°C). During the 1971–1980 decade, it was 26.3°C to 27.5°C (decadal range: 1.2°C). During the 1981–1990 decade, it was 27.1°C to 27.6°C (decadal range: 0.5°C).

Table 1. Temperature condition of Benin City (1961 – 2000) (°C) (Ranges) Source: Ikhole (2007)

Decade	Annual Minimum	Mean annual Minimum	Annual Maximum	Mean annual Maximum	Annual Mean	Decadal Range
1961 – 1970	19.2 – 24.2	21.9 – 22.8	27.2 – 36.7	31.1 – 31.3	25.8 – 27.0	1.2
1971 – 1980	21.0 – 24.9	22.4 – 23.3	27.0 – 34.7	30.2 – 31.7	26.3 – 27.5	1.2
1981 – 1990	18.4 – 26.3	22.2 – 23.8	27.6 – 36.0	31.3 – 32.1	27.1 – 27.6	0.5
1991 – 2000	21.0 – 25.5	23.3 – 23.9	27.4 – 37.0	31.2 – 31.8	27.2 – 28.2	1.0

In this decade, the climate of Nigeria was described as playing a climatic drama (Ojo, 1987). The climate fluctuations were larger and the weather became more unpredictable. The last decade, 1991–2000, has been the warmest with annual mean temperature ranging from 27.2°C to 28.2°C (decadal range: 1.0°C). The air temperature appears to exhibit a persistent increasing tendency in Benin City coupled with decreasing rainfall. This may be an indication of global warming and climate change. There is a statistically significant relationship between mean annual rainfall and air temperatures in the study period at a 0.01 confidence level.

The temperature distribution for the period 1961–2000 showed a wide variation and a gradual warming of the environment. For the decade 1961–1970, the annual minimum ranged from 19°C to 24°C (January 1967 and February 1970) and the minima slightly increased over the following decades. The 1981–1990 decade showed the greatest extremes of temperature, recording the lowest and highest annual minimum temperatures for the whole period of study. The mean annual minimum followed a similar pattern. The annual maximum for 1961–1970 ranged from 27°C to 36°C (July 1961 and March 1962) and remained approximately constant over the following decades. The year 1998 recorded the highest temperature of 37.0°C during the 40-year period. This is in line with Odjugo (2000). The annual mean maximum followed a similar trend.

4.3 RAINFALL/RUNOFF (DISCHARGED) VARIABILITY

The mean annual water level for Ikpoba River from (1991–1994) ranged between 184 (January, 1991) – 368 (March, 1994) cm, that is 346 – 865cm annual total (Tabl. 2, Fig. 3). The discharge ranged between 14.2 (January, 1991) to 51 (August, 1991) m^3s^{-1} (Tabl. 3, Fig. 4). The runoff ranged between 0.039 (January, 1991) – 0.628 (March, 1994) 10^9m^3 (Tabl. 4, 4a, Fig. 5). Specifically in 1991, the variation of water level, discharge and runoff was less varied. In 1992 the variation was pronounced with very low water levels and discharge of 195cm recorded in July and a corresponding low discharge of $17\text{ m}^3\text{s}^{-1}$ and $0.078\text{ }10^9\text{m}^3$ respectively. In 1993, the variation in the mean monthly and annual was more varied, with double peaks of 298cm and 299 cm in May and September and discharge was $38\text{ m}^3\text{s}^{-1}$ and $39\text{ m}^3\text{s}^{-1}$ respectively. This is in line with the rainfall records at this time. In 1994, the flow pattern was single peaked in September (325cm), a discharge of ($50\text{m}^3\text{s}^{-1}$) in September. The mean annual runoff followed the same pattern as in 1993 (0.073 and $0.090\text{ }10^9\text{m}^3$) respectively. In these years, lots of variations were recorded in the flow pattern of Ikpoba River in response to the variation in rainfall. The climate was regarded as playing climatic drama (Ojo, 1987).

Table 2. Water Level of Ikpoba River (1989 - 1994) (Annual Mean / Total)(cm)

	1989		1990		1991		1992		1993		1994	
	Annual Mean	Annual Total	Annual Mean	Annual Total	Annual Mean	Annual Total	Annual Mean	Annual Total	Annual Mean	Annual Total	Annual Mean	Annual Total
January			161.5	323					250.5	770	237.5	475
February	179.5	353	155.5	311	184	368	226.5	452	245.5	491	228	457
March	170	340	157	314	188	376	243	485	255	510	346.5	465
April	165.5	340	170.5	341	219	438	257	514	246	492	241.5	483
May	174.5	331	182.5	365	249	498	255	510	258	516	259	518
June	174.5	349	218.5	437	269	538	259	518	258.5	517	263	526
July	178.5	351	220	440	292	584	243	486	253.5	507	283	566
August	190.5	381	197.5	395	309.5	619	273.5	547	266	532	304	608
September	207	414	219	438	335	670	275.1	551	272.5	545	319.5	639
October			231	462	306.5	613	275	550	258.5	517	286	572
November			226.5	453			267	534	253.5	507	274.5	549
December			251	502			240	480	242.5	485	256.5	513

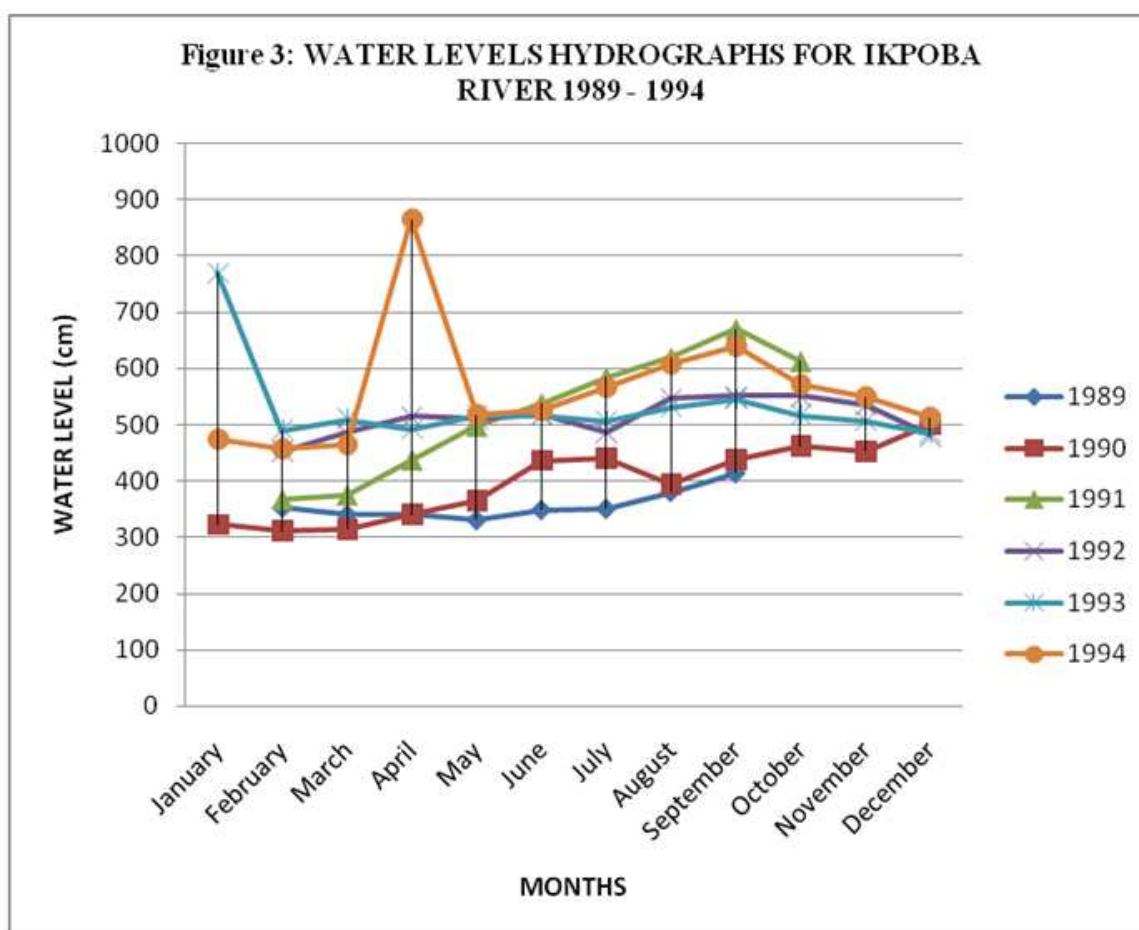
**Fig.3: Water Levels Hypographs for Ikpoka river 1989-1994**

Table 3. Discharge of Ikpoba River (1989 – 1994) (Annual Mean / Total) (m^3s^{-1})

	1989		1990		1991		1992		1993		1994	
	Annual Mean	Annual Total	Annual Mean	Annual Total	Annual Mean	Annual Total	Annual Mean	Annual Total	Annual Mean	Annual Total	Annual Mean	Annual Total
January	12.17	393.7	12.14	374.24	14.2	453.2	22.1	640.6	27.4	849.4	24.78	768.2
February	11.9	338.8	11.01	308.23	16	447.4	23.7	735.4	25.99	737.72	21.83	611.3
March	11.73	363.6	12.37	383.46	20	618.9	27.2	821.2	26.55	823.05	23.36	724.2
April	12.52	375.6	12.02	360.45	27.9	837.5	22.6	815.2	24.56	736.8	27.45	851.1
May	13.22	409.8	12.94	401.78	32	1023.3	29.1	978.8	27.44	850.64	30.76	922.8
June	15.27	458.1	20.05	621.03	38.8	1162.6	34.4	903.1	30.87	926.1	36.68	1137
July	18.8	572.5	21.42	663.93	43.5	1349.1	30.3	931.4	27.85	863.35	39.27	1218
August			16.45	510.4	51	1530.8	33.6	1065.3	31.77	984.87	43.64	1309
September			19.07	572.572	43.6	1306.7	34.6	1004.5	34.86	1045.8	33.8	1180
October			24.59	762.44			34.3	1064.5	28.43	881.25	33.41	1002
November			25.14	754.2			31.2	936.8	27.44	822.35	27.7	858.7
December			20.25	777			25.07	775.2	23.87	739.85		

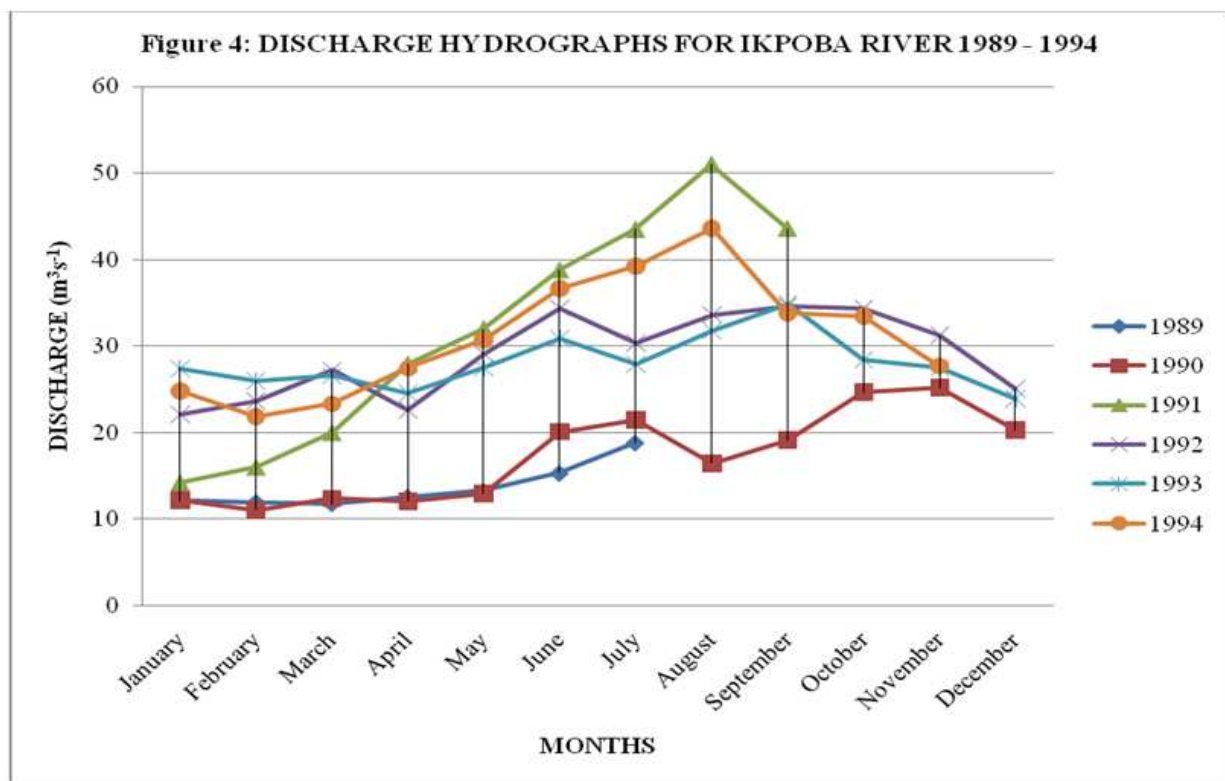
**Fig.4: Discharge Hydrographs for Ikpoba River 1989-1994**

Table 4. Runoff of Ikpoba River (1989 - 1994) (Yearly Total (cubic meter/sec) cm

Months	Years					
	1989	1990	1991	1992	1993	1994
January			0.04		0.073	0.088
February			0.04	0.055	0.063	0.053
March			0.05	0.064	0.071	0.628
April			0.07	0.07	0.064	0.063
May			0.09	0.071	0.073	0.073
June			0.1	0.085	0.08	0.079
July			0.12	0.078	0.075	0.098
August			0.13	0.092	0.085	0.105
September			0.11	0.087	0.09	0.113
October				0.092	0.078	0.102
November				0.081	0.071	0.088

Table 4a: Runoff of Ikpoba River (1989 - 1994) Yearly Total (m)

	1991	1992	1993	1994
January	39		73	88
February	39	55	63	53
March	53	64	71	628
April	72	70	64	63
May	88	71	73	73
June	100	85	80	79
July	117	78	75	98
August	132	92	85	105
September	113	87	90	113
October		92	78	102
November		81	71	88
December		67	64	74

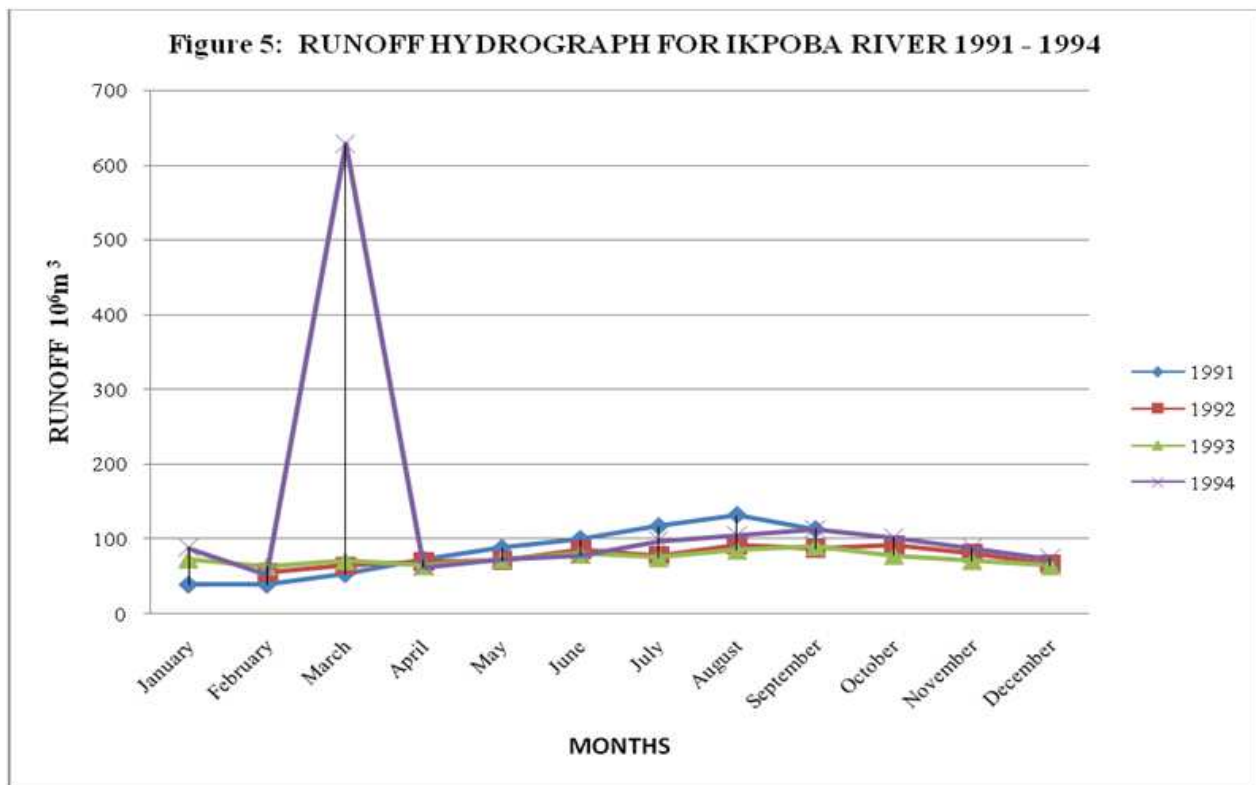


Fig.5: Runoff Hydrographe for Ikpoka River 1991-1994

5 CONCLUSION

This had examined the impacts of climate change on water discharge of sub-basin of Osse-Ossiomo in the Benin-Owena River Basin of South-Western Nigeria.

We observed that the pattern of water level, discharge and runoff for the second half of the decade show similar fluctuating trend as in rainfall pattern.

Generally it was observed that the flow pattern of rivers in the sub-basins were a reflection of the observed rainfall distribution patterns. In very dry years, the hydrologic performance of the rivers was low. A similar dramatic pattern in 1991 – 2000 in water discharge was observed. It is concluded that climate change has impacted on the basin hydrology and as well as water resources availability and management. In this last decade concerted efforts were geared towards effective control and management of the water resources. Dams were constructed within these sub-basins to assist in the regulation and effective management of the water resources. The dams constructed within this decade were Owena, Ero and Oye. Climate change has impacted on the river discharge of Osse-Ossiomo River Basin, S. W. Nigeria. This has implication on water security, on sanitation and health of the inhabitants in the river basin. Most people were forced to resort to various sources of water including ponds and other unreliable sources for the numerous uses of water. This had a negative impact on water security and consequent health and sanitation of the people. It has been said that water is life and the none availability of it or poor quality of it is detrimental to health. It is hereby advocated that more mitigative measures be adopted in the basin to ensure safe water for the people. There is statistically significant relationship between rainfall and water discharge at 0.05 confidence level and temperature and water level at 0.05 confidence level.

REFERENCES

- [1] Babatolu, J. S., 2002: Global warming effects on rainfall in the South Western Nigeria: A case study from Ondo. Being a paper presented at the 45th Annual Conference of the Nigeria Geog. Asso. (NGA) held at University of Ilorin, Ilorin, Nigeria, 30th June – 3rd July, 2002.
- [2] Ikhile, C. I. and Ikhile, G.U., 2003: Effects of Climate Change on Irrigation activities: A Case Study of the Benin-Owena River Basin Irrigation Projects. IAHS Publ. No. 281, Gunter Bloschl, Stewart Franks, et al, International Association of Hydrological Sciences.
- [3] Ikhile, C. I. and Oyebande, L., 2007: Application of Geographic Information System (GIS) to the study of landuse changes in the Osse-Ossiommo River Basin, Edo State, Nigeria in Proceedings of IAHS, UK. Publ. No. 316, pp. 245 – 251.
- [4] Ikhile, C. I., 2007a: Impacts of Climate Variability and Change on the Hydrology and Water Resources of the Benin-Owena River Basin, Unpublished Ph.D Thesis submitted to the Department of Geography and Regional Planning, University of Benin, Benin City, Nigeria.
- [5] Ikhile, C. I., 2012: The Concept of Climate Change and Water Resources Issues in Benin-Owena River Basin, Nigeria, NMetS Book on Climate Change, Climate Variability and Change: Saving our Tomorrow Today.
- [6] Ikhile, C. I. and Aderogba, K. O., 2012: Water Resources Vulnerability to Climate Variability and Change in the Benin-Owena River Basin, S.W. Nigeria NMetS Book on Climate Change, Climate Variability and Change: Saving our Tomorrow Today.
- [7] I.P. C. C., 1996: Intergovernmental Panel on Climate Change, Scientific Assessment of Climate Change: Summary of the IPCC Working Group I Report. WMO/UNEP.
- [8] I.P.C.C., 2001: Climate Change 2001: *Impacts, Adaptation and Vulnerability*. IPCC, UNEP, WMO, Arendal, Norway.
- [9] I.U.C.N., 2003: Change-adaptation of water resources management to climate change. *Inter Union for Conservation of Nat and Nat Resources*.
- [10] Mahe, G., Olivry, J. C., Dessouassi, R. C., Orange, D., Bamba, F. and Servat, E., 2000: Relations eaux de surface-eaux souterraines d'une riviere tropicale au Mali. *C. R. Acad Sci. Paris*, 300 689 – 692.
- [11] Mahe, G., Dray, A., Paturel, J. E., Cres, A., Kone, F., Conway, D., and Servat, E., 2002: Climate and anthropogenic impacts on the flow regime of the Nakambe River in Burkina Faso. *IAHS Pub*, 274, 69-75.
- [12] Odjugo, P. A. O., 2000. The impacts of past and present trends in global warming on extreme weather conditions: global and local evidence. *Asia Pacific J. Environ & Dev*, 7, 53-69.
- [13] Ojo, O., 1987: The Climate Drama, University of Lagos Press. Inaugural Lecture Series. pp.53.
- [14] Sanyu, R. O. and Sumiko, A.P., 1994: Draft Report on Study of the National Water Resources Master Plan, Federal Ministry of Water Resources Rural Development (FMWRRD) Abuja, Nigeria.
- [15] Environmental Consultancy Group (Department of Zoology, University of Ife, Ile-Ife, Nigeria): Report on the Hydrological Data Collection Program of the Benin-Owena River Basin Development Authority. Presented to the Benin-Owena River Basin Development Authority Lagos (Inedit).

Potential and Viability of Chilli Cultivation Using Fertigation Technology in Malaysia

Yaseer Suhaimi Mohd¹, Adzemi Mat Arshad¹, Nur Farah Hani Muhamad², and Norrizah Jaafar Sidek³

¹School of Food Science and Technology (PPSTM),
University Malaysia Terengganu, 21030 Kuala Terengganu, Terengganu, Malaysia

²Food Science and Technology Centre (FS),
MARDI Headquarters, Persiaran MARDI – UPM, 43400 Seri Kembangan, Selangor, Malaysia

³Department of Biology, Faculty of Applied Science, University Technology MARA (UiTM), 40450 Shah Alam, Selangor, Malaysia

Copyright © 2016 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: Chilli, or *Capsicum annum*, is a high value cash crop. Cultivation of chilli had been done using the conventional method and fertigation system. There are two methods of fertigation system practiced in Malaysia, which are planting chilli under rain shelters and open fertigation and planting chilli without rain shelter. All three planting systems have their own advantages and disadvantages. This study was conducted to evaluate the costs and benefits of chilli cultivation using both the fertigation system and conventional methods. Data were obtained from the pilot project plot under MARDI and the Department of Agriculture. The cost-benefit analysis showed that the costs of production for chilli using both fertigation systems were RM1.19/kg (under the rain shelter) and RM1.56/kg (open fertigation), respectively, compared to RM2.03/kg using the conventional method. The net income per season per hectare for planting chilli using the fertigation system under rain shelter was RM105,654 and open fertigation was RM77,415, which were higher than the conventional method (RM55,900). The higher net income was due to the high yield of chilli, almost twofold per hectare, than the conventional method. The partial budget analysis also showed a higher benefit value than the implication value in the event of farmers switching from using conventional methods to chilli cultivation using both fertigation systems. Overall, chilli cultivation using fertigation technology is proven to improve chilli yield and has a high viability. The high cost or initial capital will be offset by the high production yield. This technology is also more environmentally friendly than the conventional methods and in accordance with the practice of sustainable agriculture development, besides conforming to the present national agriculture agenda.

KEYWORDS: Chilli Cultivation, Fertigation Technology, Malaysia.

INTRODUCTION

Chilli or its scientific name *Capsicum spp.* is a kind of fruit vegetables from the family Solanaceae [1]. Chilli is a plant that grows upright, rooted, with branched green stems and the leaves are light green to dark green and oval width. The chilli flower has five white petals grown out of the branches and a leaf-shaped pendant. The fruit is an elongated tapered shape.

Chilli is widely used as flavoring in cooking and food [2]. It consists of various species and varieties. In Malaysia, there are two kinds of chilli, red chilli / small red chilli, known as the bird's eye pepper which is grown commercially, and the large chilli. Among the large chilli varieties, Kulai 469, Kulai 151, Kulai 223, 461 and Kulai Kulai 568 are the most preferred by growers, while the bird's eye chilli popular among entrepreneurs are Centel and Bara. In Malaysia, chillies are most commercially grown in the lowlands. There are two ways of chilli cultivation, which are using the conventional method and the fertigation systems. The fertigation system is divided into two planting techniques: planting under rain shelter and open fertigation [3].

The role of agriculture in the economic growth of developing countries is important [4, 5, 6]. The use of technology is essential in improving the yield and income of farmers. Therefore, the adoption and use of new technology is important in the growth of the agricultural sector. Planting chilli using fertigation technology is growing and the techniques have been proven to be beneficial. Planting chilli using fertigation technology is increasingly becoming the choice of entrepreneurs. Planting chilli using fertigation technology is effective in improving the growth and yield of chilli, up to 3-4 fold compared to the conventional methods. With the total area of agriculture land that is shrinking, fertigation systems can maximize the use of limited land to increase crop production capacity.

In this system, fertilization and irrigation are done simultaneously and directly to the plant root area. Fertigation system is also an alternative method to prevent soil-borne diseases as well phytium and able to increase crop yields [7]. Fertigation technology has proven to increase the yields of crops such as chilli, eggplant and rockmelon [8, 9]. Fertigation technology applications in chilli can improve crop yields and ease of management. In Malaysia, planting using the fertigation system can be carried out under a rain shelter or open fertigation [3]. Both techniques have the advantages and disadvantages in terms of agronomic and economic management. Therefore, this study was carried out to compare the economic value of planting chilli using the fertigation system (under rain shelter and open fertigation).

RESEARCH METHODOLOGY

This study focused on the comparison in term of benefits, costs, and revenues between the conventional chilli cultivation and two fertigation system methods: planting under rain shelter and open fertigation. The evaluation of chilli cultivation using fertigation technology was done to observe the viability of this technology and the potential and appropriateness of this technology to be adopted by agricultural entrepreneurs and farmers to increase their production of chilli. Secondary data collection for chilli production using the fertigation technique was done in three project areas, namely (1) Fertigation Crops Complex at MARDI Kluang, Johor, (2) MARDI Serdang, Selangor, and (3) commercial-scale pilot production project in Klang, Selangor. Data collection was done for two years, starting from 2014 until 2015. For the conventional method, the same data were obtained from the Department of Agriculture.

The analyses performed were the cost and revenue analysis, viability analysis, and partial budget analysis. The obtained data were used to prepare the cash flow and subsequently, financial analysis was done to compare these two cultivation systems. Cost and revenue analysis was conducted to compare the revenues and costs of production per hectare of chilli production using the fertigation system and conventional method. The purpose of this cost and revenue analysis was to identify the variable costs and fixed costs involved in chilli cultivation for both methods, as well as estimating the incomes earned by chilli growers based on the secondary data obtained from the MARDI Plot and Department of Agriculture.

The parameters involved were gross and net incomes, gross and net margins, production costs per kilogram, and profit margins per kilogram. The variable cost was the value and quantity of inputs that changed according to the scale of production. Variable costs for both cultivation systems were fertilisers, labours, insecticides, pesticides, and herbicides, while the fixed costs or capital costs included the construction of infrastructures such as the irrigation systems, farm machineries, farm roads, and farm stores. Viability analysis was a tool used to assess the viability of the project for a certain period. Normally, viability analysis was used to estimate the feasibility and the time needed by an enterprise to prop up the total amount of investments in the specified period of time. Viability analysis of a project was made by constructing cash flow charts within 10-15 years. In this study, cash flow charts for the last 15 years were prepared. In the cash flow charts, financial analyses such as net present value (NPV), internal rate of return (IRR), capital return period, and sensitivity test were performed.

Partial budget analysis method or tool was applied to assess the right choice when there were two options at a time. In this study, there were two alternative options for growers of chili planting, which were by using the fertigation systems and the conventional cultivation methods. The cost and revenue data were used to analyze the differences between the cost and the revenue value for both alternatives [10]. In the partial budget analysis, the comparison between the benefits and implications in the application of the fertigation system and the conventional method were applied. Two major factors were assessed which were additional revenue and costs as well as reduction in cost and revenue. For example, in this study, if the implications of the fertigation technology were higher than the value of the benefits, this method would not be recommended to entrepreneurs and vice versa.

RESULTS AND DISCUSSION

COST OF PRODUCTION

The cost of production of the project was divided into two, fixed or capital cost and variable cost. Fixed cost was the cost of development that was used as the capital to develop the farm. Among the fixed costs involved in the development of farm were the infrastructures for irrigation systems, roads, stores, farm machineries, and rain protective structure for chilli cultivation using the fertigation system in lowland areas. On the other hand, the variable costs involved expenses that varied according to the scale of production such as the cost of labours, planting materials, fertilisers, pesticides and utilities.

Two major infrastructures were required in chilli cultivation using the fertigation system, which were the fertigation irrigation system and rain shelter. Meanwhile, in open fertigation, the irrigation system was the major infrastructure. The development cost of planting chilli using the fertigation system under rain shelter per hectare was RM270,000 of the overall costs, compared to the development cost of open fertigation, which was RM50,000 (Table 1). The development cost for planting chilli under rain shelter was five times higher than the open fertigation for one-hectare area. Input, labor and other costs were almost the same for both fertigation cultivation systems. Chilli cultivation using the fertigation system that can be automated was able to reduce the reliance on manual labours, compared to the conventional cultivation method.

Table 1: Comparison of the costs of production of chilli cultivation using fertigation system under rain shelter and open fertigation

Parameter	Average cost for planting chilli using fertigation system under rain shelter		Average cost for planting chilli using open fertigation		Planting chilli using conventional method	
	(RM / ha / year)	%	(RM / ha / year)	%	(RM / ha / year)	%
Development cost	270,000	78.7	50,000	40.27	80,000	38.7
Input cost	44,292	12.92	48,570	39.12	30,000	23.2
Labour cost	21,600	6.34	21,600	17.4	43,200	33.5
Other costs	7,000	2.04	4,000	3.21	6,000	4.6
Total	342,892	100	124,170	100	129,200	100

YIELD AND INCOME

Table 2 shows a comparison of chilli yield per hectare between the fertigation system and the conventional method for one season of chilli crops. For one hectare of land, the plant density for chilli cultivation using the fertigation system under rain shelter was 7,720 plants, compared to 9,000 plants in open fertigation. The average yield for chilli cultivation was 27,720 kg and 22,500 kg for under rain shelter and open fertigation system respectively. The plant density under rain shelter was limited, but the plant under the structure gave a higher yield compared to open fertigation. The average yield per plant under rain shelter was 3.5 kg, compared to 2.5 kg for chilli cultivated using the open fertigation system. Planting chilli under rain shelter could reduce the risk of pest and disease, mainly in the rainy season. The production cost for planting chilli using the fertigation system under rain shelter was RM 32,946 and RM 35,089 for open fertigation. The average farm price for chilli was RM 5.00 per kilogram. Entrepreneurs that used the fertigation system were able to earn an average net income of RM 105,654 for chilli planting under rain shelter and RM 77,415 for open fertigation for one season of cropping.

Table 2: Comparison of chilli yield per hectare between planting using fertigation under rain shelter and open fertigation for one season of chilli crop

Parameter	Planting chilli using fertigation system under rain shelter	Planting chilli using open fertigation	Planting chilli using conventional method
Average yield (kg/ha)	27,720	22,500	18,000
Average gross income (RM) @ RM5.00/ kg	138,600	112,500	90,000
Production cost (RM/kg)	1.19	1.56	2.03
Average production cost (RM/ha)	32,946	35,085	36,600
Average net income (RM/ha)	105,654	77,415	55,400

VIABILITY ANALYSIS

A viability analysis was performed to assess the usability of both technologies based on the financial flows (Table 3). Despite the high development cost, chilli cultivation using the fertigation system had a short-term capital return, which was three years. If the benefit-cost ratio was compared, entrepreneurs who used the fertigation system under rain shelter were able to earn RM 0.92 for each RM 1.00 invested in the production of chilli and RM 0.86 for open fertigation. Meanwhile, planting chilli using the conventional method was able to get RM 0.59 for each RM 1.00 invested. Planting chilli using the fertigation system was more profitable compared to the conventional method. Results of the viability analysis showed that the use of fertigation technology in chilli production was more viable in the long run. Comparison of the viability indicators for all chilli production systems showed higher values of indicators for chilli cultivation using the open fertigation system.

Table 3: Viability analysis of chilli production using the fertigation system and conventional method

Viability indicators	Planting chilli using fertigation system under rain shelter	Planting chilli using open fertigation	Planting chilli using conventional method
Net present value (NPV) @ 10%	435,400.12	686,230.31	406,649.71
Internal rate of return (IRR)	48.02%	49.7%	47.5%
Capital return period (year)	3	1	2
Benefit-cost ratio (BCR) @ 10%	1.92	1.86	1.59

PARTIAL BUDGET ANALYSIS

Partial budget analysis showed that the benefit value earned was higher than the amount of the implications for chilli cultivation using the fertigation system under rain shelter (+RM 28,800) and open fertigation (+RM 196,600) (Table 4). Therefore, it was recommended to shift the conventional method of chilli planting to the fertigation technology, either under rain shelter or open fertigation system. Partial budget analysis also revealed that planting chilli using open fertigation gave more benefits.

Table 4: Partial budget of chilli cultivation using fertigation technology compared to the conventional method

Changes from conventional method to fertigation system					
	Method of chilli production			Method of chilli production	
	Fertigation cultivation under rain shelter	Open fertigation		Fertigation cultivation under rain shelter	Open fertigation
Benefits			Implications		
<i>Yield increase</i>	27.72 tonnes * 2 season/year * RM5.00/kg * 1000 = RM 277,200	22.5 tonnes * 2 season/year * RM5.00/kg * 1000 = RM = RM 225,000	<i>Cost increase</i>	Rain shelter structure (SPH) = RM 270,000	Irrigation system = RM 50,000
<i>Cost reduction</i>	Average labour cost / year = RM 21,600	Average labour cost / year = RM 21,600			
Total benefits	RM 298,800	RM 246,600	Total implications	RM 270,000	RM 50,000
	+ RM 28,800	+ RM 196,600			

DESCRIPTION OF TECHNOLOGY

Fertigation technology is a cultivation system without the use of soil. The original purpose of this method was used to prevent soil-borne diseases that often attack the roots of plants [11, 3]. In the fertigation system, the crops media such as coco peat, perlite, and burnt paddy husk are used as a replacement for soil. The crops media are filled into polybags according to the appropriate sizes. Besides that, in this fertigation system, irrigation and fertilisation are done simultaneously and directly to the crops' roots [12]. This fertigation system is able to increase crop yields and reduce the use of fertiliser by supplying a fertiliser solution based on each crop's formulation, while distributing the solution to the crops based on their growth levels and needs. Fertigation technology is able to save the cost of production, as it does not involve the cost of land preparation, weeding, and fertiliser spreading, unlike the conventional method. The technology can be automated using a timer; therefore, it can reduce the labour force.

In Malaysia, planting using the fertigation technology was carried out in two ways: planting chilli using the fertigation system under rain shelter and open fertigation without using rain shelter. The irrigation system for both methods was the same. Planting using open fertigation is more favored by entrepreneurs because of the low initial cost compared to chilli cultivation under rain shelter. However, planting chilli using the fertigation system under rain shelter can minimize the use of pesticides to control pests and diseases. The main advantage of cultivation chilli under rain shelter is the ability to plant continuously without the interruptions of weather such as the rainy season.

Chilli cultivation using the fertigation technology can be used for the production of red chilli and bird's eye chilli. Planting chilli using fertigation technology not only can be done in the same area repeatedly, but also can give the yield 2 to 3 fold compared to the conventional cultivation methods. The high production yield could offset the high initial development cost. The average yield of planting red chilli using the fertigation system is up to 3.5 kg per polybag, which takes 6 months, while the production for the conventional method is 1.5 kg with the same cultivating period of 6 months [3]. Cultivation under rain shelter can give higher yields than in the open field planting [13]. However, high yield depends not only on extensive cultivation area but also the potential gains that may result either from the use of better planting materials or crop management practices [14]. This technology creates a high interest among farmers and entrepreneurs, although the initial investment is higher when compared to the conventional methods. The high development and initial costs can be offset by the high crop yield. No technology, without taking into account the ecological and economic stability, will affect the productivity and income, unless it is adopted by the majority of farmers [15]. Furthermore, the use of technical innovations by farmers also requires accurate and detailed information about the costs and returns [16]. Innovation and new technologies are an important factor in increasing agricultural output and competitiveness in the long term [17].

The increased in yield in the fertigation cultivation techniques could reduce dependence on the imports of chilli. It could also simultaneously reduce the country's imports of chilli and create opportunities for entrepreneurs to explore chilli-based processing products, such as chili paste, sauce, puree and other products [18, 19]. The use of fertigation technology can ensure a continuous production of chilli for downstream processing products.

CONCLUSION

In short, chilli cultivation using the fertigation method had been proven to increase the yield and income of farmers and entrepreneurs compared to the conventional method. The high cost or initial capital will be offset by the higher production. A significant increase in yield of up to two or three fold more than the conventional method is able to provide a high net income for entrepreneurs. However, the high investment for the construction of rain shelter and irrigation system has impeded the use of this technology among farmers. Nevertheless, the viability analysis showed that this technology has a strong competitive edge and is suitable to be adopted by farmers as it can provide higher returns than the conventional method. If it is viewed from the environmental sustainability perspective, this technology is more environmentally friendly than the conventional method and it is in accordance with the agenda of the current agricultural practices, namely sustainable agricultural development practices.

REFERENCES

- [1] Pickersgill, B., 1997. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. *Euphytica*, 96: 129-133.
- [2] Mazourek, M., A. Pujar, Y. Borovsky, I. Paran, L. Mueller and M.M. Jahn, 2009. A dynamic interface for capsaicinoid systems biology. *Plant Physiol.*, 150: 1806-1821.
- [3] M. Yaseer Suhaimi, S. Mahamud, A. M. Mohamad and Y. Abdul Kadir, (2012). Penanaman cili menggunakan sistem fertigasi terbuka. *Buletin Teknologi MARDI*, Bil. 1(2012): 89– 96.
- [4] E. J. Nya, N. U. Okorie and M. J. Eka, "An Economic Analysis of *Talium triangulare* (Jacq.) Production/Farming in Southern Nigeria," *Trends in Agriculture Economics*, vol. 3, no. 2, pp. 79-93, 2010.
- [5] S. Piya, A. Kiminami and H. Yagi, "Comparing the Technical Efficiency of Rice Farms in Urban and Rural Areas: A Case Study from Nepal," *Trends in Agriculture Economics*, Vol. 5, No. 2, pp. 48–60, 2012.
- [6] Y. Hayami and V. Ruttan, *Agricultural Development: An International Perspective*. 1st Ed. John Hopkins University Press, 1995.
- [7] S. W. Burrage, "Nutrient film technique in protected cultivation," *Acta Horticulturae*, vol. 323, pp. 23–38, 1992.
- [8] O. Verdonck, R. Penninck and M. De Boodt, "The physical properties of horticultural substrates," *Acta Horticulturae*, vol. 150, pp. 155–160, 1983.
- [9] G. De Rijck and E. Schreven, "Distribution of nutrient and water in rockwool slabs," *Scientia Horticulturae*, vol. 72, pp. 277–285, 1998.
- [10] D. K. Ronald, M. E. William and A. D. Patricia, *Farm Management*. The Mc Graw Hill Inc., 2011.
- [11] J. M. Whipps, "Status of biological disease control in horticulture," *Biocontrol Science and Technology*, vol. 2, pp. 3–24, 1992.
- [12] S. Mahamud, S. Jamaludin, M. N. Mohamad Roff, A. H. Ab Halim, A. M. Mohamad and A. A. Suwardi, *Manual Teknologi Penanaman Cili, Rockmelon dan Tomato*. MARDI, 2012.
- [13] Tribhuwan Singh, Narendra Singh, Abhishek Bahuguna, Mayank Nautiyal and V.K. Sharma, 2014. Performance of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Hybrids for Growth, Yield and Quality Inside Polyhouse under Mid Hill Condition of Uttarakhand. *American Journal of Drug Discovery and Development*, 4: 202-209.
- [14] S. E. Sanyang, K. Te-Cheng and H. Wen-Chi, "Comperative study of sustainable and non-sustainable interventions in technology development and transfer to the womens vegetable gardens in the Gambia," *J. Technol. Trans.*, vol. 34, pp. 59-75, 2008.
- [15] M. A. Damisa, Z. Abdul Salam and A. Kehinde, "Determinants of Farmers' Satisfaction with Their Irrigation System in Nigeria," *Trends in Agriculture Economics*, vol. 1, no. 1, pp. 8-13, 2008.
- [16] A. Das, M. Biswas and N. Mandal, "An Economic Analysis of Stevia (*Stevia rebaudiana* Bert.) Cultivation through Stem Cutting and Tissue Culture Propagule in India," *Trends in Agriculture Economics*, vol. 3, no. 4, pp. 216-222, 2010.
- [17] H. Rosnani, S. Syahrin, M. A. Mohd Zaffrie and S. Nurul Huda, (2015). Benchmarking and prospecting of technological practices in rice production. *Economic and Technology Management Review*, Vol. 10b(2015):77-88.
- [18] M.K. Siti Mazlina, L. Sze Ying, M.S. Intan Shaidatul Shima and I. Iryane, 2014. Design Development of a Unit Operation for Chilli Paste Process. *American Journal of Food Technology*, 9: 15-27.
- [19] J. Russell, 2013. What is chilli paste? http://www.ehow.com/facts_5771176_chilli-paste_/html.

Antifungal activity of oregano essential oil and thymol against some fungi isolated from corn grains

Latifa Boudine¹, Bouchra Louaste¹, Nouredine Eloutassi², Najat Chami¹, Fouzia Chami¹, and Adnane Remmal¹

¹Laboratoire de Biotechnologie, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Faculté des Sciences Dhar Mahraz, Fès, Maroc

²Laboratoire des Sciences de la vie et de la terre, Centre Régional des Métiers de l'Éducation et de la Formation, Fès, Maroc

Copyright © 2016 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 development of fungi in stored grains present a health risk to customers due to their ability to produce and accumulate mycotoxins. Then, chemical antifungal agents are applied to grains to reduce their contamination by molds. The aim of the present study was to evaluate the antifungal potency of oregano essential oil and thymol on some species of fungi involved in corn spoilage. Molds were isolated, and then identified by their macroscopic and microscopic characteristics after cultivation on standard media. The antifungal activity of oregano essential oil and thymol was conducted by broth dilution method. The mold species isolated were *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium sp.*, *Fusarium sp.*, and *Mucor sp.* Oregano essential oil and thymol demonstrate an antifungal effect against all these isolates. These compounds may be useful as alternative in limiting or preventing the development of harmful fungi and mycotoxins in food.

KEYWORDS: Fungi, corn, oregano essential oil, thymol, antifungal activity.

1 INTRODUCTION

Corn grains provide an excellent substrate for the growth of molds and subsequent synthesis of mycotoxins [1], [2]. The most frequent fungal contaminants belonged to *Penicillium*, *Aspergillus* and *Fusarium*. The presence of these molds is also a health risk to consumers due to their ability to produce and accumulate mycotoxins [3], [4], [5]. It is therefore necessary to use antifungal agents to reduce this fungal contamination. Frequent use of these antifungal agents led to the emergence of resistant strains to these agents, as well as the presence of toxic residues in grains [6], [7], [8]. Therefore, the search for alternative drugs with low resistance substantial attention has focused on natural products with antifungal properties.

Several studies have shown that essential oils (EOs) have an inhibitory effect on the growth of many fungi that contaminate several foodstuffs [9], [10].

The objective of our study was twofold: Firstly, it attempts to isolate and identify some molds that contaminated corn grains. Secondly, it purports to evaluate the antifungal effect of oregano EO and thymol against some fungi species isolated from corn.

2 MATERIAL AND METHODS

2.1 MATERIAL

The maize used in this study is a local variety destined to animal alimentation. It was provided by Alf Sahel-Fes, Morocco.

2.2 FUNGAL ISOLATION

Sample of 10 g of corn grains were milled and homogenized with 90mL sterile distilled water for 30 min on horizontal shaker. Serial ten-fold dilutions were prepared by transferring 1mL aliquots of the initial dilution into succeeding dilution bottles containing 9 mL of sterile distilled water. One-milliliter aliquots of these dilutions were plated on Malt Extract Agar (MEA, Difco) with 0.01% of chloramphenicol to avoid bacterial growth. The Petri dishes were incubated at 25°C for 6 to 10 days [11]. Then, the relative density (RD) of each species was calculated as described previously [12]:

$$RD (\%) = \text{Number of isolates of species or genus} \times 100 / \text{Total number of samples}$$

2.3 PURIFICATION AND IDENTIFICATION OF FUNGI

Individual colonies with a visual difference in morphology from the mother culture were subcultured on fresh MEA plates for obtaining pure culture of each isolates. The Petri dishes were incubated at 25°C during 7 days. We continue to sub-culture until we are certain we have a pure fungal culture. Then, purified fungal colonies were transferred onto different culture media, including: Czapek Yeast Autolysate agar (CYA) and Malt Extract agar (MEA). Parallel sets of colonies were cultivated at 25°C, 5°C and 37°C. After 7 to 10 days of incubation, the isolated fungi were identified using the taxonomic key of Pitt and Hocking [13] based on the microscopic and macroscopic characteristics.

2.4 INOCULUM PREPARATION

The suspension of spores was prepared by growing each isolate on MEA at 25°C until sporulation. Some spores were then detached, and transferred in a tube containing sterile NaCl 0.9%. This suspension was counted in Malassez counting chamber, and diluted to obtain a final inoculum of approximately 10^6 spores/ml.

2.5 ANTIFUNGAL AGENTS

The products tested in this work were carvacrol (Fluka, Steinheim, Germany) and oregano EO (*Oreganum compactum*) containing 35% of carvacrol and 25% of thymol provided by the society of "Méditerranéenne des Aromes". Carvacrol and oregano EO were dispersed in 0.2% sterile agar [14]. The range of concentrations tested was from 0.01% to 0.4%.

2.6 DETERMINATION OF MINIMAL INHIBITORY CONCENTRATION (MIC) AND MINIMAL FUNGICIDAL CONCENTRATION (MFC)

The MIC and MFC of oregano EO and carvacrol against all fungi isolates were evaluated by broth dilution method. This was conducted in triplicate in a liquid medium (malt extract) that contained different concentration of these antifungal agent in contact with inoculum suspension according to the method described previously [14] and incubated at 25°C for 6 days. The MIC was defined as the lowest antifungal agent concentration at which there was a visual absence of growth compared to that produced by the growth control tube [15]. In order to evaluate the MFC, fractions of 20 µl from the tubes showing no growth were aseptically transferred onto new tubes containing 980 µl of sterile liquid medium. The tubes were incubated at 25°C until growth was visible in the growth control. The MFC was defined as the lowest antifungal agent concentration at which there was a visual absence of growth [16].

3 RESULTS

3.1 IDENTIFICATION OF THE FUNGI ISOLATED FROM CORN GRAINS

Isolated fungi belonged to genera *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* and *Mucor*. Relative densities of different fungal genera based on total fungal isolates were *Aspergillus*, 45%; *Penicillium*, 10%; *Fusarium*, 8%; and *Mucor*, 12 %. The remaining 25% are represented by other genera unknown that we have not insisted to identify, as the most popular molds are already there (figure 1 and 2). Relative density among species was maximum for *A. flavus* and *A. niger*, followed by *Mucor* sp., *Penicillium* sp., and *Fusarium* sp.

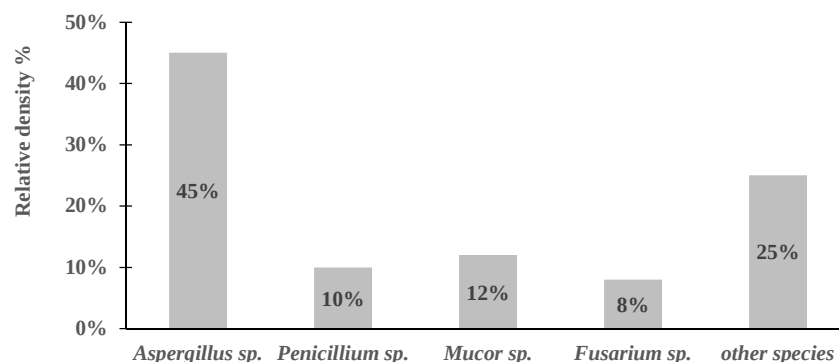


Fig. 1. Relative density of different fungi isolated from corn grains.

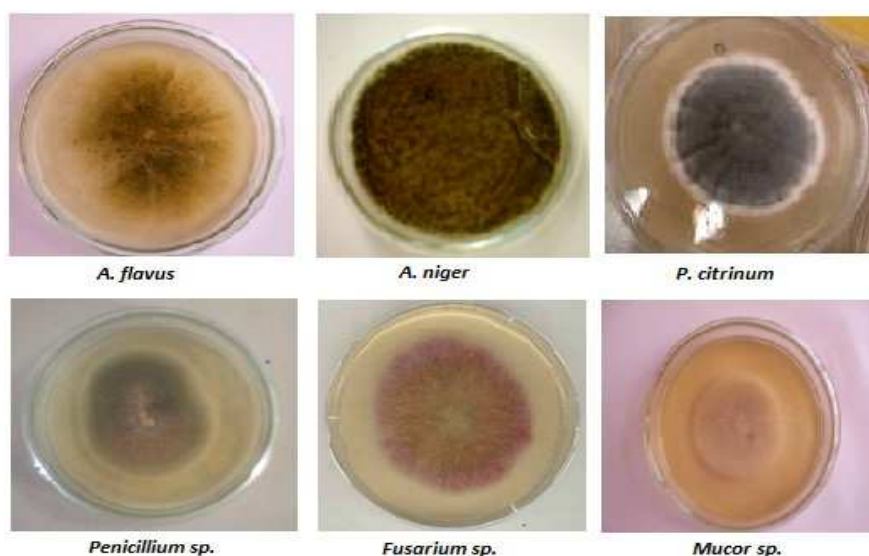


Fig. 2. Photographs of plates of pure culture of some fungi isolated from corn grains. (MEA at 25°C)

3.2 ANTIFUNGAL EFFECT OF OREGANO ESSENTIAL OIL AND THYMOL AGAINST FUNGI ISOLATED FROM CORN GRAINS

Table 1. Present the results of MIC and MFC of oregano EO and thymol against some fungi isolates from corn grains. Oregano EO and thymol inhibit the growth of all the tested fungi with some differences of MIC and MFC values. Among the fungi, *Mucor sp.* proved to be the most sensitive with similar MIC and CMF values (0.0125 % for oregano EO and 0.01 % for thymol), followed by *Fusarium sp.* (MIC=MFC: 0.025 % for oregano EO and 0.01% for thymol). Concerning *Aspergillus sp.*, the values of MIC and MFC of thymol were between 0.016 and 0.05%, while the values of MIC and MFC of oregano EO were between 0.025 and 0.1%. However, compared to the others species, *Penicillium sp.* seems to be less sensitive, with MIC and MFC values between 0.1 and 0.2% for oregano EO. However, thymol exhibited a strong antifungal effect on *Penicillium* species with low MIC and MFC values between 0.01 and 0.1%.

Table 1. MIC and MFC of oregano essential oil and thymol against some fungal species isolated from corn grains.

Isolated fungi	Oregano EO (%)		Thymol (%)	
	MIC	MFC	MIC	MFC
<i>Mucor sp.</i>	0.0125	0.0125	0.01	0.01
<i>Fusarium sp.</i>	0.025	0.025	0.01	0.01
<i>Aspergillus flavus</i>	0.025	0.1	0.016	0.05
<i>Aspergillus niger</i>	0.05	0.05	0.025	0.025
<i>Penicillium sp.</i>	0.1	0.1	0.01	0.01
<i>Penicillium. citrinum</i>	0.2	0.2	0.05	0.1

4 DISCUSSION

In this work, we tried to isolate some fungi that naturally contaminate corn grain. As a result, several molds were found, including *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* and *Mucor*. They are generally known as storage fungi [17], [18]. There are many reports indicating that these fungi species are harmful for human and animal health. In the one hand, these molds reduce the food's nutritive value, and on the other hand, they are expected to secrete mycotoxins that may cause many different adverse health effects because they pass through the food chain [3], [19]. It is therefore necessary to use antifungal agents to reduce this mycoflora. Storage fungi are commonly controlled by synthetic compounds to increase the shelf life of food, among them fungicides are used to prevent the growth of microorganisms that may cause spoilage or food poisoning. However, a major concern is the emergence of fungal strains resistant to these antifungal agents [6], [8] and the presence of residues of these agents in the food [7]. Hence, natural alternatives are needed to substitute the evidence of the use of these chemical preservatives agents. In this perspective, we evaluated the *in vitro* inhibitory effect of oregano EO and thymol on the growth of some fungi isolated from naturally contaminated corn kernels. The oregano EO and thymol were chosen in this study since they have proven to be the most effective in other tests [20]. The results of the present work showed also that oregano EO and thymol have an antifungal activity on all fungi isolated from corn kernels with occasionally differences of MIC and MFC values. These differences may be explained either by the strains sensitivity vis-a-vis the tested agents, or by the nature of the antifungal agent. The genera *Mucor* seems to be the most sensitive to thymol and oregano EO followed by *Aspergillus* and *Fusarium*. However, *Penicillium* appears less sensitive with MIC and MFC values slightly higher. In addition, thymol had better effect than oregano EO. These results are in agreement with other workers [21], which showed that oregano EO inhibited the growth rate and spore germination of spoilage fungi such as *A. niger*, *A. ochraceus* and *A. flavus*. In the same way, some investigators have reported that oregano EO has an important antifungal effect against many *Aspergillus* species including *A. flavus* [22], MIC and MFC values obtained by these authors are proximate to ours. These results are also in agreement with other finding that showed an inhibitory effect of eugenol and thymol on the growth of *Penicillium citrinum* as well as the production of citrinin [23]. A recent study have reported that volatile phase of combinations of thyme oil and clove oil showed good potential in the inhibition of growth of *Penicillium* sp. [24]. Other workers have shown the efficacy of five phenolic compounds, namely eugenol, thymol, methyl cinnamate, linalool and 1,8- cineole against some phytopathogenic fungi, these authors have proved that thymol is the most effective on the all studied fungi [25]. Our finding are also in agreement with those, which demonstrated that oregano EO was more effective than the others EOs tested on postharvest fungi such as *A. flavus* and *Penicillium* sp. [26]. They have also described that the main compound in oregano EO, thymol, was found to be among the best oils to fight storage fungi and they suggest therefore that oregano EO can be used as natural alternative to control fungi that produce mycotoxin in maize.

5 CONCLUSION

Essential oils and some of their phenolic compounds, such as oregano and thymol, could be safely applied during the storage of cereals and foodstuffs as a natural alternative to chemical fungicides commonly used. Supplementary investigations on maize grain might be assessed to study the effectiveness of these natural agents to prevent and to stop the developpement of mold on maize grain.

REFERENCES

- [1] J. Lacey, P. Williamson, and P. King, *Airborne micro-organisms associated with domestic waste composting*. Warren Spring Laboratory eds, 1991.
- [2] L. Belyagoubi, "Effet de quelques essences végétales sur la croissance des moisissures de détérioration de céréales", Thèse magistère, Université de Tlemcen, 2006.
- [3] A. Tantaoui-Elaraki, and L. Beraoud, "Inhibition of growth and aflatoxin production in *Aspergillus parasiticus* by essential oils of selected plant materials", *Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology*, vol. 13, no. 1, pp. 67-72, 1994.
- [4] J. M. S. Del Castillo, *Micotoxinas en Alimentos*, Madrid Press, Spain, 2007.
- [5] M. L. Gonzalez Pereyra, V. A. Alonso, R. Sager, M. B. Morlaco, C. E. Magnoli, A. L. Astoreca, C. A. Rosa, S. M. Chiacchiera, A. M. Dalcero and L. R. Cavaglieri, "Fungi and selected mycotoxins from pre- and post-fermented maize silage", *Journal of Applied Microbiology*, vol. 104, no. 4, pp. 1034-1041, 2008.
- [6] D. Prusky, M. Basak and R. Ben Arie, "Development, persistence, survival, and strategies for control of thiabendazol resistant strains of *Penicillium expansum* on pome fruits", *Phytopathology*, vol. 75, no. 8, pp. 877-882, 1985.
- [7] J. L. Roux, *Conserver les aliments : Comparaison des méthodes et des technologies*, Lavoisier Paris, pp. 491-495.

- [8] M. Omidbeygi, M. Barzegar, Z. Hamidi, and H.Naghdibadi, "Antifungal activity of thyme, summer savory and clove essential oils against *Aspergillus flavus* in liquid medium and tomato paste", *Food control*, vol. 18, no. 12, pp. 1518-1523, 2007.
- [9] A. Kumar, R. Shukla, P. Singh, C. S. Prasad, and N. K. Dubey, "Assessment of *Thymus vulgaris* L. essential oil as a safe botanical preservative against post-harvest fungal infestation of food commodities", *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, vol. 9, no. 4, pp. 575-580, 2008.
- [10] C. Chaves-López, A. M. Martín-Sánchez, E. Fuentes-Zaragoza, M. Viuda-Martos, J. Fernández-López, E. Sendra, E. Sayas, and J. Angel Pérez Alvarez, "Role of Oregano (*Origanum vulgare*) essential oil as a surface fungus inhibitor on fermented sausages: evaluation of its effect on microbial and physicochemical characteristics", *Journal of Food Protection*, vol. 75, no. 1, pp. 104-11, 2012.
- [11] International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). *Microorganisms in Foods 5, Characteristics of Microbial Pathogens*. Blackie Academic & Professional, London, 1996.
- [12] H. H. L. Gonzalez, S. L. Resnik, R. T. Boca, and W.F.O. Marasas, "Mycoflora of Argentine corn harvested in the main production area in 1990", *Mycopathologia*, vol. 130, no. 1, pp. 29-36, 1995.
- [13] J. I. Pitt, and A.D. Hocking, *Fungi and food spoilage*, 2nd ed. Academic Press, London, 1997.
- [14] A. Remmal, T. Bouchikhi, A. Tantaoui-Elaraki, and M. Ettayebi, "Inhibition of antibacterial activity of essential oils by tween 80 and ethanol in liquid medium", *Journal de pharmacie de Belgique*, vol. 48, no. 5, pp. 352-356, 1993.
- [15] K. A. Hammer, C. F. Carson, and T. V. Riley, "Antimicrobial activity of essential oils and other plant extract", *Journal of Applied Microbiology*, vol. 86, no. 6, pp. 985-990, 1999.
- [16] I. Rasooli, and M. R. Abyaneh, "Inhibitory effects of thyme oils on growth and aflatoxin production by *Aspergillus parasiticus*", *Food Control*, vol. 15, no. 6, pp. 479-483, 2004.
- [17] K. H. Ominski, R. R. Marquardt, R. N. Sinha, and D. Abramson, *Ecological aspects of growth and mycotoxin production by storage fungi. In Mycotoxins in grain: compounds other than aflatoxin*, Eds. J. D. Miller, & H. L. Trenholm, St Paul, MN: Eagan Press, pp. 287-312, 1994.
- [18] A. R. Samson, S. E. Hoekstra, and C. J. Frisvad, *Introduction to Food-and Airborne Fungi*, 7th ed. Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht, The Netherlands. 389 p, 2004.
- [19] R.V. Bluma, and M. G. Etcheverry, "Application of essential oils in maize grain: impact on *Aspergillus* section *Flavi* growth parameters and aflatoxin accumulation", *Food Microbiology*, vol. 25, no. 2, pp. 324-34, 2008.
- [20] L. Bouddine, B. Louaste, S. Achahbar, N. Chami, F. Chami, and A. Remmal, "Comparative study of the antifungal activity of some essential oils and their major phenolic components against *Aspergillus niger* using three different methods", *African Journal of Biotechnology*, vol. 11, no. 76, pp. 14083-14087, 2012.
- [21] N. Paster, M. Menashero, U. Ravid, and B. Juven, "Antifungal activity of oregano and thyme essential oils applied as fumigants against fungi attacking stored grain", *Journal of Food Protection*, vol. 58, no. 1, pp. 81-85, 1995.
- [22] T. C. Mitchell, T. L. M. Stamford, E. L. Souza, E. O. Lima, and E. S. Carmo, "*Origanum vulgare* L. essential oil as inhibitor of potentially toxigenic *Aspergilli*", *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, vol. 30, no. 3, pp. 755-760, 2010.
- [23] B. I. Vazquez, C. Fente, C. M. Franco, M. J. Vazquez, and A. Cepeda, "Inhibitory effects of eugenol and thymol on *Penicillium citrinum* strains in culture media and cheese", *International journal of food microbiology*, vol. 67, no. 1-2, pp. 157-163, 2001.
- [24] C. Miroslava, T. Dana and B. Marianna, "Antifungal activity of volatile components generated by essential oils against the genus *Penicillium* isolated from bakery products", *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, vol. 4, no. 1, pp. 01-05, 2015.
- [25] Y. W. A. El-Shiekh, A. Nour El-Din, A. Hanan Mohamed, A. Shaymaa and A. Zahraa Karam EL-Din, "Antifungal activity of some Naturally Occurring Compounds against Economically Important Phytopathogenic Fungi", *Nature and Science*, vol. 10, no. 6, pp. 114-123, 2012.
- [26] B. X. Camiletti, C. M. Asensio, M. d. I. P. G. Pecci, and E. I. Lucini, "Natural Control of Corn Postharvest Fungi *Aspergillus flavus* and *Penicillium* sp. Using Essential Oils from Plants Grown in Argentina", *Journal of Food Science*, vol. 79, no. 12, pp. M2499-M2506, 2014.

Developing Partnership Program between Polytechnic and Industry in the Remote Area: A Strategy to Improve Graduates Quality

Didik Nurhadi¹, MingChang Wu², and Dwi Agus Sudjimat³

¹PhD Student, Graduate School of Technological and Vocational Education,
National Yunlin University of Science and Technology,
Yunlin, Taiwan

²Professor, Graduate School of Technological and Vocational Education,
National Yunlin University of Science and Technology,
Yunlin, Taiwan

³Associate professor, Department of Mechanical Engineering,
State University of Malang,
Malang, Indonesia

Copyright © 2016 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 quality of higher education institutions and students is significantly an impact toward the development of their country. A partnership between an educational institution and industry is a step that is often used by the developed countries in America and Europe. A major success factor in institution-industry partnership is the willingness and ability to collaborate in teaching quality. A unique partnership is implemented in the remote area, Indonesia that is undertaken by Polytechnic, Indonesia through practice teaching in the industry. The basis of this partnership is the lack of the practice facility that owned the educational institution so that the industry provided solutions to use existing industrial facilities to support learning practices for Polytechnic students. A team of Polytechnic partnership should responsible to plan, to implement, and to evaluate through an implementation guideline that approved by industry. Industry requires that polytechnics prepare basic knowledge and competence of their students before they follow activities of teaching and learning in the industry. This paper is to discuss partnership program implementation carried out between polytechnics and industry in the remote area, a model of sustainable partnerships of the teaching program between polytechnics and local industry, and benefits of a partnership program between polytechnics and local industry. These are conducted to create graduates, according to labor market needs. The partnership program is also more optimal if it supported by a good communication between Polytechnic, industry, and government.

KEYWORDS: teaching program, higher education, partnership implementation, program evaluation, sustainable partnership.

1 INTRODUCTION

Currently, the industry support can play a major factor in the overall program success in higher education. It is undertaken through partnerships and collaborations between higher education and industry. Partnering can provide new opportunities for higher education to reconfigure the way instruction gets supports such as funding, teaching and learning, and developing their institution [24]. Meanwhile, collaborative relationships can be both challenging and rewarding for a team of committed partners. These relationships potentially lead to practical solutions, cost savings and process improvements that save time and resources. In addition, such collaborations provide invaluable opportunities for students and faculty to engage in real-world and experiences in the industry [12].

One of the higher educations which has the responsibility to prepare graduates to be ready to work in the industry is polytechnics [13]. This institution is responsible for creating the quality of good graduates' competence and have competed in the labor market in order to support the economic development of the country [14], [15], [16], [17].

In Indonesia, the Polytechnic of Kotabaru is located in the remote area having a problem of learning students' practices on campus. This institution cannot practice teaching for students because the lack of the practice facility owned by the Polytechnic. A partnership with local industry was selected to solve this problem. It is equal with a statement Prigge [1] that stated polytechnic and industry can derive benefits from these partnerships. As local industry partnership is PT. ITP South Kalimantan. Both agree to solve a problem in the Polytechnic through a program of practice teaching in the industry. The industry provided an opportunity toward polytechnic to use existing industrial facilities to support learning practices for students.

Furthermore, polytechnic reforms a team to manage the partnership with industry. This team should responsible planning, implementing, and evaluating with made an implementation guideline that approved by industry and polytechnic. Polytechnics should prepare basic knowledge and competence of their students before they follow activities of teaching and learning in the industry. It is aimed in order to students will have no difficulty in following the practice in the industry.

This paper purposed to describe how the results of implementation partnership Polytechnic in Kotabaru with local industry on the teaching program in the industry, how do sustainability partnership development of the teaching program in the industry based on previous implementation, and what benefits derived from the partnership of the teaching program undertaken between polytechnics and industry. It is carried out to create graduates, according to labor market needs.

2 METHODOLOGY

This study used a quantitative approach to identify about implementation partnership Polytechnic of Kotabaru with local industry on the teaching program in the industry. The populations of this study were polytechnic members from Polytechnic of Kotabaru and managers and department heads from PT. ITP as partner industry. Data collected through three techniques, namely questionnaire, observation, and focused group discussion (FGD). While data analysis of this study used descriptive with mean and percentage that divided the data into several groups. The percentage result was described quantitatively into three qualifications: good, fair, and poor.

3 RESULTS AND DISCUSSIONS

3.1 IMPLEMENTATION PARTNERSHIP OF THE TEACHING PROGRAM BETWEEN POLYTECHNIC OF KOTABARU AND LOCAL INDUSTRY

The data analysis was carried out both in Polytechnic of Kotabaru and local industry showed in Table 1 regarding the qualifications of responses from the partnership implementation in the teaching program between Polytechnic and local industry in the remote area. While the evaluation of the partnership program between both is described as Table 2.

Table 1. Qualification of Responses from the Partnership Implementation of the Teaching Program

Indicator	Response Qualification					
	Polytechnic			Polytechnic		
	Good	Fair	Poor	Good	Fair	Poor
Teaching strategies	33.33	33.33	33.33	30.77	30.77	38.46
Instructors' ability	0.00	0.00	100.00	38.46	46.15	15.38
Students' readiness	0.00	0.00	100.00	7.69	53.85	38.46
Teaching implementation	0.00	50.00	50.00	15.38	61.54	23.08
The role of parents and stakeholders	66.67	0.00	33.33	15.38	30.77	53.85
Average	20.00	16.67	63.33	21.54	44.62	33.85

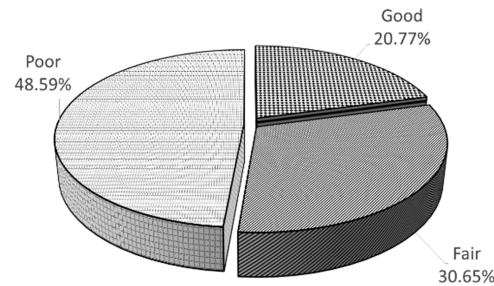


Fig. 1. Qualification of Response from the Partnership Implementation of the Teaching Program

Table 1 showed that the qualifications of polytechnic responses from the partnership implementation of the teaching program were 20% good, 6.67% fair, and 63.33% poor. On the other hand, qualifications of local industry responses from the partnership implementation of the teaching program were 21.54% good, 44.62% fair, and 33.85% poor. While Fig. 1 describe overall of qualification of response from the partnership implementation of the teaching program between the polytechnic and industry that stated 20.77% good, 30.65% fair, and 48.58% poor.

The responses the partnership implementation of the teaching program between Polytechnic of Kotabaru and local industry showed a similarity in all indicators. Generally, most respondents from both sides assumed on the poor level. It was shown by indicators regarding teaching strategy, instructors' ability, students' readiness, teaching implementation, and the role of parents and stakeholders.

The explanation of this data is supported by the results of interviews stating obstacles that arisen in teaching program in industry like program schedule was not fewer clear, several mentors of polytechnics were not ready in terms of material mastery and learning media used in the industry (3) students are less prepared to receive materials in the industry because their basic competences are weak, (4) the learning socialization was not done formally to the parents and other stakeholders, such as foundation, local government, and local labor department.

The FGD result also mentioned that the partnership implementation of teaching program having a complaint for the involved parties because this program was still done partially. The implementation should be done integrated manner and systematically, between polytechnic and industry. Industry manager was willing to help to aim the integrated teaching program with polytechnic. Polytechnic of Kotabaru needs to follow up through improvement on the existing curriculum, increasing mentor ability through internship, training, and further education, preparing of polytechnic students through tight interviews prior to the teaching program, creating of awareness on parents and other parties about their involvement, so they will understand the funding requirements on teaching programs in the industry.

The implementation of teaching program between a polytechnic and local industry needs to be improved. This improvement was aimed to obtain the desired implementation quality that impacted to produce graduates, which could compete in a national labor market. Both sides need to sit together to discuss the implementation of this learning program. Several discussions need to consider of learning strategy, ability of mentors, the readiness of students, teaching implementation, the role of the parents and other stakeholders.

Coe, Aloisi, Higgins, and Major [18] stated that great teaching can be made with defining as that which leads to improved student progress. There are six components for great teaching, i.e. content knowledge, quality of instruction, classroom climate, classroom management, teacher beliefs, and professional behaviors. Teaching program in the industry can use several active learning strategies with the contents covered in the course, motivation and active participation in class and a link between the contents covered in the course and the real in the industry [2].

Regarding mentor skills, Liker and Maier [19] mentioned that they need to have the willingness to learn, adaptability and flexibility, attention and concern, patience, persistence, responsibility, confidence and leadership, and character curiosity. The basic skill and expertise mentor who needed to learn are skill to observe and to analyze a task, effective communication skill, attention to detail, knowledge of a task, and respect to colleagues.

On the other hand, Polytechnic of Kotabaru needs to prepare students, both in their knowledge and attitude. Knowledge preparation was carried out by spoken and written exams. Attitude preparation was carried out by organizing conditioning programs through making rules concerning ethics of discipline and creative and innovative characteristic development.

While the role of parents and other stakeholders needed to be involved at the implementation of teaching program between polytechnic and industry to support its implementation. Polytechnic of Kotabaru would not achieve maximum results from the teaching program in industry if it was not supported by sufficient funding source despite the facilities given by industries. The support from parents, foundation, local government, Education Agency, and Local Labor Agency was needed for the implementation of this partnership program. The support could be in the form of funding, idea, and policy.

Table 2. Qualification of Responses from Evaluation of Partnership Implementation of the Teaching Program

Indicator	Response Qualification					
	Polytechnic			Polytechnic		
	Good	Fair	Poor	Good	Fair	Poor
Teaching guides	0.00	0.00	100.00	0.00	38.46	61.54
Roles and responsibilities	0.00	16.67	83.33	7.69	38.46	53.85
Completeness of data	0.00	33.33	66.67	7.69	46.15	46.15
Empowerment	0.00	33.33	66.67	7.69	46.15	46.15
Commitment	16.67	0.00	83.33	15.38	30.77	53.85
Communication	0.00	0.00	100.00	7.69	30.77	61.54
Teaching packages	0.00	16.67	83.33	7.69	30.77	61.54
Teaching format	0.00	16.67	83.33	0.00	46.15	53.85
Average	2.08	14.58	83.34	6.73	38.46	54.81

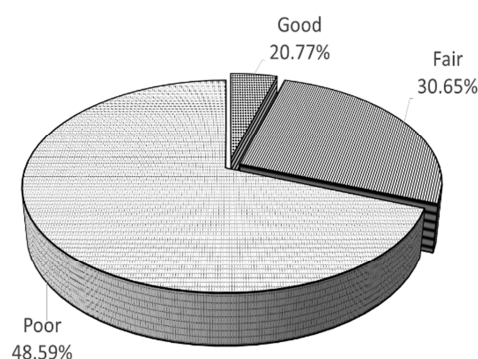


Fig. 2. Qualification of Response on the Evaluation of Partnership Implementation on the Teaching Program

Table 2 showed that the qualifications of polytechnic responses from the partnership evaluation of the teaching program that undertaken were 2.08% good, 14.58% fair, and 83.34% poor. On the other hand, qualifications of local industry responses from the partnership implementation of the teaching program were 2.08% good, 44.62% fair, and 33.85% poor. While Fig. 2 is describe overall of qualification of response from the evaluation of the partnership implementation of the teaching program between the polytechnic and industry that stated 6.73% good, 38.46% fair, and 54.81% poor.

The opinion of respondents from both sides on the evaluation of teaching program implementation between the polytechnic and industry also showed similarity on several indicators. Generally, respondents contend that teaching guides, roles and responsibilities, completeness of data, empowerment, commitment, communication, teaching packages, and teaching format were still poor category. A small part of industry respondents stated that communication and teaching packages were still on poor category.

Meanwhile, the interview result showed that the evaluation of teaching program implementation has not been done by polytechnic and industry. The evaluation has failed to do because they still did not have evaluation manuals, and unclear responsibility division. The partnership team needs to be formed by both sides. They think if the teaching program was not evaluated, industry instructor would be very bored without relevant changes to industrial development. There needs to synchronize perception and to improve the quality of teaching program implementation according to the desired competence standard between industry and polytechnic.

Evaluation results of teaching program implementation have already meet linearity and normality aspects, thus it only needs to follow up. The continuation of program evaluation needs periodically, so a more specific evaluation result on each indicator can be obtained. The valuation conducted by both sides to formulate evaluation on the program implementation in order to define the guidelines on the mechanic system of the program evaluation clearly and documentation carried out better.

The conclusion of the evaluation on teaching program between polytechnic and industry is that the program still needs to do improved. It is done to obtain a better and relevant teaching implementation evaluation form. The evaluation data from both sides showed similarities on perceptions, so both sides need to discuss the evaluation of this partnership teaching program implementation. Several things that need to be followed up are the teaching guide, job and authority division, data completion, empowerment, commitment, communication, teaching packages, and teaching format.

The evaluation of teaching related to four domains of teaching responsibility: planning and preparation, classroom environment, instruction, and professional responsibilities [20]. Headden [21] stated that existing nine good teaching, namely lead well-organized, objective-driven lessons, explain content clearly, engage students at all learning levels in rigorous work, provide students with multiple ways to engage with content, check for student understanding, respond to student misunderstandings, develop higher-level understanding through effective questioning, maximize instructional time, build a supportive, and learning-focused classroom community. These are owned by qualified teachers, and teacher quality will have positively impact toward teaching effectiveness for students [3].

On teaching and learning, four dimensions of teaching practice that should be attentive are institutional climate and systems, diversity, assessment engagement, and learning community [4]. While twelve potential sources of evidence to measure teaching effectiveness are student ratings, peer ratings, self-evaluation, videos, student interviews, alumni ratings, employer ratings, administrator ratings, teaching scholarship, teaching awards, learning outcome measures, and teaching portfolios [5]. Meanwhile, the evaluation can use PDCA (Plan-Do-Check-Action) framework as a tool for continuous improvement in the teaching program in the industry [6].

3.2 MODEL OF SUSTAINABLE PARTNERSHIPS OF THE TEACHING PROGRAM BETWEEN POLYTECHNIC AND LOCAL INDUSTRY

Partnerships can impact enhancement of teaching and learning, develop new funding streams, and rethink the role of the polytechnic development [22]. In order to have a better understanding of the partnership in the teaching program in the industry, and the polytechnic need to develop a model sustainable partnership of the teaching program between the polytechnic and local industry that impacted on the quantity and quality of knowledge, skills, and attitudes for students and polytechnic members [23]. A framework of sustainable partnerships on the teaching program between polytechnic and industry made based on the implementation framework previously illustrated such as Fig. 3.

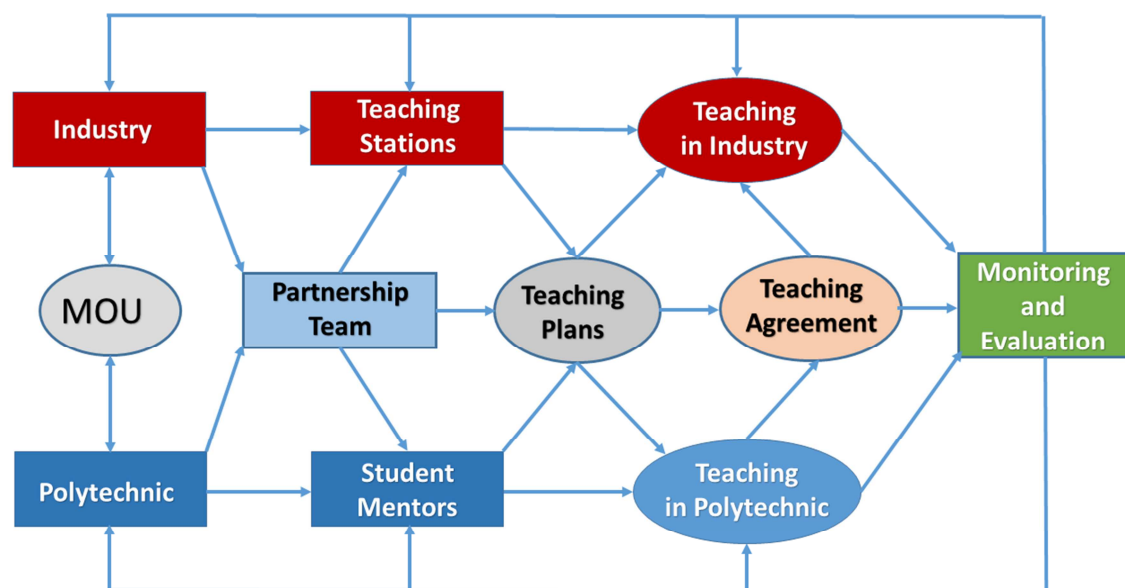


Fig. 3. A Framework of Sustainable Partnerships on Teaching Program between the Polytechnic and Industry

Fig. 3 showed that the partnership management of teaching program is based on a memorandum of understanding (MOU) that made by polytechnic and industry. Then, the two sides agreed to create a partnership team in charge of preparing the learning program. They will follow up through coordination by teaching stations in industry and student mentors and consulted to make a teaching plan. This plan will set implementation of teaching until a plan model agreed by both sides. It regulates the role of teaching that should be done by the Polytechnic before teaching in the industry. All of teaching material should be prepared by partnership team. The result of program implementation is always evaluated and monitored to ensure the next teaching becoming better that impact for improving the management and sustainability of students, the polytechnic and industry [7].

3.3 BENEFITS OF PARTNERSHIPS PROGRAM BETWEEN POLYTECHNIC AND LOCAL INDUSTRY

The partnership program is undertaking a range of activities in their interaction between the polytechnic and industry. Through this various model of partnership, the polytechnic has the opportunity to build a good relationship with industry that is mutual benefit [25]. For polytechnic, these partnerships will give support for the educational, research, service's missions, broaden the experience of students and faculty, identify significant, interesting, and relevant problems, and increase employment opportunities for students. For industry, such as partnerships provide access for their expertise, improve access to students as potential employees, expand precompetitive research, and leverage internal research capabilities in their industry [11].

Kock, Auspitz, and King [8] also explained that partnership gives benefits for students and industry partners. Benefits for students like putting concepts and theories learned in class in practice, which adds a new and valuable "real world" dimension to the learning process, experiencing first-hand professional issues in their chosen fields, and establishing company contacts who may lead to future employment. While, benefits for industry partners like hiring selected students with top potential, and whose behavior and values match the firm's internal culture, customer orientation and mission, creating the appropriate climate for change due to the infusion of new ideas, and absorbing new concepts and ideas that may be used to boost competitiveness.

The partnership has been of great benefit to the involved parties [9]. The partnership has enabled polytechnic and industry to not only reach the community, but also transform the lives of members in the same community. Therefore, both the polytechnic and industry should seek to enhance graduate skills and ensure a smooth and effective transition between the polytechnic and the industrial environments through collaborations such as joint teaching programs. Through such ventures, students have opportunities to acquire hands own experiences and skills that will come in handy when they finally join the job market. Moreover, the model of partnership management of collaborative relationships must clear and detail to give benefits for both sides [10].

4 CONCLUSIONS

On the one hand, the partnership program that is conducted through the teaching program has provided experiences to students on a theory learned in the polytechnic and application of the theory in the industry. This shows that the material being studied at the polytechnic as required for the industry. Their experience in the industry also gives you the confidence to further the spirit of learning to better prepare the knowledge, skills, and behavior in accordance with standardized the industry.

On the other hand, the implementation of the teaching program in the industry has not been as expected by the industry. It is caused by several indicators both in the process of implementation and program evaluation. Development of a sustainable partnership model in teaching programs between polytechnics and industry is needed to ensure that the preparation and communication have been carried out by both clearly and in detail. This will reduce the problems that will occur and provide benefits in accordance with the planned between both.

Polytechnic needs to prepare human resources related to always follow the development of the existing competence on the industry through training programs and further education. The curriculum and syllabus polytechnics also need to be constantly adjusted to the competencies' needs that exist in the industry so that the basic competencies that are taught always in tune with the basic competencies that exist in the industry. The expectation that link and match between higher education and industry can be realized sustainable manner.

REFERENCES

- [1] G. W. Prigge, "University-Industry Partnerships: What do They Mean to Universities? A Review of the Literature," *Industry and Higher Education*, vol. 19, no. 3, pp. 221–29, 2005.
- [2] P. C. Oliveira and C. G. Oliveira, "Integrator Element as a Promoter of Active Learning in Engineering Teaching," *European Journal of Engineering Education*, vol. 39, iss. 2, pp. 201–211, 2014.
- [3] R. Lin, J. Xie, Y. C. Jeng, and S. Huang, "The Relationship between Teacher Quality and Teaching Effectiveness Perceived by Students from Industrial Vocational High Schools," *Asian Journal of Arts and Sciences*, vol. 1, no. 2, pp. 167–187, 2010.
- [4] D. Chalmers, "Teaching and Learning Quality Indicators in Australian Universities," *OECD's Higher Education Management and Policy Journal*, pp. 1–18, 2008.
- [5] R. A. Berk, "Survey of 12 Strategies to Measure Teaching Effectiveness," *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, vol. 17, no. 1, pp. 48–62, 2005.
- [6] M. Sokovic, D. Pavletic, and K. K. Pipan, "Quality Improvement Methodologies: PDCA Cycle, RADAR Matrix, DMAIC and DFSS," *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, vol. 43, iss. 1, pp. 476–483, 2010.
- [7] J. Fleming and C. Hickey, "Exploring cooperative education partnerships: A case study in sport tertiary education," *Asia-Pacific Journal of Cooperative Education*, vol. 14, iss. 3, pp. 209–221, 2013.
- [8] N. Kock, C. Auspitz, and B. King, "Using the Web to Enable Industry-University Collaboration: An Action Research Study of a Course Partnership," *Informing Science*, vol. 3, no. 3, pp. 157–166, 2000.
- [9] D. W. Tumuti, P. M. Wanderi, and C. Lang'at -Thoruwa, "Benefits of University-Industry Partnerships: The Case of Kenyatta University and Equity Bank," *International Journal of Business and Social Science*, vol. 4, no. 7, pp. 26–33, 2013.
- [10] M. Perkmann and K. Walsh, "University–Industry Relationships and Open Innovation: Towards a Research Agenda," *International Journal of Management Reviews*, vol. 9, iss. 4, pp. 259–280, 2007.
- [11] G. W. Prigge and R. J. Torraco, "University-Industry Partnerships: A Study of How Top American Research Universities Establish and Maintain Successful Partnerships," *Journal of Higher Education Outreach and Engagement*, vol. 11, no. 2, pp. 89–100, 2006.
- [12] R. L. Scott, E. K. Schmidt, Y. Zhao, and K. Homan, *Establishing and Managing Business-University Research Partnerships*. Proceedings of the 2015 Conference for Industry and Education Collaboration, 2015.
- [13] P. Böckerman, U. Härmäläinen, and R. Uusitalo, *Labour Market Effects of the Polytechnic Education Reform: The Finnish Experience*, Institute for the Study of Labor, 2009.
- [14] J. Middleton, A. Zideman, and A. A. Adams, *Skills for Productivity: Vocational Education and Training in Developing Countries*. Oxford University Press, 1993.
- [15] CISCO, *Vocational Education and Training Programs (VET): An Asian perspective*. CISCO System, Inc., 2011.
- [16] D. Chen, *Vocational Schooling, Labor Market Outcomes, and College Entry*. World Bank, 2009.
- [17] UNEVOC and BIBB, *Attractiveness of Vocational Education and Training: Permeability, Successful School-to-Work Transitions and International Mobility*. UNEVOC and BIBB, 2014.
- [18] R. Coe, C. Aloisi, S. Higgins, and L. E. Major, *What Makes Great Teaching? Review of the Underpinning Research*. The Sutton Trust, 2014.
- [19] J.K. Liker and D.P. Meier, *Toyota Talent Mengembangkan SDM Anda Ala Toyota [The Toyota Talent Develop your HR with Version Toyota]*. Erlangga, 2008.
- [20] C. Danielson, *Framework for Teaching*. Kentucky Department of Education, 2014.
- [21] S. Headden, *Inside IMPACT: D.C.'s Model Teacher Evaluation System*. Education Sector, 2011.
- [22] Science|Business Innovati on Board AISBL, *Making Industry-University Partnerships Work Lessons from Successful Collaborations*. Science|Business Innovati on Board AISBL, 2012.
- [23] J. Poyago-Theotoky, J. Beath, and D. S. Siegel, *Universities and Fundamental Research: Reflections on the Growth of University-Industry Partnerships*. University of ST. Andrews, 2002.
- [24] Rickard, Wendy, *Come Together: Campuses Find the Road to Success Lined with Partnerships and Collaborations*, 2003. [Online] Available: <http://www.educause.edu/eli/publications?page=28> (May 1, 2016)
- [25] Chou, S. K., *Development of University - Industry Partnerships for the Promotion of Innovation and Transfer of Technology: Singapore*, 2016. [Online] Available: http://www.wipo.int/export/sites/www/uipc/en/partnership/pdf/ui_partnership_sg.pdf (May 1, 2016)

Profil épidémiologique des traumatismes crâniens chez l'enfant, ayant entraîné une hospitalisation

[Epidemiological profile of head trauma in children resulted in hospitalization]

Houda OUBEJJA¹⁻²⁻³, Laila Lahlou²⁻⁴, Mounir Erraji¹⁻², Fouad Ettayebi¹⁻², Rachid Razine²⁻⁴, and Abdelmajid Soulaymani³

¹Service des urgences chirurgicales pédiatriques, Hôpital d'enfants de Rabat, Morocco

²Faculté de médecine et de pharmacie de Rabat, Université Mohammed V, Morocco

³Laboratoire de Génétique et Biométrie, Faculté des Sciences de Kenitra, Université Ibn Tofail, Morocco

⁴Département de Médecine Sociale, Epidémiologie & Santé Publique, Morocco

Copyright © 2016 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: *Purpose:* This study aimed to determine the epidemiological profile of patients with head trauma (HT) resulted in hospitalization in the pediatric surgical emergencies department of Children's hospital, Rabat. *Material and methods:* a retrospective study was conducted between January 1st and December 31st 2014. Variables included were age, gender, causes, date of accident, associated lesions, CT results and evolution. *Results:* There were 68% boys of 683 patients with the median age of 5 years [1,5-9]. There was a high frequency of head injuries during weekends and summers. Falls, especially from variable height were the main mechanism of head injury in 53.6% of cases, followed by traffic crash (40.6%). The HT were isolated in 67% of cases. All patients underwent a CT scan that was normal in 61% of cases, and highlighted the predominance of skull fractures (17.9%), followed by extradural haematoma (16.4%). The evolution was favorable in 64.7% of cases. *Conclusion:* head trauma is very frequent in our daily practice and can cause death or disability. It is most often due to falls and justifies CT to detect intracerebral lesions. Improved pre-hospital and hospital care, and eventually a prospective studies on brain injury management in children are needed to develop treatment strategies that optimize outcomes.

KEYWORDS: Head injury, children, epidemiology, CT scanner, evolution, Morocco.

RÉSUMÉ: *But :* Notre étude a pour objectif de déterminer le profil épidémiologique des patients victimes de traumatisme crânien (TC), hospitalisés dans le service des urgences chirurgicales pédiatriques de l'hôpital d'enfants de Rabat. *Matériel et méthodes :* une étude rétrospective était conduite du 1er Janvier au 31 Décembre 2014. Les variables étudiées étaient l'âge, le sexe, la date de l'accident, les circonstances, le caractère isolé ou associé du traumatisme crânien, les résultats du scanner cérébral et l'évolution. *Résultats:* Les garçons représentaient 68% des 683 patients inclus, et la médiane d'âge était de 5 ans [1,5- 9]. Les traumatismes crâniens étaient plus fréquents durant la fin de semaine et l'été. Les chutes surtout d'une hauteur variable constituent le mécanisme principal de survenu des TC avec 53,6% des cas, suivi par les accidents de circulation (40,6%). Soixante sept pour cent des TC étaient isolés. Tous les patients ont bénéficié d'une TDM qui a objectivé une prédominance des fractures (17,9%), suivi des HED (16,4). L'évolution était favorable dans 64,7% des cas. *Conclusion :* les traumatismes crâniens sont fréquents en pratique courante et peuvent conduire au décès ou une morbidité. Ils sont le plus souvent causés par des chutes et justifient la réalisation de tomodensitométrie pour détecter les lésions intracérébrales. L'amélioration de la prise en charge pré-hospitalière et hospitalière ainsi que des études prospectives bien conduites sont nécessaires pour améliorer le pronostic

MOTS-CLEFS: traumatisme crânien, enfant, épidémiologie, tomodensitométrie, évolution, Maroc.

1 INTRODUCTION

Le traumatisme crânien (TC) est défini comme une agression mécanique directe ou indirecte au cerveau qui peut entraîner une diminution immédiate ou ultérieure ou une altération des états de conscience allant de la simple obnubilation jusqu'au coma. C'est le traumatisme le plus fréquent chez l'enfant constituant la première cause de mortalité chez les plus d'un an dans les pays développés et constitue un problème de santé publique dans de nombreux pays [1-3]. Une sous-évaluation initiale conduit à des erreurs thérapeutiques à l'origine d'une part importante de décès post-traumatiques précoces que l'on peut considérer comme évitable, à l'inverse, surévalués, les traumatismes crâniens représentent une source majeure d'hospitalisation abusive. Le but de notre travail est de préciser les caractéristiques épidémiologiques des traumatismes crâniens hospitalisés au service des urgences chirurgicales pédiatriques de l'hôpital d'enfants de Rabat colligés durant l'année 2014.

2 PATIENTS ET MÉTHODES

Il s'agit d'une étude descriptive rétrospective faite au service des urgences chirurgicales pédiatriques de l'hôpital d'enfant de Rabat, réalisée de Janvier à Décembre 2014. Ont été inclus tous les patients âgés de moins de 16 ans, présentant un traumatisme crânien isolé ou rentrant dans le cadre d'un traumatisme bipolaire, ayant bénéficié d'une tomodensitométrie (TDM) cérébrale et hospitalisés pour au moins 24 heures. Les enfants âgés de moins de 2 ans, ou ayant présenté des vomissements ou des troubles neurologiques et/ou un score de Glasgow (GCS) inférieur ou égal à 14 avaient bénéficié d'une TDM cérébrale à 6 heures du traumatisme. Les variables étudiées étaient l'âge, le sexe, la répartition en tranches d'âge (0-2 ans, 2-6 ans, 6-12 ans et supérieur à 12 ans), la répartition dans la semaine, la répartition en fonction des saisons, les circonstances de survenue (Accident de la voie publique, réception d'objet sur la tête et chute), la notion de traumatisme crânien isolé ou associé, les données de la TDM et enfin l'évolution (Simple, complications, décès ou fugue et sortie contre avis médical). Les données ont été récoltées à partir des registres de consultations, des fiches journalières d'hospitalisation, et des dossiers de patients. Elles ont été saisies sur Excel 2007 et analysées par SPSS (Statistical Package for Social Science). Les variables quantitatives étaient exprimées en médiane et quartiles et les variables qualitatives en nombres et pourcentages. Les variables qualitatives étaient comparées entre elles par le test de Khi2 ou le test exact de Fisher. Le seuil de significativité étant fixé à 0,05.

3 RÉSULTATS

Le service des urgences chirurgicales pédiatriques de l'hôpital d'enfants de Rabat (UCP) a réalisé durant l'année 2014, 29000 consultations toute pathologie confondue avec 2102 hospitalisations (7,25%). Les traumatismes crâniens hospitalisés étaient au nombre de 683, ce qui représentait 32,5% des hospitalisations. La médiane d'âge était de 5 ans [1,5-9]. Deux cent vingt patients étaient des nourrissons (34,3%) (Figure 1). Il existait une prédominance masculine avec 461 garçons (68%). La répartition selon les jours de la semaine ne montrait pas de particularité, par contre, ces traumatismes prédominaient durant l'été avec 216 cas, ce qui correspondait à 31,3% (Figure 2).

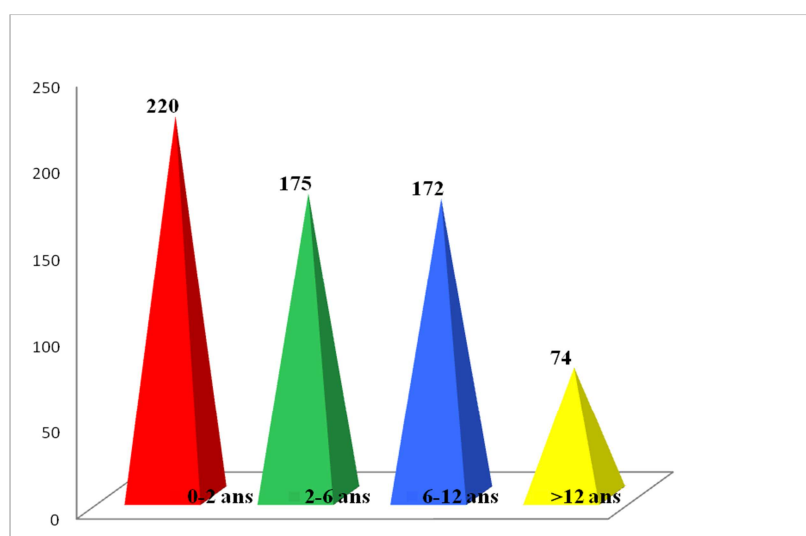


Fig. 1. Répartition selon l'âge des traumatisés crâniens, hospitalisés au service des urgences chirurgicales pédiatriques, 2014

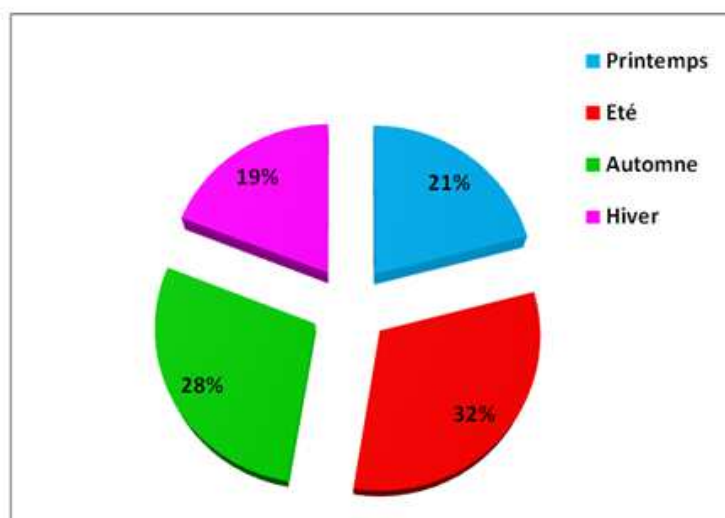


Figure 2: Répartition selon la saison des traumatisés crâniens hospitalisés au service des urgences chirurgicales pédiatriques, 2014.

Pour les circonstances de survenue, nous avons constaté une prédominance des chutes dans 249 cas, suivies par les accidents de la voie publique dans 188 cas (Respectivement 36% et 28%) (Figure 3). Par ailleurs, ces circonstances étaient différentes en fonction de l'âge, les chutes venaient en première position chez les nourrissons alors que les accidents de la voie publique étaient prédominants chez les enfants âgés de plus de 6 ans (Figure 7). Ces traumatismes crâniens étaient isolés chez 457 patients (67%).

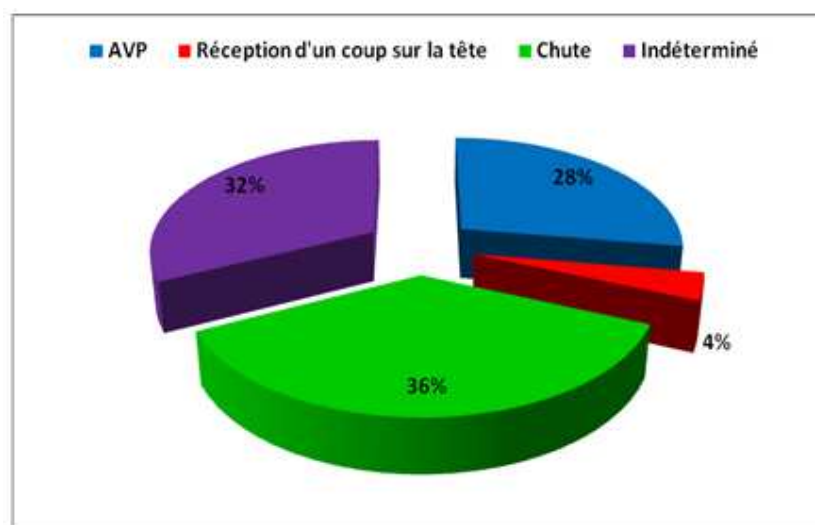


Figure 3: Répartition selon les circonstances des traumatismes crâniens, hospitalisés au service des urgences chirurgicales pédiatriques, 2014.

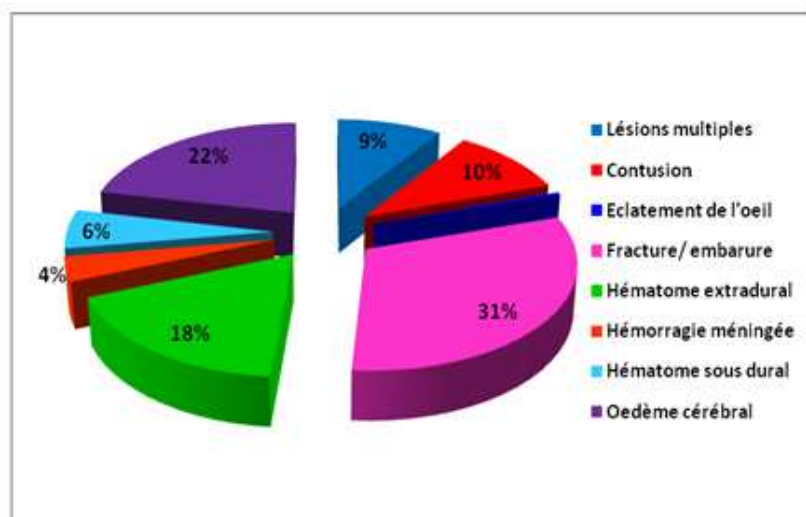


Figure 4: Résultats du scanner cérébral des patients traumatisés crâniens hospitalisés au service des urgences chirurgicales pédiatriques, 2014.

Le scanner cérébral était réalisé chez tous les patients et était normal dans 416 cas (61%). Les lésions retrouvées étaient variées (figure 4) avec prédominance des 84 fractures (31%), 58 œdèmes cérébraux (22%).

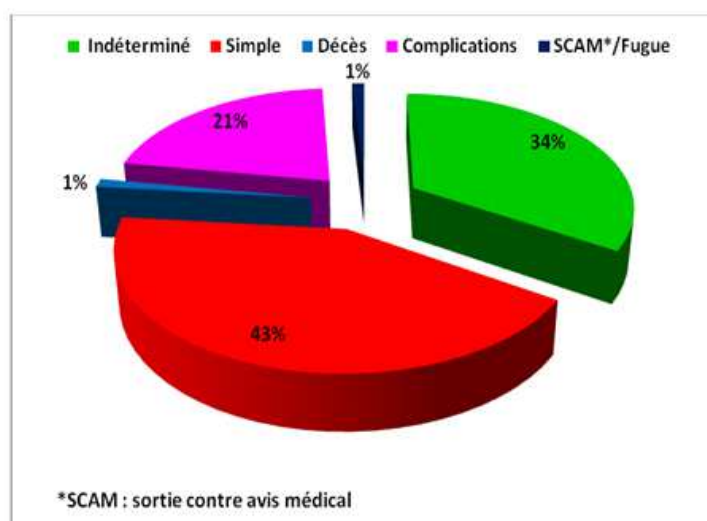


Figure 5: Répartition selon l'évolution des traumatismes crâniens hospitalisés au service des urgences chirurgicales pédiatriques, 2014

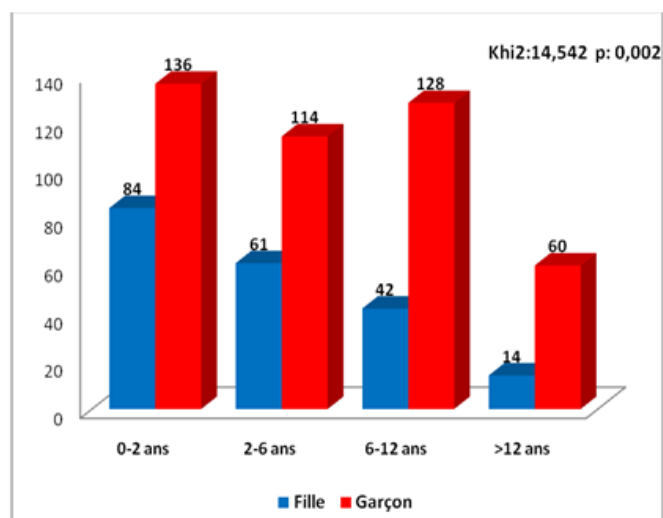


Figure 6: Répartition en fonction du sexe des traumatismes crâniens hospitalisés au service des urgences chirurgicales pédiatriques, 2014.

L'évolution était favorable chez 291 patients, alors qu'elle était émaillée de complications dans 145 cas (Respectivement 43% et 21%). Le décès était survenu chez 8 patients (1,2%). (Figure 5). Il existe une répartition différente des patients en fonction du sexe et cette différence était statistiquement significative (Figure 6). Le tableau 1 résume la comparaison :

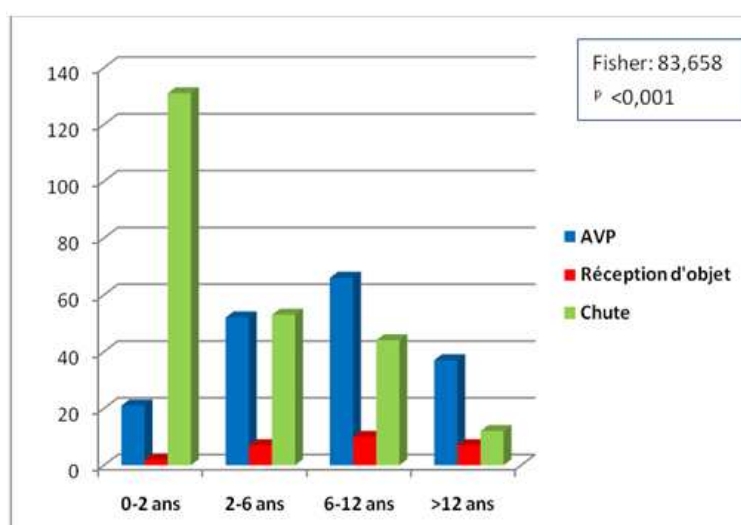


Figure 6: Répartition en fonction des tranches d'âge des traumatismes crâniens hospitalisés au service des urgences chirurgicales pédiatriques, 2014

Tableau 1 : Comparaison en fonction du sexe des différentes caractéristiques des enfants hospitalisés pour traumatisme crânien, hôpital d'enfants de Rabat 2014

Caractéristiques	Féminin		Masculin		P
	n	%	n	%	
Tranche d'âge					0,003
0-2 ans	84	41,80	136	30,90	
2-6 ans	60	29,90	115	26,10	
6-12 ans	43	21,40	129	29,30	
Au delà de 12 ans	14	7,00	60	13,60	
Saisons					<0,001
Hiver	79	36,1	46	9,9	
Printemps	140	45,9	3	0,6	
Eté	0	0	210	46,6	
Automne	0	0	199	42,9	
Type du traumatisme					0,636
TC isolé	149	68,3	306	66,5	
T Bipolaire	69	31,7	154	33,5	
Circonstances					0,741
Chute	81	59,8	166	52,2	
AVP*	56	38,9	133	41,8	
A reçu un coup sur la tête	7	4,9	19	6,0	
Mécanismes des chutes					0,292
Chute d'une hauteur	68	86,1	133	81,6	
Chute des escaliers	10	12,7%	21	12,9%	
Chute des bras d'un tiers	1	1,3	9	5,5	
Evolution					0,278
Bonne	75	61,5	186	66,2	
Complication	47	38,5	95	33,8	

*Accident de la voie publique

4 DISCUSSION

Le traumatisme crânien est une cause fréquente de consultation en urgences chez l'enfant avec des taux annuels variant de 130 à 200 cas sur 100000 habitants, avec au moins 20000 visites par année au département des urgences des hôpitaux pédiatriques canadiens [4]. Aux Etats-Unis, il est responsable de plus de 470000 visites au département des urgences et 35000 hospitalisations par année [1,5-7]. En France, l'incidence était de 294 pour 100 000 enfants de moins de 15 ans, elle était maximale (350 pour 100 000) chez l'enfant de moins de 1 an [8]. Dans notre étude, nous avons recensé 683 traumatismes crâniens ayant nécessité une hospitalisation. La plus grande incidence de traumatisme crânien a été notée en été [9,10], et ceci peut être attribué au fait que pendant cette saison les conditions environnementales incontrôlables peuvent contribuer à des conditions de jeu dangereuses, d'où la grande fréquence des traumatismes crâniens. Dans notre étude, nous avons une prédilection des traumatismes pour l'été (31,3%). Une prédominance masculine était systématiquement retrouvée quel que soit la tranche d'âge, avec un pourcentage variant entre 59% à 73,5% [9, 11-14], ce qui concordait avec notre étude (67,8% de garçons). Les traumatismes crâniens survenaient quelque soit la tranche d'âge et sont en fait variables en fonction des séries (Tableau 2).

Tableau 2 : Comparaison des tranches d'âge dans différentes séries

Etude	Tranche d'âge
L. Duverdier [15]	2 à 3 ans
L. Vannier [16]	3 à 7 ans
Y. Michael [17]	2 à 8 ans
C. Hawley [18]	Inférieur à 5ans
Notre série (Médiane)	5 ans [1,5 à 9]

Les étiologies diffèrent en fonction de l'âge; en effet les nourrissons sont plus victimes de chutes [14, 19, 20], mais l'éventualité d'un sévère ne peut être écartée [21-26]. Ces chutes peuvent survenir de hauteur variable (meuble de la maison, objet de puériculture, jouet, défenestration) [27-29]. Chez l'enfant plus grand, les principales étiologies des traumatismes graves sont les chutes d'un lieu élevé [14, 19] et les accidents de la voie publique (dans l'ordre: piéton, cycliste, passager de voiture) [12, 30, 31]. Dans notre série, les chutes représentaient le mécanisme prédominant dans 52,5% des cas, elles étaient survenues d'une hauteur variable dans 202 cas (83%), des escaliers sans précision du nombre de marches chez 31 patients (13%) et des bras d'une tierce personne chez 10 patients (4%). Les lésions retrouvées au cours d'un traumatisme crânien sont très variables [12-14, 23]. En effet, selon *Bahloul* [12], la tomodensitométrie cérébrale était normale dans 9,9% des cas, alors que les hémorragies méningées et les fractures du crâne viennent en tête (respectivement 46% et 43%), suivies des contusions (39,6%) et œdèmes cérébraux (38,3%). Ces résultats différaient de ceux de *Kocyigit* [13] qui ne retrouva dans sa série de 806 patients que 82 hématomes du cuir chevelu (10,2%), 69 fractures de crâne (8,5%) et 14 contusions cérébrales (1,7%). Dans notre étude, le scanner cérébral était normal dans 61% des cas, et présentait 84 fractures, 58 œdèmes cérébraux et 47 hématomes extraduraux. Ces différences peuvent être expliquées par les critères d'inclusions des patients, ainsi, avons nous retenu tous les patients présentant un ou plusieurs signes justifiant un scanner cérébral, à savoir des vomissements (5 épisodes), somnolence, perte de connaissance initiale même brève, un âge inférieur à 2 ans, un score de Glasgow (GSS) ≤ 14 ou un examen neurologique anormal. La série de *Bahloul* [12] comprend des traumatismes crâniens graves et celle de *Kocyigit* [13] correspondait à des traumatismes bénins. Les traumatismes crâniens peuvent être isolés ou associés à d'autres lésions, notamment faciales, thoraciques, abdomino-pelviennes ou au niveau des membres [12, 24, 31, 32]. Cette association à d'autres lésions peut remettre le traumatisme crânien au second plan, justifiant ainsi un examen clinique complet. Dans notre série, les traumatismes crâniens étaient associés dans 33% des cas. L'évolution des traumatismes crâniens dépend de plusieurs facteurs, cependant multiples études rapportent des taux élevés de morbi-mortalité [12, 14, 27]. Dans notre étude, 43% des patients avaient bien évolué, contre 21% qui avaient présenté des complications, cependant, nous n'avions aucune idée sur le devenir de 34% des patients, et ceci peut être expliqué par le fait que les patients hospitalisés dans le service de réanimation ne revenaient pas au service à leur sortie.

Les limitations de cette étude résident dans le fait qu'elle ne renseigne pas sur tous les traumatismes crâniens de l'enfant qui n'ont pas été hospitalisés et qui sont de loin les plus fréquents. Le second point est qu'il s'agit d'une étude rétrospective qui souffre du manque d'informations complètes dans certains dossiers.

5 CONCLUSION

Les traumatismes crâniens sont très fréquents chez l'enfant pouvant conduire à des lésions graves, et ceci est dû aux particularités anatomiques et physiologiques chez cette tranche d'âge, ce qui les différencie de ceux de l'adulte. Les chutes et les accidents de la voie publique sont les causes les plus fréquentes, responsables de différentes lésions sur le scanner cérébral. L'amélioration des conditions de ramassage et de transport, une prise en charge hospitalière bien codifiée et une action préventive (primaire, secondaire ou tertiaire) permettraient d'améliorer le pronostic.

6 CONFLITS D'INTÉRÊT

Aucun

REFERENCES

- [1] Lorton F, Levieux K, Hamel O, Jehle E, Gras-Leguen C, et le groupe francophone de réanimation et urgences pédiatriques. New recommendations for the management of children after minor head trauma. *Arch Pediatr*. 2014; 21(7):790-6.
- [2] R.R. Elliot, Y. Sola Gutierrez, R. Harrison, R. Richards, B. Cannon, F. Witham. Cautious observation or blanket scanning? An investigation into paediatric attendances to an emergency department after head injury. *Injury, Int. J. Care Injured* 42 (2011) 896–899.
- [3] G. Patteau, C. Desmoulins, G. Chéron. Traumatisme crânien chez l'enfant EMC-Médecine d'urgence 1; Volume 9 > n°3 > septembre 2014.
[http://dx.doi.org/10.1016/S1959-5182\(14\)61665-2](http://dx.doi.org/10.1016/S1959-5182(14)61665-2)
- [4] Mehta S. Neuroimaging for paediatric minor head injuries. *Paediatr Child Health* 2007;12 (6):482-4.

- [5] Peter S. Dayan, James F. Holmes, Shireen Atabaki, John Hoyle Jr, Michael G. Tunik, Richard Lichenstein, Michelle Miskin,; Nathan Kuppermann; for the Traumatic Brain Injury Study Group of the Pediatric Emergency Care Applied Research Network (PECARN). Association of Traumatic Brain Injuries With Vomiting in Children With Blunt Head Trauma. *Annals of Emergency Medicine*. Volume 63, n°. 6 : June 2014.
- [6] Faul M, Xu L, Wald MM, Coronado VG. Traumatic brain injury in the United States: emergency department visits, hospitalizations and deaths 2002-2006. US Department of health and Human Services. Center for Disease control and prevention. 2010.
- [7] Kuppermann N, Holmes JF, Dayan PS, Hoyle Jr JD, Atabaki SM, Holubkov R, et al. Identification of children at very low risk of clinically-important brain injuries after head trauma: a prospective cohort study. *Lancet* 2009;374:1160–70.
- [8] Masson F, Salmi LR, Maurette P, et al. Characteristics of head trauma in children: epidemiology and a 5-year follow-up. *Arch Pediatr* 1996;3:651–60.
- [9] Maria Giannotti a, Ban Al-Sahab a, Steve McFaull b, Hala Tamim. Epidemiology of acute head injuries in Canadian children and youth soccer players. *Int. J. Care Injured* 41. 2010; 907–912 .
- [10] Hawkins RD, Hulse MA, Wilkinson C, et al. The association football medical research programme: an audit of injuries in professional football. *Br J Sports Med* 2001;35:43–7.
- [11] Tazaroute K, Macaine C, Didane H, et AL. Traumatisme crânien non grave. Article disponible en ligne sur www.em-consulte.com : 25-200-C-10.
- [12] Mabrouk Bahloul, Chokri Ben Hamida, Hedi Chelly, Adel Chaari, Hatem Kallel, Hassen Dammak et al. Severe head injury among children: Prognostic factors and outcome. *Int. J. Care Injured* 40. 2009 ; 535–540.
- [13] Ali Kocyigit, Mustafa Serinken, Zumrut Ceven, Atakan Yilmaz, Furkan Kaya, et al. A strategy to optimize CT use in children with mild blunt head trauma utilizing clinical risk stratification; Could we improve CT use in children with mild head injury? *Clinical Imaging* 38. 2014 ; 236–240.
- [14] Chih-Fen Hu, Hueng-Chuen Fan, Cheng-Fu Chang, Shyi-Jou Chen. Current Approaches to the Treatment of Head Injury in Children. *Pediatrics and Neonatology* (2013) 54, 73e81
- [15] Laurent Duverdiér. Prise en charge ambulatoire des traumatismes crâniens bénins de l'enfant par SOS Médecins Bordeaux. Une enquête d'évaluation des pratiques professionnelles sur 11 mois d'activité. Thèse de médecine de l'université VICTOR SEGALEN BORDEAUX 2. 2007.
- [16] Laurent Vannier A, Brugel DG, & Delang C. Prise en charge après la phase aiguë de l'atteinte neurologique, Neuropsychologique et neurocomportementale de l'enfant traumatisé crânien grave. *Réan. Soins intens. Med. Urg.* 1995; 11 (4) :248-52.
- [17] Michael Y, Wang MD, J Cardon MC. A prospective population-based study of paediatric trauma patient with mild alteration in consciousness. *Neurosurg. Psych.* May 2000 ; 46 (5) : 1099-100.
- [18] Carol Hawley, James Wilson, Craig Hickson, Sara Mills, Samila Ekeocha, Magdy Sakr. Epidemiology of paediatric minor head injury: Comparison of injury characteristics with Indices of Multiple Deprivation. *Injury; Int. J. Care Injured* 44 (2013) 1855–1861.
- [19] B. Llanas, L. Pedespan, P. Pillet, J.-F. Chateil. Traumatismes crâniens bénins chez l'enfant pris en charge aux urgences pédiatriques. Congrès de Lille Mai 2000.
- [20] E. Javouhey, AC. Guérin, M. Chiron et al. L'enfant lésé cérébral. *Archives de péd.* 13. 2006; 528–33 <http://france.elsevier.com/direct/ARCPED/>.
- [21] Claudia Díaz-Olavarrieta, Corina A. García-Piña, Arturo Loredó-Abdala, Francisco Paz, Sandra G. García, Astrid Schilmann. Abusive head trauma at a tertiary care children's hospital in Mexico City. A preliminary study. *Child Abuse & Neglect* 35 (2011) 915–923
- [22] Neil stoodley. Radiology in non-accidental head injury. *PaeDiatrics and cHild Health* 19:2
- [23] Mary E. Case. Abusive head injuries in infants and young children. *Legal Medicine* 9 (2007) 83–87
- [24] Nahara R.L. Lopes, Evelyn Eisenstein, Lúcia C.A. Williams. Abusive head trauma in children: a literature review. *J Pediatr (Rio J)*. 2013;89(5):426-433
- [25] Susan Bennett, MB, ChB, FRCP, Danielle Grenier, MD, Andrea Medaglia, BA. The Canadian Paediatric Surveillance Program. A Framework for the Timely Data Collection on Head Injury Secondary to Suspected Child Maltreatment. *Am J Prev Med* 2008;34(4S).
- [26] Thomas Niederkrotenthaler, Likang Xu, Sharyn E. Parks, David E. Sugerman. Descriptive factors of abusive head trauma in young children United States, 2000–2009 *Child. Abuse & Neglect* 37 (2013) 446–455.
- [27] Louise M. Crowe, Cathy Catroppa, Vicki Anderson, Franz E. Babl Head injuries in children under 3 years .*Injury, Int. J. Care Injured* 43 (2012) 2141–2145.
- [28] B. Lebeu. Les accidents domestiques responsables de l'hospitalisation d'enfants au CHU de Nantes en 2002. Thèse de médecine, université de Nantes, n°26, année 2004.

- [29] Bruno Alves Rudelli, Marcelo Valério Alabarce da Silva, Miguel Akkari, Claudio Santili. Accidents due to falls from roof slabs. Sao Paulo Med J. 2013; 131(3):153-7.
- [30] Houda Oubejja, Nesma Nekkal, Souad Belamalem, Amal Haimer, Mounir Erraji, Fouad Ettayebi, and Abdelmajid Soulaymani. Aspects épidémiologiques des enfants traumatisés de la voie publique et hospitalisés à l'hôpital d'enfant de Rabat, de la région Rabat Salé Zemmour Zaer. International Journal of Innovation and Applied Studies Vol. 12 No. 4 Sep. 2015, pp. 769-775.
- [31] Marianne Skjerven-Martinsen, Paal Aksel Naess, Trond Boye Hansen, Christine Gaarder, Inggard Lereim, Arne Stray-Pedersen. A prospective study of children aged <16 years in motor vehicle collisions in Norway: Severe injuries are observed predominantly in older children and are associated with restraint misuse. Accident Analysis and Prevention 73 (2014) 151–162
- [32] F. Trabold, G. Orliaguet. Enfant polytraumatisé. Paediatric polytrauma. EMC-Pédiatrie 2 (2005) 332–354.

Le Syndrome d'Apple-Peel: Expérience du service des urgences chirurgicales pédiatriques (A propos de 3 cas)

[The Apple Peel Syndrom: Experience of the pediatric surgical emergencies department (About 3 cases)]

A. EL BAKKALY¹⁻², H. OUBEJJA¹⁻²⁻³, H. ZERHOUNI¹⁻², M. ERRAJ¹⁻², and F. ETTAYEBI¹⁻²

¹Service des urgences chirurgicales pédiatriques, Hôpital d'enfants de Rabat, Maroc

²Faculté de médecine et de pharmacie de Rabat, université Mohammed V, Maroc

³Laboratoire de Génétique et Biométrie ; faculté des Sciences de Kenitra, université Ibn Tofail, Maroc

Copyright © 2016 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 syndrome of Apple-Peel (still called atresy in "tail of pig") is the very rare shape of atresy of hial: < 5%. The atresia sits near the angle of Treitz. The intestine downstream is completely deprived of mesentere, very short and vascularized by a branch of the ileo-coecoappendiculo-colic artery around which it is rolled up. The association with other anomalies is not very frequent and is met only in 15% of the cases. We report the observations of 3 new-born babies, who presented a syndrome of Apple-Peel of which one associated with a jejunal duplication. The preoperative exploration was based on radiography without preparation, echography and on the abdominal tomodensitometry. The exploration could highlight in all the cases an atresia (apple peel) with in only one case associated with a jejunal duplication. We proceeded in all the cases, a termino-lateral jejuno-jejunal anastomosis at the same time and a careful resection of digestive duplication. The diagnosis was confirmed on histopathology. The interest of our work is to put the point on this rare neonatal affection as well as the benefit of its treatment in only one time without recourse to an enterostomy and review of literature.

KEYWORDS: atresia, duplication, Apple Peel syndrome.

RESUME : Le syndrome d'Apple-Peel (encore appelé atrésie en «queue de cochon») est une forme très rare d'atrésie du grêle :< 5%.

L'atrésie siège à proximité de l'angle de Treitz. L'intestin en aval est complètement dépourvu de mésentère, très court et vascularisé par une branche de l'artère iléo-coecoappendiculo-colique autour de laquelle il s'enroule.

L'association avec d'autres anomalies est peu fréquente et n'est rencontrée que dans 15% des cas.

Nous rapportons les observations de 3 nouveau-nés, qui présentaient un syndrome d'Apple-Peel dont un associé à une duplication jéjunale. L'exploration préopératoire s'est fondée sur la radiographie sans préparation, l'échographie et sur la tomographie abdominale. L'exploration a pu mettre en évidence dans tous les cas une atrésie du grêle en colimaçon avec dans un seul cas une atrésie associée à une duplication jéjunale.

Nous avons procédé, dans tous les cas, à une anastomose jéjuno-jéjunale termino-latérale en un seul temps, combinée dans un cas à une résection soignée de la duplication digestive associée. Le diagnostic a été confirmé sur étude histologique.

L'intérêt de notre travail est de mettre le point sur cette affection néonatale rare ainsi que le bénéfice de son traitement en un seul temps sans recours à une entérostomie avec revue des séries de la littérature.

MOTS-CLEFS: atrésie, duplication, Syndrome d'Apple Peel.

1 INTRODUCTION

L'atrésie du grêle est la cause la plus fréquente des occlusions du nouveau-né. Il s'agit d'une embryopathie définie par une discontinuité du grêle, liée à **une nécrose ischémique aseptique** d'un segment du grêle survenue pendant la période anténatale. La prévalence est d'un cas sur 15000 naissances [1-4].

L'atrésie du grêle en colimaçon (Apple Peel des anglo-saxons) est une forme particulière, avec une interruption haute de l'artère mésentérique supérieure et revascularisation précaire du grêle d'aval par la récurrente iléale [5].

2 OBSERVATIONS

CAS N°1

Il s'agit d'un nouveau-né de sexe féminin, âgée de trois jours avec la notion d'absence d'émission de méconium depuis la naissance. Au 3^{ème} jour de vie, apparition de vomissements bilieux et de rectorragies. L'examen clinique, révèle un abdomen plat.

La radiographie abdomen sans préparation (**figure 1**) a montré des niveaux hydro-aériques centraux plus larges que hauts, de topographie haute, témoignant d'un obstacle haut situé. Le reste de l'abdomen était opaque. et l'échographie abdominale avec complément doppler (**figure 2**), demandée devant le doute à un volvulus, a objectivé une image kystique jéjunale et un signe de tourbillon avec inversion des vaisseaux.

Le scanner abdominal (**figure 3**) réalisé par la suite, avait montré une image kystique jéjunale avec signe de tourbillon (Whirlpool-sign).



Figure 1 : Abdomen sans préparation : Niveaux hydro-aérique de type grêlique

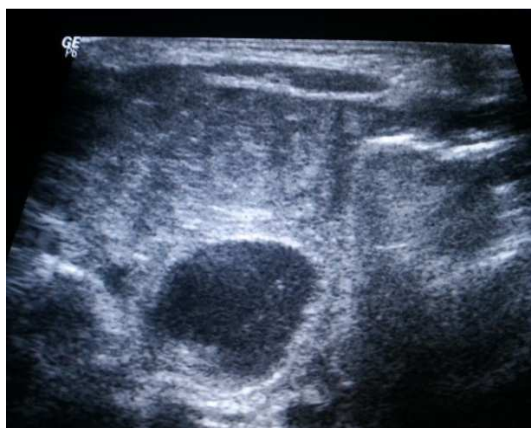


Figure 2 : image kystique jéjunale à l'échographie abdominale

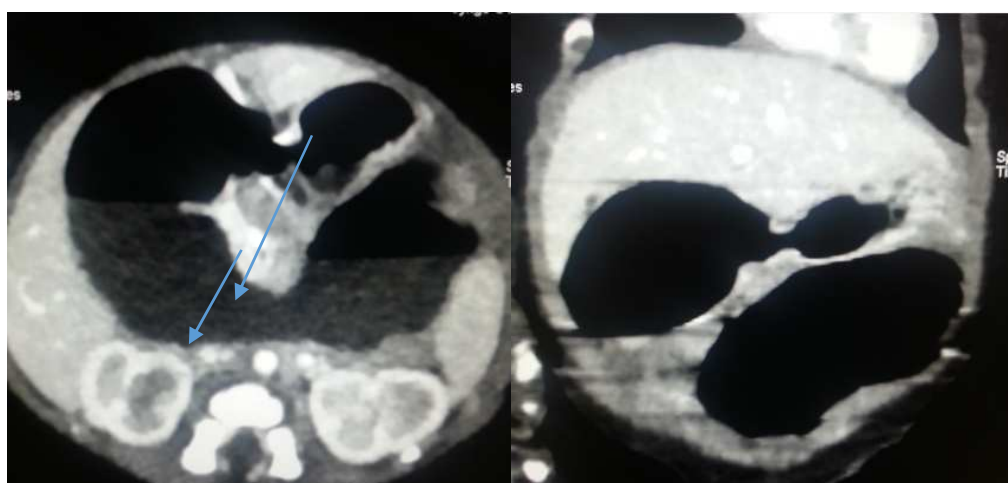


Figure 3 : Image TDM : La flèche bleue montre l'image suspectant une duplication digestive

L'exploration chirurgicale avait retrouvé une atrésie du jéjunum en colimaçon avec une masse kystique jéjunale (**figure 4**). La masse kystique jéjunale était réséquée après une dissection soignée par rapport à l'anse jéjunale. Par la suite, Une anastomose jéjuno-jéjunale termino-latérale était réalisée après vérification de la perméabilité du grêle atrésique avec une appendicectomie de principe (**figure 5**).

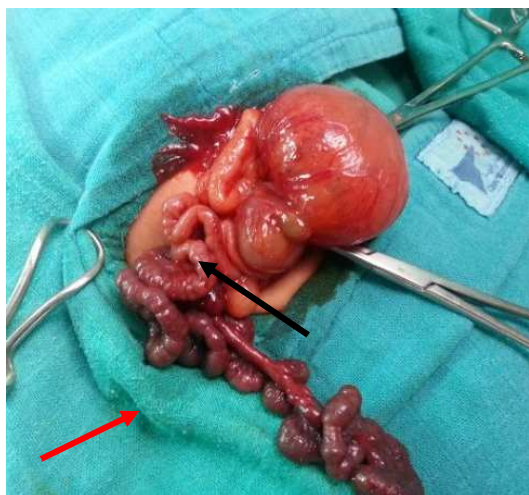


Figure 4 : Aspect en peropératoire objectivant une atrésie grêlique en queue de cochon (Flèche rouge) avec masse kystique jéjunale (flèche noire)

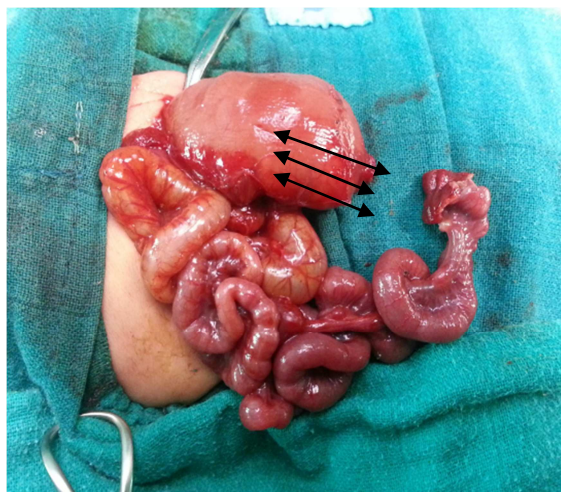


Figure 5 : Résection de la masse et anastomose jéuno-jéjunale terminale-latérale

L'étude histologique de la formation kystique avait révélé une paroi intestinale dont la muqueuse était exulcérée par endroit. Cette muqueuse grêlique aux villosités repose sur une musculaire sans anomalie montrant des foyers de type gastriques fundiques, en faveur d'une duplication intestinale.

CAS N°2

Il s'agit d'un bébé de sexe féminin, admise à J4 de vie pour occlusion néonatale. A l'examen, l'abdomen était distendu et une épreuve à la sonde était négative. A la radiographie standard, de multiples niveaux hydro-aériques (figure 6).



Figure 6 : Abdomen sans préparation : Niveaux hydro-aériques de type grêlique (obstacle bas-situé)

L'exploration chirurgicale avait trouvé une atrésie du grêle distal en colimaçon justifiant une anastomose terminale avec appendicectomie du principe.

CAS N°3

Le troisième nouveau-né était de sexe masculin, admis à J4 de vie pour absence d'émission de méconium et des vomissements bilieux.

A l'examen clinique, on notait un abdomen distendu et une épreuve à la sonde négative.

La radiographie abdomen sans préparation était en faveur d'une occlusion basse avec quelques niveaux hydro-aériques de type grêliques (figure 7).



Figure 7 : Abdomen sans préparation : Niveaux hydro-aériques centraux (grêliques)

Admis au bloc, l'exploration chirurgicale avait objectivé une atrésie du grêle complète avec le grêle distal en aval qui est enroulé sur lui-même en queue de cochon. Il n'y avait pas de nécrose. Une anastomose jéjuno-jéjunale termino-terminale a été effectuée avec appendicectomie du principe.

Les suites opératoires étaient simples dans tous les cas. Les nouveau-nés ont repris leur transit 2 à 3 jours après l'intervention. La sonde gastrique a été retirée 4 jours après l'intervention. Se portant bien, ils ont été déclarés sortants en moyenne 5 jours après l'intervention.

Le contrôle à un mois d'intervalle était satisfaisant pour tous nos patients. Tous les nouveau-nés vont bien après un an de recul.

3 DISCUSSION

Décrite pour la première fois en 1683[7], l'atrésie jéjuno-iléale est une malformation congénitale qui continue à soulever de nombreuses interrogations tant sur le plan de sa physiopathologie que d'un point de vue clinique.

Le syndrome d'Apple-Peel [5] représente 5 % des atrésies intestinales. C'est une atrésie intestinale avec absence d'artère mésentérique supérieure et dorsale avec vascularisation rétrograde par les vaisseaux coliques droits. La prévalence des atrésies jéjuno-iléales est estimée à un cas pour 1500 à 2000 naissances [5]. Elles sont plus fréquentes que les atrésies duodénales ou coliques. Il n'existe pas de prédominance d'un sexe. Même si de nombreux travaux ont permis d'élaborer des hypothèses à l'origine des atrésies intestinales, le mécanisme complet de la séquence aboutissant à une atrésie intestinale n'est pas encore clairement défini. Louw et Barnard [9] sont les premiers qui ont démontré qu'une origine ischémique pouvait être suspectée comme étant à l'origine des atrésies intestinales. En effet, ils ont pu reproduire expérimentalement des atrésies du grêle chez l'animal en interrompant la vascularisation intestinale de fœtus de chien. Ces travaux corroborent ce qui est généralement admis chez l'homme à savoir que l'atrésie succéderait à un épisode d'ischémie intestinale de survenue tardive pendant la vie intra-utérine [10]. Ainsi l'atteinte d'une des branches de l'artère mésentérique supérieure qu'elle soit due à un accident thrombotique primitif (anomalie du facteur V Leyden) [11], ou à un accident mécanique (volvulus, invagination, laparoschisis) aboutirait à l'interruption de la continuité de l'intestin. Toujours dans le sens d'une origine ischémique, les atrésies intestinales sont plus fréquemment rencontrées lors des grossesses gémellaires dont on connaît le risque plus élevé d'anomalies vasculaires d'origine placentaire. Ces atrésies surviendraient vers la 12^e semaine d'aménorrhée, date de réintégration de l'anse intestinale primitive dans l'abdomen ou plus tard comme l'atteste la présence dans les segments en aval de l'atrésie de matériel digéré (lanugo, cellules cutanées fœtales) en provenance du liquide amniotique. Un autre témoin indirect de la participation vasculaire est l'augmentation récente de la fréquence des atrésies jéjuno-iléales [11] (sans augmentation des atrésies duodénales) au même titre que l'augmentation de la prévalence des laparoschisis dont l'origine ischémique est bien établie.

Les atrésies jéjuno-iléales sont classées par Martin et Zerella en cinq types anatomiques [9] (figure 8):

- Type I : correspond à l'obstruction de la lumière intestinale par une membrane. Il est rare mais le plus souvent associé à une autre forme d'atrésie.

- Type II : la continuité intestinale est interrompue, le cul-de-sac proximal est séparé de l'intestin distal par un défaut méésentérique ou lui est uni par un cordon plein (atrésie cordonale).
- Type IIIa : caractérise les atrésies dont extrémités sont séparées par un défaut méésentérique en forme de V.
- Type IIIb : concerne les cas où, au-delà d'une interruption haute du grêle, l'intestin distal se dispose en « queue de cochon » (ou en colimaçon) enroulé autour d'un vaisseau nourricier issu d'une artère colique droite.
- Type IV : caractérise les atrésies multiples.

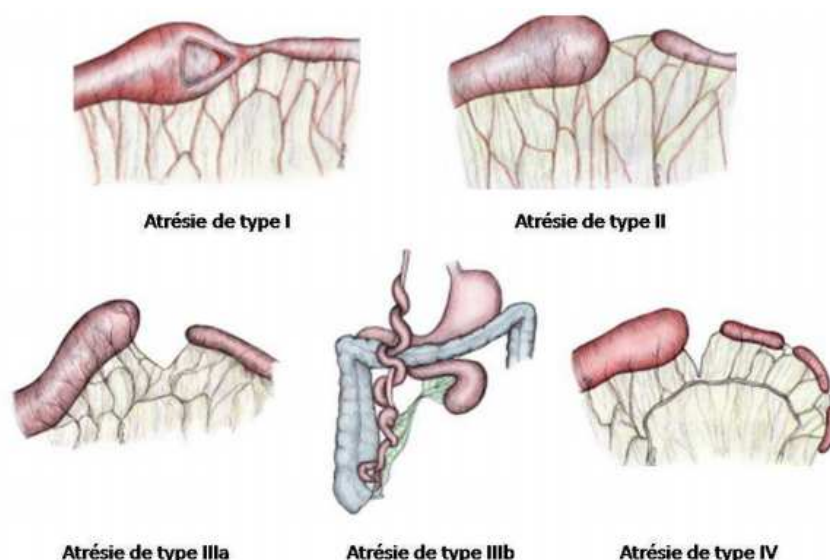


Figure 8[14]

Mishalany et Najjar (1968) ont observé trois enfants atteints de syndrome d'Apple-Peel sur 17 enfants nés vivants dont les parents étaient cousins germains; un est mort-né par une occlusion intestinale haute congénitale, portant le nombre à quatre touchés sur 18 enfants dans cette famille (Farag et al.1993). Blyth et Dickson 1969 ont rapporté deux frères et sœurs atteints dans chacune des deux familles. Rickham et Karplus 1971 ont décrit deux familles avec frères et sœurs atteints. Seashore et al.1987 ont signalé trois cas, dont deux de la même fratrie [5]. Ils ont trouvé des rapports de 57 cas dans la littérature anglaise. Farag et Teebi 1989 ont décrit deux frères arabes avec atrésie jéjunale type IIIb (Syndrome d'Apple Peel) dont les parents étaient consanguins. Farag et al. 1993 ont rapporté deux autres frères et sœurs atteints de la même famille.

Petrella et al. 1995 a suggéré que le syndrome d'Apple Peel peut être une manifestation de la fibrose kystique dans certains cas [12].

Roberts et al.1998 ont étudié l'association entre atrésie jéuno-iléale et la fibrose kystique en utilisant les données sur la population de 1968 à 1995. Quatre des 38 (11%) patients atrésie jéuno-iléal caucasiens avaient une fibrose kystique. Le ratio observé aux attendus est supérieur à 210 en utilisant une estimation de 1 en 2000 pour l'incidence, ce qui signifie que les enfants de race blanche avec une atrésie jéuno-iléale ont plus de 210 fois le risque de cas familiaux par rapport à des nourrissons de race blanche dans la population générale. Cette constatation a des implications importantes pour le conseil pronostique et prénatal. Imaizumi et al. (1999) ont décrit une atrésie jéjunale chez une jeune fille japonaise qui avait également une translocation réciproque apparemment équilibrée entre les chromosomes 2 et 3: t (2; 3) (q31.3; p24.2) mat. Les points d'arrêt de translocation dans le caryotype de la patiente pourraient être considérés comme des régions candidates pour le gène mutant dans le Syndrome d'Apple Peel. Alternativement, l'association des deux anomalies chez la patiente peut avoir été une coïncidence puisque sa mère phénotypiquement normale avait la même translocation chromosomique. La transmission est probablement autosomale récessive [5]. Il est donc nécessaire de faire un dépistage échographique prénatal dans ces familles.

En l'absence de diagnostic anténatal, c'est seulement après la naissance que le diagnostic sera suspecté devant un tableau d'occlusion néonatale [5]. Une fois le diagnostic confirmé et l'enfant correctement réanimé, l'intervention

chirurgicale pourra être entreprise. Le premier temps va consister à explorer la cavité abdominale pour confirmer le diagnostic, vérifier l'absence d'autres atrésies ou d'autres anomalies digestives (troubles de la rotation intestinale et la duplication digestive). La priorité, qu'elle que soit la stratégie utilisée, va consister à mettre le patient dans une situation permettant de lui conserver la plus grande longueur d'intestin possible de manière à éviter le syndrome dit "du grêle court"[13]. Dans la majorité des cas une résection anastomose de la zone atrésique sera effectuée. Cette anastomose sera parfois rendue compliquée par la disparité de calibre entre l'anse d'amont et celle d'aval nécessitant des artifices techniques allant du modelage à la plicature d'amont à la réalisation d'un long trait de refend en aval[13].

Bien qu'il y ait eu une amélioration notable de la survie globale, le syndrome d'Apple-Peel continue d'avoir un pronostic grave à une morbidité et une mortalité importantes [16]. Dans la série récente de Festen et ses collaborateurs [15], 15 patients avaient un syndrome d'Apple-Peel avec un taux de mortalité de 20%. Huit de ces patients avaient plusieurs atrésies, allant de 2 à 4. Onze patients ont reçu une anastomose primaire, tandis que quatre patients ont reçu des entérostomies temporaires. Les complications post-opératoires sont survenues chez dix patients, et une nouvelle opération a été réalisée chez neuf patients. Deux patients ont eu le syndrome de grêle court. Onze patients ont été suivis à long terme (médiane 24 mois), et tous sauf 3 enfants ont bien évolué.

Conformément aux résultats de notre série, ces auteurs concluent que les patients atteints de syndrome d'Apple-Peel qui survivent à la période opératoire et post-opératoire immédiate, sont susceptibles de connaître une fonction intestinale normale avec une croissance et un développement adéquat [15,16]. Ils soulignent aussi, l'intérêt dès que la situation vasculaire le permet, du traitement chirurgical du syndrome d'Apple Peel en un temps, avec anastomose directe, évitant ainsi une seconde intervention[15,16,17].

L'association de l'Apple Peel Syndrome et la duplication digestive est exceptionnelle [8], ainsi les auteurs ont conclu que ce genre de malformations résultaient surtout d'une anomalie morphogénétique survenant tôt dans la vie intra-utérine, plutôt d'un échec de recanalisation ou d'une interférence avec l'apport sanguin dans la vie fœtale ou bien une entérite ou péritonite [6].

4 CONCLUSION

Le syndrome d'Apple-Peel est une forme rare d'atrésie du grêle. L'association duplication digestive et le syndrome d'Apple-Peel est exceptionnelle. Le diagnostic est souvent en peropératoire. Récemment, le pronostic de cette affection est devenu généralement bon par une prise en charge en un temps avec une chirurgie radicale bien conduite.

CONFLITS D'INTÉRÊTS

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts.

REFERENCES

- [1] Walker K, Badawi N, Hamid CH, Vora A, Halliday R, Taylor C, et al. A population-based study of the outcome after small bowel atresia/stenosis in New South Wales and the Australian Capital Territory, Australia, 1992-2003. *Journal of pediatric surgery*. 2008 Mar;43(3):484-8.
- [2] Dolk H. Methylene blue and atresia or stenosis of ileum and jejunum. *EUROCAT Working Group. Lancet*. 1991 Oct 19;338(8773):1021-2.
- [3] Hemming V, Rankin J. Small intestinal atresia in a defined population: occurrence, prenatal diagnosis and survival. *Prenatal diagnosis*. 2007 Dec;27(13):1205-11.
- [4] Goujard J, Vignac D, Vodovar V. Atrésies de l'intestin grêle dans 19 registres Eurocat. Paris, France: INSERM; 1992.
- [5] SEASHORE J., COLLINS F., MARKOVITZ R., SEASHORE M. : Familial apple peel jejunal atresia: surgical, genetic and radiographic aspects. *Pediatrics*, 1987, 80,4,540-44.
- [6] Pulligandla PS, Nguyen LT, St-Vil D et al (2003) Gastrointestinal duplications. *J Pediatr Surg* 38 : 740-744
- [7] Goeller G. Abortus humani monstrosi norimb hist anatom. *Misc Acad Nat Curios*. 1683.
- [8] Kirillova IA, Kulazhenko VP, Lurie IW, Ljazjuk GI. Atresia, stenosis and duplication of the gastro-intestinal tract: consideration of their origin. *Acta Morphol Hung*. 1984;32(1):9-21.
- [9] Louw JH, Barnard CN. Congenital intestinal atresia; observations on its origin *Lancet*. 1955 Nov 19;269(6899):1065-7.
- [10] Gaillard D, Bouvier R, Scheiner C, Nessmann C, Delezoide AL, Dechelotte P, et al. Meconium ileus and intestinal atresia in fetuses and neonates. *Pediatr Pathol Lab Med*. 1996 Jan-Feb;16(1):25-40.

- [11] Johnson SM, Meyers RL. Inherited thrombophilia: a possible cause of in utero vascular thrombosis in children with intestinal atresia. *J Pediatr Surg*. 2001 Aug;36(8):1146-9.
- [12] Petrella, R., Gonzalez, L., Shapiro, L. R. Apple peel syndrome: another gastrointestinal manifestation of cystic fibrosis. (Abstract) *Am. J. Hum. Genet.* 57: A100 only, 1995.
- [13] Holcomb GW3rd, Gheissari A, O' Neill JAJr, Shorter NA, Bishop,HC. Surgical management of alimentary tract duplication. *Ann Surg* 1989;209:167-74.
- [14] Grosfeld JL, Ballantine TV, Shoemaker R. Operative mangement of intestinal atresia and stenosis based on pathologic findings. *J Pediatr Surg*. 1979 Jun;14(3):368-75.
- [15] S. Festen, J.C. Brevoord, G.A. Goldhoorn, C. Festen, F.W. Hazebroek, L.W. van Heurn, et al. Excellent long-term outcome for survivors of apple peel atresia *J Pediatr Surg*, 37 (2002), pp. 61-65
- [16] Barrie S. Rich, Matthew Bott, Nitsana Spigland Multiple intestinal atresia with apple peel syndrome successfully treated with primary repair *Journal of Pediatric Surgery Case Reports*, Volume 1, Issue 7, July 2013, Pages 157-159
- [17] B. Aulagne, L. Harper, A. Maurel, S. Mazouzi, D. Ramful, S. De Napoli-Cocci, J.L. Michel *Chirurgie viscérale Prise en charge chirurgicale en un temps du syndrome d'Apple Peel CHD F. Guyon, Saint Denis, la Réunion, Volume 15, Issue 5, June 2008, Pages 913-914.*

Prévalence du *Staphylococcus aureus* isolé à partir des fientes de poulet de chair en élevage dans la région de Rabat - Salé - Kénitra (Maroc)

[Prevalence of *Staphylococcus aureus* isolated from broiler litter in Rabat - Salé - Kénitra, Morocco]

H. EL OUAHABI^{1,2}, L. TAHRI¹, A. SERGHINI², A. BELAOUCHOU³, and M. FEKHAOU²

¹Département de Microbiologie et Hygiène Alimentaire, Institut National d'Hygiène, 27, Avenue Ibn Batouta, B.P. 769 Agdal, Rabat, Maroc

²Département de Zoologie et Ecologie Animale, Laboratoire de Zoologie, Institut Scientifique, Avenue Ibn Battouta, B.P. 703 Agdal, 10090, Rabat, Maroc

³Département de chimie, Faculté des sciences Rabat, 4 Avenue Ibn Battouta, B.P 1014 Agdal, Rabat, Maroc

Copyright © 2016 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 attempts to evaluate the microbiological quality of broiler litter from intensive systems in the region of Rabat - Salé- Kénitra, Morocco. This in order to predict the toxicological risk that can induce this type of waste on the hygienic quality of chicken meat, and to focus on the potential risks of pollution of soil and water resources. It consists in detecting the presence of *Staphylococcus aureus* in broiler litter. This potentially pathogen was isolated from 300 samples of broiler litter collected during the period from March to August 2015. The overall prevalence of *S. aureus* recovered from the 300 samples analyzed was 16 % and the average load of contamination was 2.17 log₁₀ CFU/g. The contamination of poultry litter by *S. aureus* reveals that good hygiene practices are faulty and there is a lack of health monitoring in the poultry sector. For good safety and better hygienic quality of broilers, it is necessary to have access to good hygiene practices and continuous microbial control in livestock buildings.

KEYWORDS: Prevalence, *Staphylococcus aureus*, broiler litter, Production system, Rabat - Salé- Kénitra (Morocco).

RESUME: La présente étude est une évaluation de la qualité microbiologique des fientes de poulets de chair, provenant des unités d'élevages dans l'axe Rabat-Salé-Kénitra (Maroc), durant la période de Mars à Aout 2015. Cela à fin de prévoir le risque microbien que peut induire ce type de déchet sur la qualité hygiénique du poulet de chair, et de mettre l'accent sur les risques potentiels de pollution du sol et de ressources d'eau. Elle consiste à détecter la présence du *Staphylococcus aureus*, germe potentiellement pathogène. La prévalence totale du *S. aureus* retrouvée dans les 300 échantillons de fientes analysées est 16 % et la charge moyenne de contamination est 2,17 log₁₀ UFC/g. Une forte contamination par ce microorganisme indicateur d'hygiène révèle que les bonnes pratiques d'hygiène sont défectueuses, et qu'il y a un manque de suivi sanitaire au niveau de la filière avicole. Pour une bonne sécurité sanitaire et une meilleure qualité hygiénique des poulets de chairs, il est nécessaire d'accéder à des bonnes pratiques d'hygiène et à un contrôle microbien continu au niveau des bâtiments d'élevage.

MOTS-CLEFS: Prévalence, *Staphylococcus aureus*, Fientes du poulet de chair, Elevage avicole, Rabat - Salé- Kénitra (Maroc).

1 INTRODUCTION

La sécurité alimentaire est devenue un enjeu majeur pour les pouvoirs publics, les consommateurs et les professionnels de produits destinés à la consommation humaine. Cette sécurité passe, en particulier, par la maîtrise de la contamination des produits alimentaires par les bactéries pathogènes [1].

Parmi celles-ci, le *Staphylococcus aureus*, espèce type du genre *Staphylococcus*, il produit de nombreuses toxines dont les entérotoxines staphylococciques (SE), qui sont responsables d'épidémies liées à cette bactérie [2]. Ces toxines, si elles sont présentes en quantité suffisante dans l'aliment, peuvent déclencher les symptômes de l'intoxication.

Les staphylocoques sont des bactéries ubiquitaires présentes sur la peau, les muqueuses et la sphère rhinopharyngée chez les animaux à sang chaud (mammifères, oiseaux) et en particulier chez l'Homme. Elles peuvent être disséminées facilement dans l'environnement et peuvent ainsi contaminer les aliments [3]. Ainsi, tous les aliments peuvent être incriminés dans le développement d'une toxi-infection alimentaire collective (TIAC) [4].

Parmi ces animaux, les volailles, dont la consommation de leurs viandes a connu un formidable essor universel sur tous les continents [5], avec une progression de la consommation individuelle mondiale de 3,7 % par an et cela sur la dernière décennie [6].

Au Maroc, le secteur avicole est en plein essor [7]. Le niveau de production national est estimé à 490.000 tonnes en 2009 et 510.000 tonnes en 2010 permettant de couvrir 100 % de la demande en viandes de volailles [8]. Cependant comme toute activité qui génère des déchets, l'aviculture n'est pas au-dessus de tout soupçon, Le développement du secteur avicole s'est accompagné par une production importante de fumier de volaille (Le Maroc produit une grande quantité des fientes de poulets de chair (519736) dont plus de 95 % se jette dans l'environnement comme source d'amendement pour les agriculteurs, 5 % vers les décharges publiques) [9].

Le rejet de ce fumier dans la nature sans aucun traitement préalable pourrait constituer un danger néfaste pour la santé publique et l'environnement. Il est utilisé comme un engrais naturel pour les maraichers, cette pratique est controversée, car la fiente pourrait être un vecteur de transmission de nombreux agents pathogènes. D'autres inquiétudes naissent sur le fait que ce déchet peut être perdu par lixiviation et puis se retrouve en partie dans les eaux superficielles ou souterraines.

L'objectif de ce travail est de prévoir le risque microbiologique que peut induire ce type de déchet sur la qualité hygiénique du poulet de chair, et de mettre l'accent sur les risques potentiels de pollution du sol et de ressources d'eau, en détectant la présence du *Staphylococcus aureus*, germe potentiellement pathogène.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODE

2.1 ORIGINE DES CULTURES

300 souches du *Staphylococcus* ont été isolées à partir des fientes de poulets de chair durant la période de mars à Aout 2015. L'étude a été menée sur 10 unités d'élevage avicole type poulets de chairs représentant 40 bâtiments répartis dans l'axe Rabat-Salé-Kénitra et dans la capacité totale de production est de 30 000 de poulet de chair par bande. L'unité statique correspondait au lot visité par bâtiment par chaque unité d'élevage. Les prélèvements ont été effectués pendant 3 visites (durant la semaine précédant l'enlèvement de la bande précédente, à la mise en place des poussins et avant l'enlèvement de la bande).

À chaque prélèvement une portion de 100 g est prise et mise immédiatement dans un sachet en plastique stérile puis, dans une glacière à +4°C, pour des fins d'analyses microbiologiques au laboratoire du Département de Microbiologie et Hygiène Alimentaire (MHA) de l'Institut National d'Hygiène (INH).

2.2 ANALYSE MICROBIOLOGIQUE

La recherche du *Staphylococcus* a été effectuée selon la norme marocaine en vigueur [10]. Pour chaque échantillon on effectue une pesée de 25 g dans un sachet stérile et puis, on ajoute 225 ml du milieu non sélectif liquide ; l'Eau Peptonée Tamponnée (Bio-Rad Marne-la-Coquette- France). La suspension est ensuite homogénéisée à l'aide d'un broyeur à palettes (Stomacher) afin d'obtenir une suspension mère de titre 1/10. Une série de dilution jusqu'à 10^{-5} a été effectuée à partir de la solution mère à 10^{-1} en prélevant à chaque fois 1 ml ajouté à 9 ml d'eau distillé contenue dans un tube à essai.

Staphylococcus est dénombré sur le milieu sélectif de Baird Parker additionné de jaune d'œufs et de tellurite de potassium (Oxoid Ltd., Hampshire RG24 8 PW England), solidifié dans une boîte de Pétri. Cette boîte de Pétri ainsi préparée est ensemencée avec 0,1 ml des différents dilutions ; cette dernière est étalée en surface à l'aide d'un râteau en verre stérile à la flamme. L'incubation est effectuée à 35 +/- 1°C pendant 24h à 48h. La lecture à l'issue de la durée d'incubation conduit au dénombrement des colonies suspectes : noires et luisantes entourées d'une auréole d'éclaircissement du milieu, suivie d'une confirmation des *S. aureus* à l'aide de deux tests : le test de la DNase et le test au coagulase [11], et d'une identification de genre *Staphylococcus* en utilisant la galerie API Staph [12], et du logiciel API 20 Staph v4.1 [13].

2.3 QUESTIONNAIRES

Un questionnaire a été rempli lors des prélèvements au niveau des unités d'élevage pour répondre à un certain nombre de questions se rapportant aux conditions d'élevage, l'utilisation des antibiotiques, stockage des fientes, procédés de nettoyage et de désinfection, l'état d'hygiène du personnel et du matériel.

2.4 ANALYSES STATISTIQUES

Les analyses des résultats ont été conduites par des méthodes statistiques en s'aidant du logiciel SPSS [14].

3 RÉSULTATS

Les résultats de dénombrement du *S. aureus* ont été exprimés en UFC/g (unités formants colonies par gramme) puis convertis en log₁₀ UFC/g (unité logarithmique de micro-organismes par gramme).

3.1 PREVALENCE DU *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* ISOLE A PARTIR DES FIENTES DU POULET DE CHAIR

Les résultats d'analyse des échantillons prélevés au niveau de 10 unités d'élevages, sont représentés dans le [tableau 1].

Tableau 1. Prévalences et les Charges moyennes de contamination du *Staphylococcus aureus* isolé de fientes de poulets de chair

Sites	Nb d'échantillons analysés	Prévalences	Charges moyennes de contamination en log ₁₀ UFC/g
S1	30	10%	2,802746655
S2	30	6,70%	1,428666248
S3	30	23,30%	1,623012796
S4	30	33,30%	3,299737581
S5	30	30%	3,068037404
S6	30	20,00%	2,381600299
S7	30	6,70%	1,573064018
S8	30	13,30%	1,808566031
S9	30	3,30%	1,812913357
S10	30	10%	1,88636853
Total	300	16%	2,168471292

D'après les résultats des échantillons analysés [Figure 1], la prévalence totale du *S. aureus* retrouvée dans les 300 échantillons des fientes de poulets de chair était de 16% et la charge moyenne de contamination était 2,17 log₁₀ UFC/g. Tandis que, La prévalence et la charge moyenne de contamination maximales ont été enregistrées au niveau de site numéro 4 (33,30% et 3,30 log₁₀ UFC/g), et celles minimales ont été trouvés au niveau des sites numéro 2 et 7 (6,70% et 1,43 log₁₀ UFC/g, 6,70% et 1,57 log₁₀ UFC/g). La norme marocaine ne recommande aucune valeur pour les fientes de volaille concernant le *S. aureus*.

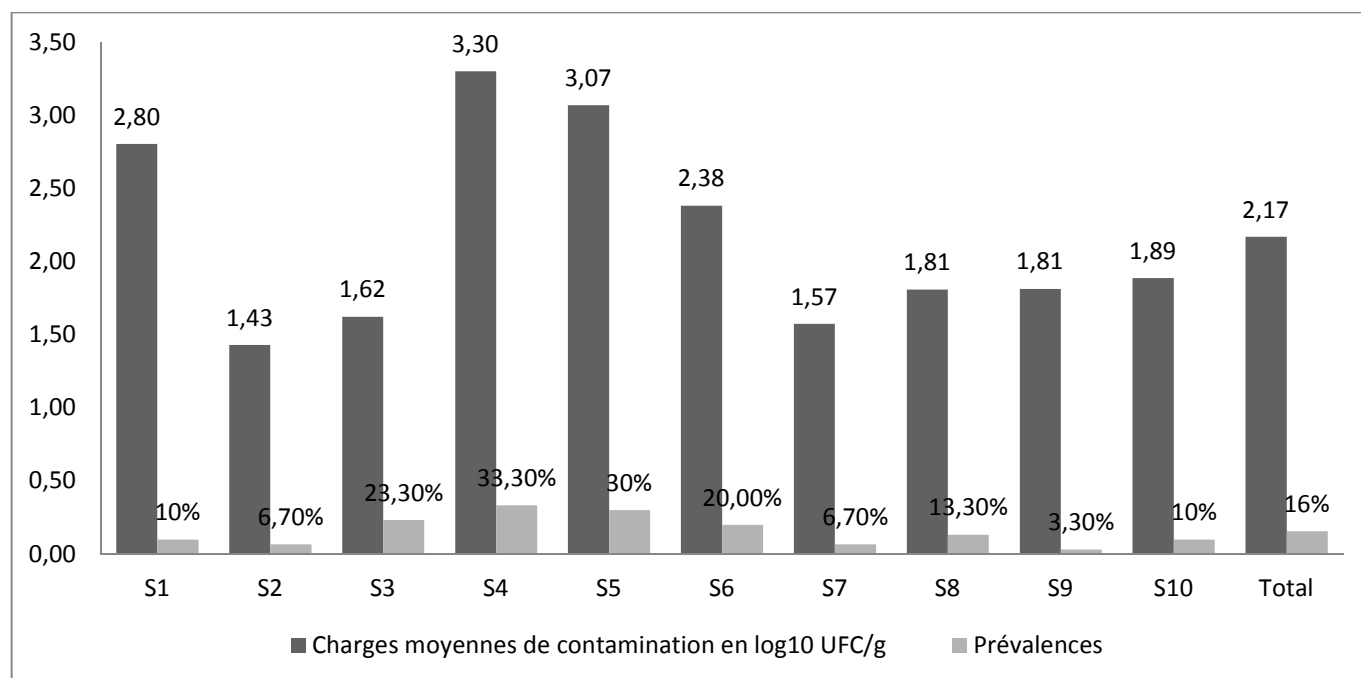


Figure 1 : Prévalences et les Charges moyennes de contamination du *Staphylococcus aureus* isolé de fientes de poulets de chair

ANALYSE STATISTIQUE

Tableau 2. Association entre la charge moyenne de contamination par *S. aureus* et les sites de prélèvement

Sites	Présence	Absence	Valeur test	valeur P	Interprétation
S1	96,70%	3,30%	21,56	0,01	Significatif
S2	93,30%	6,70%			
S3	83,30%	16,70%			
S4	66,70%	33,30%			
S5	70,00%	30,00%			
S6	80,00%	20,00%			
S7	93,30%	6,70%			
S8	86,70%	13,30%			
S9	96,70%	3,30%			
S10	96,70%	3,30%			

L'analyse du tableau montre que le test de Khi-deux global est significatif ($p=0,01 < 0,05$), cela signifie qu'il existe une différence significative entre au moins 2 des 10 sites de prélèvement.

4 DISCUSSION

Les résultats de cette étude ont montrés que la prévalence totale du *S. aureus* trouvée dans les 300 échantillons de fientes isolées du poulet de chair est 16 % et la charge moyenne de contamination est de 2,17 log10 UFC/g. Ces résultats sont en conformité avec ceux d'Elasri et Afilal [16], qui stipulent que les fientes de poulets sont chargées en bactéries pathogènes principalement les staphylocoques et entérobactéries qui présentent des teneurs très élevées avec (114.108 et 154. 106 UFC/g), et que ces microorganismes risquent de contaminer les eaux superficielles ou souterraines lors d'un ruissellement ou une filtration. Cette étude rejoint aussi le travail d'Omeira sur la qualité microbiologique des fientes de poulets de chair et de poules pondeuses issues d'élevage intensif et en plein air en Liban [15], dont les charges moyennes de contamination par le *S. aureus* sont respectivement (11.18 log10 UFC/g ,13.34 log10 UFC/g ,13.30 log10 UFC/g ,12.90 log10 UFC/g).

En comparant la prévalence du *S. aureus* dans les fientes de poulet avec celle trouvée dans la viande du poulet de chair, est équivalente à celles trouvées par M. Khallaf *et al* [4] et Akbar *et al* [17], qui sont 16,16% et 18,18%, mais moins élevée que celle trouvée par Wang *et al* [18] qui est de 24,2%. La charge moyenne de contamination des fientes est moins élevée que celle trouvée par Singh *et al* [19] dans la viande, qui est de 3,35 log₁₀ UFC/g.

La prévalence et la charge moyenne de contamination maximales ont été enregistrées au niveau de site numéro 4, qui présente selon le questionnaire des conditions d'hygiène défectueuses. L'analyse statistique a montré une relation significative entre la contamination des fientes par le *S. aureus* et les sites d'élevages. Ainsi la variation de prévalence observée au niveau des différents sites pour la même germe est peut être expliquée par le fait que le développement d'un germe microbien dépend en grande partie des conditions qui lui sont favorables dans l'environnement dans lequel il vit [20].

La contamination des fientes par le *S. aureus* reflète la contamination de poulets de chair destinés aux consommateurs, elle est peut être expliquée par le non-respect des bonnes pratiques d'hygiène lors d'élevage, et par l'utilisation des antibiotiques qui conduisent à une résistance des bactéries. D'autres inquiétudes naissent du fait que ces fientes sont utilisées comme des engrais pour les maraîchers, ce qui pourrait constituer un risque d'insalubrité alimentaire pour les humains qui consomment des produits exposés à ces contaminants. Puis elles peuvent être perdues par lixiviation et se retrouvent par la suite en partie dans les eaux superficielles ou souterraines.

Il est donc nécessaire que les autorités compétentes prennent un ensemble de précautions pour conserver la santé public, en contrôlant les unités d'élevages, en vérifiant tous les contaminants environnementaux susceptibles d'être présents dans les poulets et bien sûr dans la viande à des niveaux les rendant dangereuses pour la consommation humaine et en faisant garantir que les aliments, l'eau et les conditions d'élevage..., ne constituent pas des agents de transmission de dangers. Ainsi que de procéder à une valorisation de ces fientes avant de les utiliser comme engrais naturelles pour les maraîchers.

5 CONCLUSION

Les résultats de la présente étude ont révélés que le risque microbien par le *S. aureus* est réel dans les fientes de poulets de chair, et que le niveau de respect des bonnes pratiques d'hygiène au niveau des bâtiments d'élevage a un impact significatif sur ces déchets et les poulets.

L'élevage est la source essentielle de la contamination de la viande de volailles par cette bactérie, il est donc nécessaire d'accéder à des bonnes pratiques d'hygiène et à un contrôle microbien continu pour la protection de la santé des consommateurs et d'introduire la notion de biosécurité chez les fermiers et de les former à ce thème. D'autre part les fientes issues de l'élevage intensif de ces poulets devraient être valorisées avant de les utiliser dans l'agriculture.

Des études ultérieures sur l'ensemble de la filière (élevage, transport, abattage ...) pour étudier les différents germes pathogènes pourront être intéressantes pour éviter les cas d'intoxications alimentaires d'origine aviaire. Il serait aussi intéressant de mesurer l'impact véritable de la consommation du poulet de chair sur la santé du consommateur en faisant la comparaison des souches bactériennes issues de l'homme et celles identifiées chez la volaille.

REFERENCES

- [1] R.Elgroud, F. Zerdoumi, M.Benazzouzi, Bouzitouna, S.Granier, A.Brisabois, B.Dufour, Contaminations du poulet de chair par les salmonelles non typhiques dans les élevages et abattoirs de la wilaya de Constantine. Sciences et Technologie C – N°27, juin (2008), pp.37-48.
- [2] Agence Nationale de Sécurité Sanitaire ANSES., *Staphylococcus aureus* et entérotoxines staphylococciques. Fiche de description de danger biologique transmissible par les aliments Septembre (2011).
- [3] Y.Loier, F.Baron, M.Gautier, *Staphylococcus aureus* and food poisoning. Genet Mol Res, vol. 2, no. 1 (2003) pp. 63-76.
- [4] M. Khallaf, B.Benbakhta, I.Nasri, B.Sarhane, S.Senouci, and M. M. Ennaji, Prévalence du *Staphylococcus aureus* isolé à partir de la viande de poulet commercialisée au niveau de Rabat, Maroc. International Journal of Innovation and Applied Studies ISSN 2028-9324 Vol. 7 No. 4 Aug. (2014), pp. 1665-1670.
- [5] S.Prin, D. Bastianelli, et M.Saboulard, Les productions avicoles dans le monde: Une dynamique forte. Agroligne n° 18. Novembre- Décembre (2001) 11-13.
- [6] N.Beaumond, Commerce mondial des animaux d'élevage et des viandes. Principaux flux et facteurs d'évolution. Colloque international de l'association « A.S.A » et Académie vétérinaire de France, sur la mondialisation des échanges, mondialisation des risques sanitaires, dix ans d'accords S.P.S. Proceedings. O.I.E. Paris (2004).
- [7] S.El Fahli, I.Ouazzani Chahdi, L'aviculture : Etude sectorielle. L'observatoire de l'entreprenariat, Mars (2012).

- [8] **Conseil agricole.** , Ministère de l'agriculture et de la pêche maritime. , Une nouvelle stratégie de service pour les agriculteurs, N°9 Novembre **(2011)**.
- [9] **G.Sarter**, Entre beldi et roumi : préférence des consommateurs urbains et production de poulets au Maroc. Cahiers Agricultures, 13(1), **(2004)** 75-78.
- [10] **NM ISO 6888-1-2008.**, "Méthode horizontale pour le dénombrement des staphylocoques à coagulase positive (*Staphylococcus aureus* et autres espèces) .Partie 1: Technique utilisant le milieu gélosé de Baird-Parker," Microbiologie des aliments, Morocco **(2008)**.
- [11] **L.E.Papanicolas, L.M.Bell and I.Bastian**, Performance of Phenotypic Tests for Detection of Penicillinase in *Staphylococcus aureus* Isolates from Australia. Journal of clinical microbiology vol. 52, no 4, **(2014)** p. 1136-1138.
- [12] **API Staph.**, Système d'identification des staphylocoques, microcoques et apparentés. BioMérieux SA, REF 20 500 **(2009)**.
- [13] **J.N.Joffin, Identification Réalisées par J-Noël JOFFIN à partir du travail de Michel CAVALLA, des observations de Jean CAU** .Formule de validation remarquable par Didier HIROU **(2009)**.
- [14] IBM.SPSS.Statistics.v22.x86.
- [15] **O.Elasri, M.E.Afilal**, Etude de risque de contamination des eaux marocaines par les fientes de poulet de chair. International Journal of Innovation and Applied Studies ISSN 2028-9324 Vol. 7 No. 2 Aug. **(2014)**, pp. 593-601.
- [16] **N.Omeira, E.K.Barbou, P.A.Nehme, S.K.Hamadeh, R.Zurayk, I.Bashour** Microbiological and chemical properties of litter from different chicken types and production systems . Science of the Total Environment 367 **(2006)** 156–162.
- [17] **A.Akbar, A. Kumar Anal**, Prevalence and antibiogram study of Salmonella and Staphylococcus aureus in poultry meat. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, sian Pac J Trop Biomed **(2013)**; 3(2): 163-168
- [18] **X.Wang, X.Tao, X.Xia, B.Yang, M.Xi, J.Meng, J.Zhang and B.Xu**, "Staphylococcus aureus and methicillin-resistant Staphylococcus aureus in retail raw chicken in China," Food Control, vol. 29, no. 1, **(2013)** pp. 103-106.
- [19] **V. K.Singh, U.Jain, J.K. Yadav and B.Bist**, "Assessment of bacterial quality of raw meat samples (carabeef, chevon, pork and poultry) from retail meat outlets and local slaughter houses of Agra Region, India," Journal of Foodborne and Zoonotic Diseases, vol. 2, no. 1,**(2014)** pp. 15-18.
- [20] **I. JOURDAIN**, L'aviculture en milieu tropical. Maison Alfort-Lyon ; **(1990)** 148 p.

L'audit externe des collectivités territoriales à la lumière des réformes d'aujourd'hui

[The external audit of local authorities in the light of today's reforms]

Houda CHAIRI HOURRI¹ and Fadoua LAGHZAOU²

¹Etudiante-chercheur au centre des études doctorales économie et gestion, Groupe de Recherche en économie et territoire, Faculté des sciences juridiques, économiques et sociales de Tanger, Université Abdelmalek Essaadi, Tanger, Maroc

²Enseignant chercheur, Université Abdelmalek Essaadi, Tanger, Maroc

Copyright © 2016 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: Local authorities play a key role in managing local affairs and territorial governance in all its administrative, financial dimensions... So it is noticed a strengthening in recent years of the process of decentralization and advanced regionalization by allowing the local elected the means and instruments to enable them to improve significantly their managements. Therefore, and in the current context that is marked by the strengthening of the policy of decentralization and significant transfer of responsibilities to local authorities, they are constantly faced to the improvement of their performance in order to establish a new, more transparent and effective governance which is facing some shortcomings. It is for this reason that we find new ways and management tools such as the use of audit on local authorities in order to appreciate the different aspects of the functioning of local governments and to ensure their regularity, efficiency and performance at all levels. This is why the current new organic law of local authorities focus on the external audit due to its critical role in the implementation of principles of good governance in local authorities.

KEYWORDS: Region, province, prefecture, municipalities, territorial divisions, local governance, audit, Organic Law of the local authorities.

RESUME: Les collectivités territoriales jouent un rôle déterminant en matière de gestion des affaires locales et dans la gouvernance territoriale dans toutes ses dimensions administratives, financières... D'où le renforcement, pendant ces dernières années, du processus de la décentralisation et de la régionalisation avancée tout en conférant aux élus locaux les moyens et les instruments devant permettre de faire évoluer significativement leurs gestions. De ce fait, et dans ce contexte actuel qui est marqué par le renforcement de la politique de la décentralisation et le transfert important des responsabilités aux collectivités territoriales, ces dernières sont en permanence confrontées à l'amélioration de leurs performances dans le but d'instituer une nouvelle gouvernance plus transparente et plus efficace face à certaines insuffisances. C'est pour cette raison qu'on trouve de nouveaux modes et outils de gestion tel-que le recours à l'audit sur les collectivités territoriales dans le but d'apprécier les différents aspects du fonctionnement des collectivités territoriales et de s'assurer de la régularité, de l'efficacité et de la performance de ces dernières à tous les niveaux. De ce fait, on constate que même les nouvelles lois organiques des collectivités territoriales ont de plus en plus mis l'accent sur l'audit externe des collectivités territoriales grâce au rôle essentiel qu'il joue dans la mise en œuvre des principes de la bonne gouvernance dans les collectivités territoriales.

MOTS-CLEFS: Région, province, préfecture, commune, découpage territoriale, gouvernances territoriales, audit, loi organique des collectivités territoriales.

1 INTRODUCTION

Actuellement le contexte Marocain connaît des évolutions majeures sur le plan national et dans lequel on constate que plusieurs discours politiques et économiques entament l'importance de l'amélioration de la performance des collectivités territoriales et par conséquent de la gouvernance territoriale.

Le Maroc a été marqué par une politique de décentralisation des administrations publiques marocaines, et les pouvoirs publics marocains ont mis en place un système administratif décentralisé pour la gestion des affaires locales. Le but de cette politique est de permettre au Maroc de procéder à un traitement plus rapide, efficace et à une meilleure gestion d'une partie des affaires administratives à caractère local au profit du développement local. Ce qui a fait des collectivités territoriales des acteurs majeurs dans les stratégies du développement local.

Egalement, à travers la nouvelle constitution de 2011 et à travers l'adoption des projets des lois organiques relatives aux collectivités territoriales concernant les régions¹, les préfectures, les provinces² et les communes³, tout cela constitue un saut qualitatif en matière de renforcement de la décentralisation, de la démocratie locale et de la consécration de la gouvernance territoriale. L'accompagnement des mutations profondes que connaît le Royaume dans les différents domaines a engendré une grande dynamique concernant la relation de l'Etat avec les régions, les préfectures, les provinces et les communes en vue du renforcement de leurs rôles dans le développement socio-économique en milieu rural et urbain. La conjoncture actuelle marquée également par le lancement du grand chantier de la régionalisation élargie, avec tout ce qui en découle en termes de réformes du système territorial, offre une opportunité idoine pour promouvoir le rôle que ce soit de la région, de la préfecture, de la province ou de la commune de sorte qu'elles deviennent des collectivités territoriales indépendantes qui gèrent leurs affaires de manière démocratique et par le biais de leurs conseils et organes élus. Ces lois organiques de finances des collectivités territoriales sont orientées par les Hautes directives royales visant à doter le Maroc de collectivités territoriales capables de réaliser le développement et à offrir des services de proximité aux citoyens. Elles visent à consacrer le rôle des collectivités territoriales et à renforcer la coopération et la solidarité entre les collectivités relevant de son territoire, ainsi que la promotion du rôle et des obligations des élus. Toutefois cela va permettre la promotion du développement local au sein des villes et des villages et consacrera la transparence dans la gestion des ressources humaines et financières dans les différentes collectivités territoriales en plus de la consolidation du poste du président de la commune, de la province, ou de la région.

De ce fait, les collectivités territoriales représentent un poids important dans l'activité économique et sociale du pays. Elles sont l'avenir du Maroc en termes de croissance et de richesse. Elles sont appelées à ce titre à jouer un rôle central, en tant que véritable moteur de production économique et de valorisation de la richesse nationale. Ils constituent une grande affaire des finances publiques et de la réflexion politique pour les prochaines années. Il nous faut une gouvernance en réseaux, au niveau local et national, efficace et performante.

Les collectivités territoriales favorisent la logique de proximité. Son premier avantage est de multiplier les agents économiques publics, ce qui permet de substituer à la politique centraliste une stratégie plus éclatée, plus proche du besoin, plus adaptée à la réalité diverse du territoire et sacrifiant aux impératifs d'équilibre spatial et d'aménagement du territoire.

La collectivité territoriale a l'avantage de constituer un espace unique à la fois économique, social et culturel. Elle fournit de ce fait à l'action économique des dimensions essentielles et des opportunités d'intégration des actions du développement qui ne sont pas possibles dans le cadre des actions verticales de l'Etat. Les collectivités territoriales dans le cadre de la politique de la décentralisation sont susceptibles en outre de dynamiser l'économie en créant un cadre favorable à l'investissement privé et à la promotion de l'emploi. Les fonctions des collectivités territoriales de la production des équipements de proximité et de l'organisation des services publics notamment, produisent un impact direct sur l'environnement. La démarche économique décentralisée a prouvé aussi sa capacité à assurer le captage de nouvelles ressources et à mobiliser de nouveaux facteurs de production qui peuvent échapper aux circuits centralistes.

De ce fait les collectivités territoriales sont en permanence confrontées à l'amélioration de leurs performances dans un environnement qu'elles souhaitent sécuriser. Cette amélioration est de plus en plus recherchée dont le but d'instituer une

¹ La loi organique des finances N°111-14 relative aux régions.

² La loi organique des finances N°112-14 relative aux préfectures et les provinces.

³ La loi organique des finances N°113-14 relative aux communes.

nouvelle gouvernance plus transparente pertinente et efficace face à certaines insuffisances. C'est pour cette raison qu'on trouve que l'Etat a mis en place des nouvelles réformes et des nouveaux modes et outils de gestion dans le but d'assurer l'efficacité et la performance des collectivités territoriales à tous les niveaux. Et actuellement à travers une lecture des nouvelles lois, on constate que l'Etat va de plus en plus vers l'adoption des nouvelles pratiques de gestion (NEW MANAGEMENT PUBLIC), en s'inspirant des pratiques de la gestion privée l'Etat va vers le renforcement de l'audit externe sur les collectivités territoriales.

Le recours et le renforcement de l'audit externe sur les collectivités territoriales permet d'améliorer la gestion publique locale dans la mesure où l'audit a pour vocation de fournir l'assurance raisonnable quant au champ audité à la qualité de l'information comptable. Les réformes de l'Etat vont de plus en plus vers le recours à l'audit sur les collectivités territoriales dû au rôle essentiel qu'il joue dans la mise en œuvre des principes de bonne gouvernance dans les collectivités territoriales. Il constitue l'un des outils permettant de concrétiser les principes de bonne gouvernance dans les collectivités territoriales instituées par la nouvelle Constitution du Royaume. Il constitue également un levier permettant aux élus et aux citoyens de façon générale d'augmenter leur niveau de confiance dans la gestion communale, condition nécessaire pour élever leur niveau de participation à la gestion de la cité.

De ce fait, l'audit est loin d'être un luxe, un effet de mode, ou une simple volonté de transposition d'instrument qui a fait ses preuves dans le secteur privé. L'audit externe sur les collectivités territoriales est une nécessité impérieuse pour la gouvernance du secteur public en général et pour les collectivités territoriales en particulier. Il est devenu indispensable pour le pilotage des systèmes financiers publics. D'où ces réformes et ces nouveautés avec lesquelles sont arrivées les Lois organiques des collectivités territoriales. Par conséquent tout cela nous pousse à nous poser la question suivante : Quelles sont les nouveautés auxquelles sont arrivées les Lois organiques des collectivités territoriales en matière d'audit externe sur les collectivités territoriales?

2 L'APPORT DES NOUVELLES LOIS ORGANIQUES DES COLLECTIVITÉS TERRITORIALES PAR RAPPORT À LA NOTION D'AUDIT EXTERNE SUR LES CT

La réforme territoriale est considérée parmi les réformes les plus importantes car elle est en relation directe avec la réalité des citoyens, du territoire, avec la problématique du développement, avec l'égalité urbaine et avec la proximité. On peut effectuer différentes lectures possibles pour cette réforme.

Actuellement et à travers une lecture des réformes relatives à la Loi organique des collectivités territoriales et en la comparant avec les lois antérieures qui existaient avant, on constate que ces nouveautés institutionnelles et constitutionnelles ont pour but de revoir complètement le modèle de gouvernance des collectivités territoriales au Maroc pour en faire de véritables pôles de production et des espaces de solidarité. A travers la nouvelle constitution et les nouvelles lois organiques des collectivités territoriales qui sont votées et publiées en 2015, les collectivités territoriales vont connaître une nouvelle génération de politiques territoriales. Ces lois ont proposé une série de dispositifs qui vont modifier les relations entre l'Etat et les collectivités territoriales. Parmi les principaux apports de cette loi organique des collectivités territoriales, on constate la montée en puissance des politiques territoriales des conseils régionaux qui ont longtemps souffert du manque d'outils d'appui au développement régional qui peuvent se manifester par la mobilisation des dispositifs de soutien à l'élaboration et à l'exécution des programmes et des projets que les conseils auront définis. Ces nouveaux dispositifs peuvent imprégner positivement l'évolution de nombreuses politiques territoriales si les conseils parviennent à les activer efficacement. Le conseil régional dispose par le biais d'une structure qui peut l'assister à maîtriser techniquement l'élaboration et la mise en œuvre de ses décisions portant sur le plan et sur les programmes du développement régional. À travers ces nouvelles instructions, les instances locales sont amenées à approprier des instruments utiles, à améliorer l'efficacité de leurs décisions, et à établir un ciblage prioritaire de leurs besoins dans le périmètre des prérogatives définies dans le cadre de leurs missions propres et des compétences qui leur seront transférées par l'Etat. Cette répartition des missions entre l'Etat et les collectivités territoriales appelle à une plus grande synergie dans la mise en œuvre des politiques publiques, à plus de convergence dans les actions des différents intervenants et à mutualiser les forces et les moyens au service d'une action plus efficiente dans le but d'assurer une politique de décentralisation élargie en vue d'assurer la cohérence et l'unité de l'action publique et l'affirmation d'un représentant unique de l'Etat au niveau local qui devrait assurer un rôle d'animation, d'appui, de suivi et d'accompagnement. Les collectivités territoriales constituent l'interface de l'Etat au niveau local.

La nouvelle loi organique des collectivités territoriales donne aux instances locales la possibilité de concevoir et d'exécuter des politiques territoriales au bénéfice de leurs territoires en recourant à la mobilisation de nouveaux outils de programmation et d'exécution de projets pour une meilleure gouvernance territoriale à partir de ces nouvelles lois et par le

nouveau découpage du territoire Marocain en 12 régions. Tout cela a permis de donner aux collectivités territoriales plusieurs compétences et un pouvoir important et surtout de leur donner la capacité d'agir et d'intervenir dans différents domaines (à savoir : l'éducation, la santé, le chômage, la planification...) dont le but ultime est l'atteint d'un développement territorial à travers une bonne gouvernance.

La loi organique des collectivités territoriales votée en 2015 est venue après l'adoption de la nouvelle constitution en 2011. Cette loi englobe plusieurs nouveautés et des nouvelles visions importantes voire primordiales par rapport aux différentes problématiques à savoir : Le contrôle et l'audit des collectivités territoriales doivent ils être à priori ou à postériori ? Et on constate qu'il y avait des efforts importants législativement pour atteindre les objectifs qui ont été fixé au niveau de la constitution dans le but d'appliquer les instructions royales qui accentuent sur l'équité sociale de façon générale et sur l'équité économique de façon particulière dont le but ultime reste l'intérêt de notre pays et l'intérêt général.

A traves ces nouveautés les collectivités territoriales disposent de plus en plus de compétences. Elles disposent d'une autonomie de gestion qui s'inscrit dans le cadre des orientations générales de l'Etat. Elles sont considérées comme un acteur de développement économique. Ce qui nous amène à nous interroger sur la capacité des collectivités territoriales à gérer l'ensemble de ces compétences et de ces responsabilités qui lui ont été transférées face à leurs capacités et à leurs moyens. C'est pour cette raison qu'on trouve dans ces nouvelles lois que les collectivités territoriales sont dotées des ressources financières importantes par rapport à la situation précédente où on trouvait que les ressources financières ont été très faibles par rapport aux compétences dont elles disposait avant en matière du développement économique et social. Egalement, on constate qu'il y a un changement des relations de l'Etat avec les collectivités territoriales d'une relation verticale vers une relation de coopération, de partage et de partenariat.

En comparant ces nouvelles lois avec les lois antérieures on trouve que, avant, parmi les attributions du conseil il y avait l'élaboration, l'examen, le vote du compte administratif⁴. Et à la fin de chaque année budgétaire, l'ordonnateur prépare le compte administratif des dépenses et des recettes et le présente à la commission permanente compétente du conseil pour une étude de dix jours au moins avant de le soumettre au vote du conseil délibérant au cours de la première session ordinaire suivante. Une ampliation du compte administratif est adressée à l'autorité de la tutelle⁵ et à la clôture de l'année budgétaire. L'ordonnateur établit le compte administratif de la gestion écoulée. Une copie certifiée conforme du compte administratif est adressée au receveur⁶ (qui est actuellement le trésorier préfectoral). Ce compte administratif ainsi que le compte de gestion est produit par le comptable en fonction de la date de sa présentation. Il est présenté par l'entremise du trésorier régional, préfectoral ou provincial à la cour régionale des comptes du ressort duquel relève la collectivité territoriale ou le groupement⁷ et la cour régionale des comptes se charge des contrôles suivants⁸ :

- 1- Juge les comptes et contrôle la gestion des collectivités locales, de leurs groupements et des établissements publics relevant de la tutelle de ces collectivités et groupements.
- 2- Contrôle la gestion des entreprises concessionnaires ou gérantes d'un service public local et des sociétés et entreprises dans lesquelles des collectivités locales, des groupements, des établissements publics relevant de la tutelle de ces collectivités et groupements, possèdent, séparément ou conjointement, directement ou indirectement, une participation majoritaire au capital ou un pouvoir prépondérant de décision.
- 3- Contrôle l'emploi des fonds publics reçus par des entreprises, autres que celles citées ci-dessus, des associations, ou tout autre organisme bénéficiant d'une participation au capital ou d'un concours quelle que soit sa forme de la part d'une collectivité locale, d'un groupement ou de tout autre organisme soumis au contrôle de la cour régionale.
- 4- Exerce une fonction juridictionnelle en matière de discipline budgétaire et financière à l'égard de tout responsable, tout fonctionnaire ou agent :
 - Des collectivités locales et de leurs groupements;
 - Des établissements publics relevant de la tutelle de ces collectivités et groupements;

⁴ Selon l'article 37 de la charte communal 78-00

⁵ Selon l'article 53 de la loi n° 45-08 relative à l'organisation des finances des collectivités locales et de leurs groupements.

⁶ Selon l'article 108 du Décret n° 2-76-576 (5 chaoual 1396) portant règlement de la comptabilité des collectivités locales et de leurs groupements (B.O. 1er octobre 1976). (abrogé par le décret n° 2-09-441 du 03/01/2010)

⁷ Selon l'article 117 du Décret n° 2-76-576 (5 chaoual 1396) portant règlement de la comptabilité des collectivités locales et de leurs groupements (B.O. 1er octobre 1976). (abrogé par le décret n° 2-09-441 du 03/01/2010)

⁸ Selon l'article 118 de la loi n° 62-99 formant code des juridictions financières

- De toutes sociétés ou entreprises dans lesquelles des collectivités locales ou des groupements possèdent, séparément ou conjointement, directement ou indirectement, une participation majoritaire au capital ou un pouvoir prépondérant de décision.

5- Concourt au contrôle des actes relatifs à l'exécution des budgets des collectivités locales et de leurs groupements.

Ainsi la cour peut demander tout document qu'elle juge nécessaire pour mener à bien leur mission. Le contrôle du compte administratif se fait en confrontant les données de l'ordonnateur à ceux du comptable assignataire. Ainsi, une fois la cour régionale des comptes reçoit le compte de gestion du comptable et le compte administratif de l'ordonnateur, le comité chargé de la vérification procède à la confrontation des données chiffrées des deux documents; et essaie de détecter les anomalies et les discordances entre ces deux dernières. La signature de ces documents par l'ordonnateur est obligatoire pour certifier leur exactitude et engager sa responsabilité. Il y a des états qui peuvent faire objet de double signature celle du comptable et celle de l'ordonnateur.

Cependant avec cette nouvelle loi, on peut constater le non abordement total du compte administratif (ni sa manière d'élaboration, de vote...), où on ne le trouve plus dans les attributions du conseil. Cependant on trouve qu'il est remplacé par une disposition dans la section des règles de gouvernance de la loi organique des collectivités territoriales qui stipule que « la collectivité territoriale (que ce soit région, province, préfecture, commune) doit sous la supervision du président de son conseil, adopter : l'évaluation de sa performance, le contrôle interne, l'audit, et de présenter les résultats de sa gestion »⁹. De ce fait cela nous amène à nous interroger sur la question suivante : « Est ce qu'on peut considérer ce changement comme une suppression du compte administratif ? » chose qui sera clarifiée par l'alignement des autres lois à ce changement (ex : loi de juridiction financière ...).

En effet cet abandon du compte administratif reste dans le but du renforcement de la position du président du conseil que ce soit communal, provincial, préfectoral ou régional. Si on compare ces nouveautés avec la France on trouve qu'il s'agit d'une révolte par rapport au système français, car au niveau du système Français on trouve qu'il existe deux comptes : le compte de gestion qui est élaboré par les comptables publics à la cour régionale des comptes, et le compte administratif qui est élaboré par les sous ordonnateurs. La France n'a pas éliminé le compte administratif vu son importance. C'est un document qui est réalisé périodiquement et qui est crédible. Et la France cherche actuellement l'unification de ces deux comptes pour recourir à la certification des comptes.

Egalement on constate la mise en accent sur les mécanismes d'audit qui est exercé sur les collectivités territoriales où on trouve deux mécanismes d'audit qui est proposé dans cette loi.

Le premier mécanisme est indiqué dans l'article 227 de la loi 111.14¹⁰ qui stipule que « les finances de la région sont soumis au contrôle des cours régionales des comptes. Les opérations financières et comptables de la région sont soumises à l'audit annuel qui est effectué conjointement avec l'IGF et l'IGAT. Cet audit est effectué sur place et sur les documents financiers et comptables. Un rapport est établi, dont une copie est délivrée au président du conseil régional, au wali de la région, à l'autorité gouvernementale chargée de l'intérieur et à la cour régionale des comptes du ressort duquel relève la collectivité territoriale et sur lequel elle prend les décisions nécessaires par rapport aux conclusions de ces rapports d'audit » cette loi a indiqué qu'il s'agit d'un audit conjoint de l'IGF et de l'IGAT lorsqu'il est exercé sur les régions ou sur les provinces et préfectures¹¹ et qu'il s'agit d'un audit effectué soit par l'IGF, soit par l'IGAT, ou soit de façon conjointe entre IGF et IGAT lorsqu'il s'agit d'un audit qui est exercé sur les communes¹². Il s'agit d'un audit systématique effectué annuellement par les organes d'audit et le rapport établi et délivré au conseil de la collectivité sans prendre des décisions de sanction. Donc on trouve qu'on s'inscrit dans une logique purement d'audit dont le but est d'aboutir à la performance.

De ce fait ces lois on légitimer l'audit sur les collectivités territoriales, en lui donnant un aspect juridique, donc l'audit externe des collectivités territoriales à bénéficier de cette force de loi. Mais en effet cette loi organique n'a pas présenté la façon avec lequel sera effectué l'audit, ni les techniques et les méthodologies.

⁹ Dans l'article 246 de la loi organique des finances N°111-14 relative aux régions

¹⁰ De la loi organique des finances N°111-14 relative aux régions

¹¹ Selon l'article 227 de la loi organique des finances N°111-14 relative aux régions, et selon l'article 205 de la loi organique des finances N°112-14 relative aux préfectures et les provinces

¹² Selon l'article 214 de la loi organique des finances N°113-14 relative aux communes.

Le deuxième mécanisme se trouve au niveau de la section des règles de gouvernance de la loi organique des collectivités territoriales dans lequel « le conseil ou le président du conseil après l'information du wali de la région ou de la volonté de ce dernier de soumettre la gestion de la région et des organes qui lui sont affiliés aux opérations d'audit qui incluent les opérations d'audit financier. L'audit sera effectué par les autorités qui sont éligibles par la loi, et le rapport établi doit être délivré au wali de la région et au membre du conseil et son président »¹³. Donc, dans ce cas, la mission de l'audit est lancée de l'initiative du conseil ou du président du conseil ou du wali. Et c'est l'autorité concernée qui va effectuer la mission d'audit mais la loi n'a pas indiqué qui sont ces autorités ?

De ce fait on constate dans ces lois l'importance donnée à l'audit externe sur les collectivités territoriales. La fonction d'audit est au cœur du processus de la mise en place d'une série de dispositions juridiques, législatives et institutionnelles relatives à la rationalisation et à la démocratisation de la gestion et à la modernisation des collectivités territoriales.

Par conséquent l'audit loin d'être un luxe, un effet de mode, ou une simple volonté de transposition d'instrument qui a fait ses preuves dans le secteur privé, l'audit externe sur les collectivités territoriales est une nécessité impérieuse pour la gouvernance du secteur public en général et pour les collectivités territoriales en particulier. Il est devenu indispensable pour le pilotage des systèmes financiers publics. D'où ces réformes et ces nouveautés avec lesquelles sont arrivées les lois organiques des collectivités territoriales.

Actuellement les collectivités territoriales accordent une importance déterminante à cet outil puissant qu'est l'Audit, outil d'organisation et de la maîtrise des risques d'origine interne ou externe. L'audit est maintenant une fonction d'assistance au management. Issu du contrôle comptable et financier. Cette fonction recouvre de nos jours une conception beaucoup plus large et plus riche, répondant aux exigences croissantes de la gestion de plus en plus complexe : nouvelles méthodes de direction (délégation, décentralisation, informatisation des systèmes de gestion,etc).

Différents organes exercent l'audit sur les collectivités territoriales dans le but d'assurer la transparence par le respect des règles et des lois qui régissent les collectivités territoriales, d'assurer l'efficacité de la gestion des finances locales, et également d'assurer la performance au niveau de la gouvernance territoriale.

L'audit joue un rôle essentiel dans le fonctionnement des collectivités territoriales. Il est devenu un mot d'usage courant. Le souci des instances locales de se protéger, de définir des règles de comportement, mais aussi de collecte, de traitement et de transmission de l'information, a conduit les gouvernements à accroître considérablement le volume des normes et des règles en vigueur. Mais la normalisation est de peu d'intérêt si elle n'est pas respectée. L'audit constitue un des moyens essentiels pour s'assurer de la conformité par rapport à une norme qui la régit et dans le but de s'assurer de la capacité de maîtrise de la conduite et d'atteindre les objectifs fixés par les collectivités territoriales. Mais également il permet de s'assurer de l'efficacité du système de contrôle interne qui existe et de sa performance.

L'audit est un mode de gestion dont les concepts, les normes, les techniques s'inscrivent dans un processus permanent d'efficacité, de gestion participative, de détection des dysfonctionnements, de remise en cause, de transparence voire de performance. L'audit peut être considéré comme un mode de management et un principe d'efficacité. Car si l'on retient que l'audit est un ensemble de techniques permettant d'analyser et d'évaluer les méthodes de gestion, on peut donc déduire qu'il est une activité indépendante d'appréciation du contrôle des opérations au service de la direction. C'est donc un contrôle qui a pour fonction d'estimer et d'évaluer l'efficacité des autres contrôles. L'audit a pour objet d'assurer la sécurité maximale de l'organisation et la fiabilité de ses informations. Les dirigeants soucieux d'assurer la maîtrise de leurs gestions lui accordent une place très importante comme un système de contrôle interne.

L'audit a pour but à la fois d'assurer une bonne gouvernance des collectivités territoriales, une circulation d'informations fiables, d'aboutir à une meilleure efficacité, d'assurer une surveillance et l'application des instructions. De ce fait on peut déduire que la définition de l'audit fait apparaître clairement cette notion de régularité, d'efficacité et de performance.

L'étude de l'audit répond à des attentes réelles des collectivités territoriales. A l'heure des mises à niveau et des restructurations des collectivités territoriales, de l'assainissement du secteur public,... l'utilité de l'audit est de plus en plus évidente. L'audit peut être considéré comme un outil primordial de gestion pour améliorer le potentiel compétitif des collectivités territoriales et accroître sa réactivité dans un contexte qui impose d'améliorer sans cesse son fonctionnement. De ce fait l'audit s'avère un outil indispensable et adapté. La finalité de la mission d'audit est de déterminer si l'opération a

¹³ Selon l'article 248 de loi organique des finances N°111-14 relative aux régions.

été structurée correctement et peut atteindre les objectifs fixés. De ce fait les investigations peuvent révéler des insuffisances de contrôle interne, des défauts de procédures ou de l'efficacité dans les organisations ou les systèmes. L'audit vise également à s'assurer du respect des instructions données et à prévenir ou à détecter les détournements dans les opérations. Les constatations relevées au moyen de l'audit et les suggestions en découlant servent à améliorer le dispositif de contrôle en remédiant à ses faiblesses. L'audit accumule de cette façon une connaissance beaucoup plus riche des particularités et des faiblesses des collectivités territoriales. Il découle d'une logique d'assainissement de gestion et d'organisation et il s'appuie en cela sur des méthodes et sur une démarche déontologique précise qui lui procure à la fois rigueur et souplesse.

En effet les collectivités territoriales mettent en œuvre des stratégies afin d'atteindre leurs objectifs. Compte tenu de la nature de leurs opérations et de la réglementation par lesquelles elles sont régies et dans lesquelles elles opèrent et de leur taille et de leur complexité, elles font face à une diversité de risques opérationnels¹⁴. De ce fait les collectivités territoriales ont la responsabilité d'identifier de tels risques et de prendre les mesures pour y faire face. D'où le rôle et l'importance de l'intervention de l'audit au niveau d'évaluation du système du contrôle interne et l'identification des risques qui existent. De ce fait l'audit ne s'agit pas du contrôle et de l'inspection. Il n'a pas pour but de sanctionner les personnes. Mais l'objectif de l'audit c'est d'aboutir à la performance et à la bonne gouvernance. Il permet de détecter les points forts et les points faibles et de proposer des recommandations d'amélioration. L'audit permet également « d'évaluer pour évoluer », c'est une amélioration en continu. C'est pour cette raison qu'il faut sensibiliser le personnel sur l'importance de l'audit et sa différence par rapport au contrôle, pour avoir une certaine coopération mutuelle entre l'auditeur et le personnel lors de la mission d'audit, en fournissant par les personnels toutes les informations demandées par l'auditeur de façon fiable et sincère.

Si on compare ces nouveautés apportées par les lois organiques des collectivités territoriales du Maroc avec la France on trouve que La France, actuellement est en train d'aller vers une nouvelle logique au delà d'un simple audit de régularité et d'efficacité. Cette logique est inspirée de la gestion privée des sociétés. Actuellement elle cherche à l'unification des deux comptes à savoir le compte administratif et le compte de gestion et de recourir à la certification des comptes des collectivités territoriales, où on trouve qu'un projet de loi de décentralisation en France comprend une mesure visant l'expérimentation d'une certification de comptes de grandes collectivités territoriales volontaires. Cela s'inscrit pleinement dans le cadre défini par l'article 47-2 de la Constitution de France¹⁵ fixant les exigences de régularité et de sincérité des comptes des administrations publiques.¹⁶

Dès lors, il implique une action sur la qualité des comptes qui passe par la fiabilisation des états financiers et également par le renforcement du dispositif de contrôle interne comptable et financier, puisque la comptabilité est la traduction d'un ensemble de flux économiques et patrimoniaux. Ainsi, elle permet un affichage objectif de la situation patrimoniale et financière de l'entité à travers un bilan et son évolution à travers un compte de résultat. La qualité comptable est donc un moyen d'assurer davantage de transparence sur la situation financière par une meilleure connaissance des actifs et des passifs, par la sincérité du résultat, et de fournir une information claire, pertinente, lisible et périodique. En améliorant sa qualité, la comptabilité peut alors jouer pleinement son rôle de support des outils de gestion. Elle fournit ainsi une information comptable nécessaire aux outils de pilotage financier¹⁷.

La question de la certification des comptes des collectivités territoriales s'inscrit dans un contexte d'exigences croissantes vis-à-vis de ces dernières. Elles doivent faire preuve de davantage de transparence et mieux informer les citoyens et les financiers de l'utilisation de l'argent public. Cette démarche suscite la curiosité et l'intérêt, mais aussi des interrogations et des inquiétudes car elle représente pour les collectivités, le passage d'une culture de la règle et de l'outil à une culture de gestion du risque.

¹⁴ J.M. Reynaud, « Maitriser les risques : un enjeu récent mais capital pour la démocratie locale », *op. cit.*, p.13.

¹⁵ « (...) Les comptes des administrations publiques sont réguliers et sincères. Ils donnent une image fidèle du résultat de leur gestion, de leur patrimoine et de leur situation financière ».

¹⁶ Alain LASKAWIEC ; Julie LIZO, « Fiabilisation et certification des comptes des établissements publics de santé » *Revue Française de Gestion & Finances Publiques*, N° 3/4, Mars-Avril 2014.

¹⁷ Alain LASKAWIEC ; Julie LIZO, « Fiabilisation et certification des comptes des établissements publics de santé » *Revue Française de Gestion & Finances Publiques*, N° 3/4, Mars-Avril 2014

La certification des comptes des collectivités territoriales permet de donner une assurance raisonnable sur la fiabilité des données financières des collectivités territoriales et de leurs crédibilités. Chose qui est primordiale dont le but est d'assurer la transparence et la bonne gouvernance.

La certification n'est qu'un des moyens d'attester de la qualité des comptes. Dans le cadre de sa mission légale, le certificateur externe atteste de la sincérité des comptes produits. Il atteste que les comptes annuels sont réguliers et sincères et donnent une image fidèle du résultat des opérations de l'exercice écoulé ainsi que de la situation financière et du patrimoine de l'établissement à la fin de cet exercice.¹⁸

La certification vise essentiellement à apporter une assurance raisonnable de la fiabilité des comptes avant leur approbation. Elle est une mission d'audit externe des comptes consistant à exprimer une opinion sur la conformité des comptes au référentiel comptable qui leur est applicable. Cette opinion ne se limite pas à la régularité des comptes, elle conduit à se prononcer également sur leur sincérité.¹⁹

Même si la certification constitue l'une des formes de contrôle les plus objectives et indépendantes de la sincérité des états financiers d'une entité, elle n'est pas le seul moyen de les examiner et intervient en complément d'autres types de contrôles, lesquels portent un regard et des objectifs différents bien que complémentaires. La certification n'est pas une alternative mais bien un complément aux formes existantes de contrôle des comptes publics.²⁰

3 CONCLUSION

Les collectivités territoriales jouent un rôle majeur dans le développement économique et social de notre territoire. C'est pour cette raison qu'on constate que plusieurs réformes institutionnelles et juridiques sont mises en place dans le but du renforcement de la politique de la décentralisation menée par l'Etat et par l'amélioration de l'efficacité de gestion des collectivités territoriales.

Les collectivités territoriales détiennent actuellement des nouvelles compétences qui lui ont été transférées. Et par conséquent le poids des collectivités territoriales devient de plus en plus important, et les risques auxquels sont confrontés augmentent automatiquement. D'où le rôle de l'audit externe sur les collectivités territoriales, chose qui a été matérialisée par les réformes actuelles qui ont mis l'accent sur l'audit externe des collectivités territoriales.

L'audit devient au cœur des dispositions juridiques et législatives des collectivités territoriales. Il joue un rôle essentiel dans le fonctionnement des collectivités territoriales puisqu'il constitue un des moyens essentiels pour s'assurer de la régularité, de l'efficacité, et de la performance du système de contrôle interne des collectivités territoriales.

REFERENCES

- [1] La loi organique des finances N°111-14 relative aux régions.
- [2] La loi organique des finances N°112-14 relative aux préfetures et les provinces.
- [3] La loi organique des finances N°113-14 relative aux communes.
- [4] La charte communal 78-00
- [5] La loi n° 45-08 relative à l'organisation des finances des collectivités locales et de leurs groupements.
- [6] Décret n° 2-76-576 (5 chaoual 1396) portant règlement de la comptabilité des collectivités locales et de leurs groupements (B.O. 1er octobre 1976). (abrogé par le décret n° 2-09-441 du 03/01/2010)
- [7] Décret n° 2-76-576 (5 chaoual 1396) portant règlement de la comptabilité des collectivités locales et de leurs groupements (B.O. 1er octobre 1976). (abrogé par le décret n° 2-09-441 du 03/01/2010)
- [8] La loi n° 62-99 formant code des juridictions financières.

¹⁸ Article L. 823-9 du code de commerce de la France : « Les commissaires aux comptes certifient, en justifiant de leurs appréciations, que les comptes annuels sont réguliers et sincères et donnent une image fidèle du résultat des opérations de l'exercice écoulé ainsi que de la situation financière et du patrimoine de la personne ou de l'entité à la fin de cet exercice ».

¹⁹ Alain LASKAWIEC ; Julie LIZO, « Fiabilisation et certification des comptes des établissements publics de santé » *Revue Française de Gestion & Finances Publiques*, N° 3/4, Mars-Avril 2014.

²⁰ Alain LASKAWIEC ; Julie LIZO, « Fiabilisation et certification des comptes des établissements publics de santé » *Revue Française de Gestion & Finances Publiques*, N° 3/4, Mars-Avril 2014.

- [9] La loi organique des finances N°111-14 relative aux régions.
- [10] La loi organique des finances N°111-14 relative aux régions.
- [11] La loi organique des finances N°111-14 relative aux régions, et selon l'article 205 de la loi organique des finances N°112-14 relative aux préfetures et les provinces
- [12] La loi organique des finances N°113-14 relative aux communes.
- [13] La loi organique des finances N°111-14 relative aux régions.
- [14] J.M. Reynaud, « Maitriser les risques : un enjeu récent mais capital pour la démocratie locale », op. cit, p.13 .
- [15] « (...) Les comptes des administrations publiques sont réguliers et sincères. Ils donnent une image fidèle du résultat de leur gestion, de leur patrimoine et de leur situation financière».
- [16] Alain LASKAWIEC ; Julie LIZO, « Fiabilisation et certification des comptes des établissements publics de santé » Revue Française de Gestion & Finances Publiques, N° 3/4, Mars-Avril 2014.
- [17] Alain LASKAWIEC ; Julie LIZO, « Fiabilisation et certification des comptes des établissements publics de santé » Revue Française de Gestion & Finances Publiques, N° 3/4, Mars-Avril 2014
- [18] Code de commerce de la France : « Les commissaires aux comptes certifient, en justifiant de leurs appréciations, que les comptes annuels sont réguliers et sincères et donnent une image fidèle du résultat des opérations de l'exercice écoulé ainsi que de la situation financière et du patrimoine de la personne ou de l'entité à la fin de cet exercice ».
- [19] Alain LASKAWIEC ; Julie LIZO, « Fiabilisation et certification des comptes des établissements publics de santé » Revue Française de Gestion & Finances Publiques, N° 3/4, Mars-Avril 2014.
- [20] Alain LASKAWIEC ; Julie LIZO, « Fiabilisation et certification des comptes des établissements publics de santé » Revue Française de Gestion & Finances Publiques, N° 3/4, Mars-Avril 2014.

Le rôle de la dimension relationnelle dans la fidélisation des clients: Cas du secteur des télécommunications au Maroc

[The role of the relational dimension on customer loyalty: The case of the telecommunications sector in Morocco]

Mustapha Khouilid¹, Abdellah Echaoui², and Lala Sara Yousfi³

¹PhD Student, Département d'économie, Université Mohamed V de Rabat, Rabat, Maroc

²Professeur, Département d'économie, Université Mohamed V de Rabat, Rabat, Maroc

³PhD Student, Département d'économie, Université Mohamed V de Rabat, Rabat, Maroc

Copyright © 2016 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: Nowadays, commercial enterprises confront a clientele increasingly informed and therefore demanding and volatile, especially in the telecoms sector in Morocco. For that purpose, the customer capital becomes a central concern of these companies. Furthermore, the solution that seems most effective to deal with these challenges is to set up a relational dimension. In order to verify the impact of the relational dimension of marketing on customer loyalty, an empirical study was conducted with 138 customers of Moroccan telecom operators (Maroc Telecom, Meditel and Wana Corporate). The results of this study confirm that all elements of relational marketing have a positive and significant effect statistically on customer loyalty. Found and develop a customer capital is the aim of any business. To this end, Moroccan telecom operators must establish trust with customers, to notify their customers of any information deemed useful and satisfy their expectations while being close to the customer as well as personalizing the customer-company relationship.

KEYWORDS: Customer loyalty, Relationship marketing, Customer relationship customization, Communication, The proximity of access to clients.

RÉSUMÉ: Le capital client est devenu au cœur des préoccupations des entreprises en général, et des entreprises commerciales en particuliers qui font face à une typologie de clientèle de plus en plus informée et donc plus exigeante et volatile, surtout pour le secteur des télécommunications au Maroc. La mise en place d'une dimension relationnelle semble être la solution la plus pertinente pour faire face à ces enjeux. Une étude empirique a été réalisée auprès de 138 clients des opérateurs de télécommunications marocains (Maroc Telecom, Meditel, et Wana Corporate). Le but de cette enquête est d'étudier l'impact de la dimension relationnelle du marketing sur la fidélité des clients. Les résultats montrent que tous les éléments du marketing relationnel ont un impact positif et significatif statistiquement sur la fidélité des clients. Ainsi, pour construire et développer un capital client, les opérateurs téléphoniques au Maroc ont intérêt à instaurer un climat de confiance avec la clientèle, à informer leurs clients de toute information jugée utile, et à satisfaire leurs attentes tout en étant proche du client et en personnalisant la relation Client-Entreprise.

MOTS-CLEFS: Fidélisation des clients, Marketing relationnel, Personnalisation de la relation client, Communication, La proximité d'accès aux clients.

1 INTRODUCTION

Au Maroc, comme dans d'autres pays, développés ou en voie de développement, le capital client est au cœur des préoccupations des entreprises. Ces dernières sont en perpétuelle recherche de toute source de croissance qui peut leur garantir la « pérennité » que plusieurs entreprises n'ont pas pu atteindre notamment dans un marché caractérisé par une concurrence de plus en plus acharnée dans presque tous les domaines. Pourtant rien n'est encore garanti car ces dernières font face à une typologie de clientèle plus informée donc plus exigeante et volatile, et mieux encore, plus méfiante et résistante.

Pour une entreprise, la mise en place d'une dimension relationnelle semble donc la solution la plus pertinente pour faire face à ces enjeux. Dans le cadre du présent papier, nous allons mettre l'accent sur le rôle de la dimension relationnelle dans la fidélité des clients, dans le contexte de la téléphonie mobile au Maroc. Le choix de ce secteur est dû au progrès que connaît ce dernier au Maroc, ainsi le nombre de clients recrutés par les opérateurs téléphoniques qui ne cesse d'augmenter selon les dernières statistiques avancées par l'Agence Nationale de Réglementation des Télécommunications. La raison pour laquelle, l'étude de ce secteur nous a intéressé, est de pouvoir en tirer les éventuels facteurs clés qui expliquent le rôle de la dimension relationnelle sur la fidélité. Par ailleurs, nous insistons sur les éléments du marketing relationnel et la fidélité car nous considérons que ces éléments sont les facteurs clés de succès des entreprises. Ainsi nous connaissons, qu'un client fidèle offre beaucoup d'avantages à l'entreprise : il est moins coûteux à satisfaire, il se montre également de moins en moins rigide aux prix, certes il recommandera l'offre auprès d'autres consommateurs, et il va acquérir les produits nouveaux. Cependant, il semble difficile de fidéliser les clients d'aujourd'hui vu leur caractère volatil.

L'objectif du présent papier est de décortiquer le concept du marketing relationnel tout en relatant les différentes phases qui ont marqué l'histoire de la relation client-fournisseur au fil de temps, ainsi que les variables clés de la dimension relationnelle et leur rôle dans la fidélité des clients. Dès lors, nous essayerons de répondre à cette question : Les variables clés du marketing relationnel ont-elles un impact sur la fidélisation des clients dans le secteur de la téléphonie au Maroc ? La réponse à cette question, va nous permettre de valider et de renforcer notre point de vue concernant la nécessité d'instaurer une telle approche au sein des entreprises commerciales marocaines qui cherchent à maintenir la relation avec leurs clients en les fidélisant, ainsi de présenter aux lecteurs et aux intéressés, une étude concrète de ce que peut faire le pouvoir relationnel.

2 REVUE DE LA LITTÉRATURE SUR LE MARKETING RELATIONNEL

2.1 DU CONCEPT « RELATION » ...

Lorsqu'il s'agit de définir la notion de relation, on peut dire que c'est un « lien de dépendance ou d'influence réciproque entre personnes », également la notion de relation est souvent envisagée dans la littérature comme un « état d'association ». Elle peut être définie de la part des clients de façon différente, car chaque client dispose de ses propres déterminations de la relation, il y en a qui l'aperçoivent comme étant des interactions fréquentes et chaleureuses, alors que d'autres, sont à la recherche d'une relation distante et moins intime [1]. Actuellement la notion de relation client fait l'objet d'un grand intérêt notamment dans le domaine des services [2]. Aujourd'hui, le sens relationnel que toutes les entreprises adoptent ne serait-ce que pour favoriser les échanges et les transactions dans un climat incitant les clients à acheter plus, à faire confiance aux entreprises, et à déboursier plus d'argent tout en recevant une contrepartie (produit et/ou service) mais dans une plateforme basée sur le relationnel.

Cependant dans un échange commercial la relation peut prendre plusieurs dimensions et niveaux. En effet, il existe cinq niveaux de relation [3], ces derniers soulignent les niveaux suivants :

- Le niveau de base : le vendeur vend le produit mais ne contacte plus l'acheteur.
- Le niveau réactif : le vendeur encourage l'acheteur à le contacter pour tout problème éventuel.
- Le niveau responsable : le vendeur s'assure auprès de l'acheteur que le produit le satisfait, toutes réclamations ou suggestions d'amélioration sont prises en considération.
- Le niveau proactif : le vendeur garde un contact avec l'acheteur, et s'enquiert de temps à autre de sa satisfaction quant à l'usage du produit.
- Le niveau partenariat : le producteur est en contact permanent avec le consommateur.

Comme le marketing a été longtemps orienté produits, dans nos jours, cette approche n'est plus adéquate avec ce que connaît le marché, et par conséquent, une approche orientée clients paraît de plus en plus adaptée à l'évolution des marchés. Quant aux clients, ces derniers sont devenus plus exigeants, plus informés sur l'offre et surtout volatiles car ils

cherchent la nouveauté, la qualité de service, la sécurité, l'orgueil etc. En effet, les garder est une priorité pour les entreprises. Selon [4] l'entreprise n'est pas obligée d'entrer dans l'intimité avec ses clients afin de les satisfaire ou de les fidéliser, car ces derniers considèrent que le comportement des clients « transactionnels » d'une part et des clients « relationnels conditionnels » d'autre part, indique qu'un lien de proximité n'est pas toujours souhaité par les clients. En effet, l'approche relationnelle comporte des risques, notamment si elle n'est pas soutenue et renforcée par une réelle connaissance des attitudes du client vis-à-vis de la relation [5]. Ces auteurs soulignent que l'enjeu majeur pour les entreprises d'aujourd'hui, c'est celui de se soumettre aux demandes et aux exigences de la clientèle en essayant, de présenter des offres adéquates avec une qualité de service appropriée afin de donner aux clients l'envie d'acheter et racheter.

2.2 ... AU MARKETING RELATIONNEL

Au début des années 2000, nous allons assister à l'émergence d'un concept très pointu et déterminé : il s'agit du marketing one to one qui se traduit par une offre spécifique et personnalisée pour chaque client. En d'autres termes, traiter les clients de façon individuelle et personnalisée. En effet, les pratiques de ce type du marketing consistent dans un premier temps par la collecte de données sur la clientèle, ensuite l'analyse et finalement la stimulation en procédant par l'individualisation des actions de promotion et de communication marketing en fonction des attentes et du profil de chaque client ou prospect. A chaque individu doit correspondre une action ou une offre particulière, éventuellement unique. A cet effet, le marketing one to one va au-delà d'une simple personnalisation nominative de la communication et ses pratiques s'enrichissent dans la durée par la relation d'apprentissage. Le marketing relationnel est considéré depuis de nombreuses années comme le paradigme marketing [6] vu son importance en matière des approches développées en marketing des services. En effet, offrir des services et vendre aux consommateurs existants se révèle être aussi important pour le succès du marketing à long terme que d'attirer de nouveaux consommateurs [7]. Pour avoir une idée claire sur le marketing relationnel, le tableau suivant regroupe quelques définitions de ce concept.

Tableau 1. Définition du marketing relationnel

Berry (1983)	« Le marketing relationnel vise à attirer, maintenir et développer les relations avec les clients »
Kotler (1991)	« Le marketing relationnel est la construction de relations satisfaisantes à long terme avec les parties principales »
Morgan et Hunt (1994)	« Le marketing relationnel se réfère à l'ensemble des activités marketing orientées vers l'établissement, le développement et le maintien des relations d'échanges réussies dans les partenariats latéraux, internes, d'achat et de fourniture »
Définition donnée par The Direct Marketing Association	« le marketing relationnel se définit comme l'utilisation d'un ensemble de médias pour interagir avec un client dont le profil est entré dans une banque de données »
Claude Demeure Aide-mémoire Marketing 6^{ème} Edition (2008)	« La notion de marketing one to one, très globale, regroupe l'ensemble des outils et techniques permettant une relation individualisée avec un prospect ou un client. Elle comprend le marketing direct, mais aussi la relation directe entre un commercial et un prospect ou un client. À partir d'une relation personnalisée, le but du marketing one to one est de prospecter et de vendre une solution adaptée aux besoins d'un prospect ou d'un client. »
Nathalie Van Laethem, Toute la fonction marketing (2005)	« Le marketing client ou marketing one to one a pour objectif la satisfaction des clients par la création de valeur, via : 1) Une offre adaptée (produit et services associés) qui réponde à des bénéfices réels pour le client. 2) Une relation individualisée qui fidélise tout au long du cycle de vie client. »

Le marketing relationnel met davantage l'accent sur la construction d'une relation à long terme et vise à introduire un véritable dialogue, ainsi qu'il vise aussi à renouveler le sens de la relation [8]. Pour certains, le marketing relationnel a été associé principalement aux tentatives des vendeurs d'acheter la fidélité des acheteurs plutôt que de provoquer un engagement situé en profondeur [9]. Ceci nous explique que le passage du transactionnel au relationnel a pris beaucoup de temps avant qu'il devienne une préoccupation pour les entreprises. Ainsi on peut schématiser le marketing relationnel de la manière suivante :

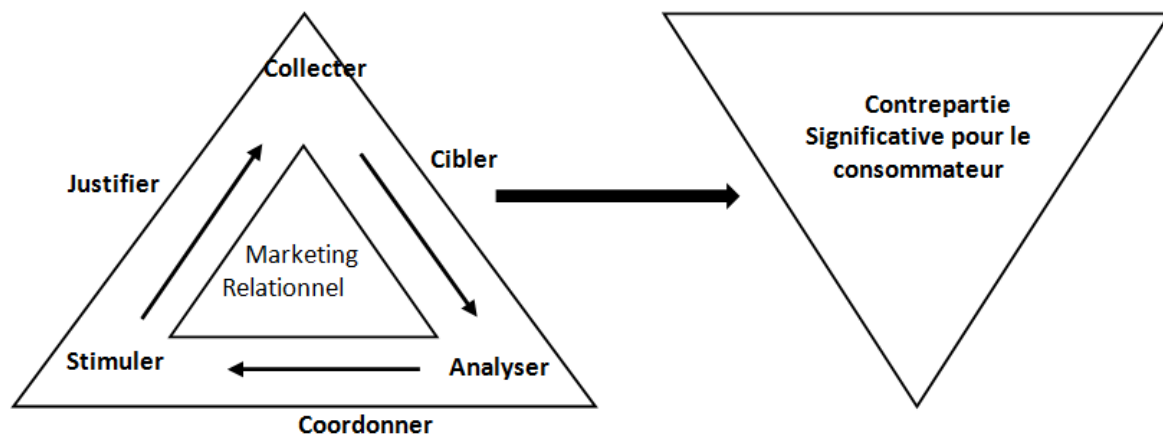


Figure 1. Le marketing relationnel

Le marketing relationnel ne peut réussir ses missions qu'à travers un certain nombre de techniques qui se réunissent entre elles afin de mener à bien toute démarche de perspectives relationnelles. Il s'adresse aux clients de l'entreprise en utilisant un ensemble d'outils de communication principalement hors médias destinés à établir et développer une relation individualisée, interactive et durable avec le client pour augmenter son chiffre d'affaire et sa rentabilité. La figure suivante présente les missions du marketing relationnel.

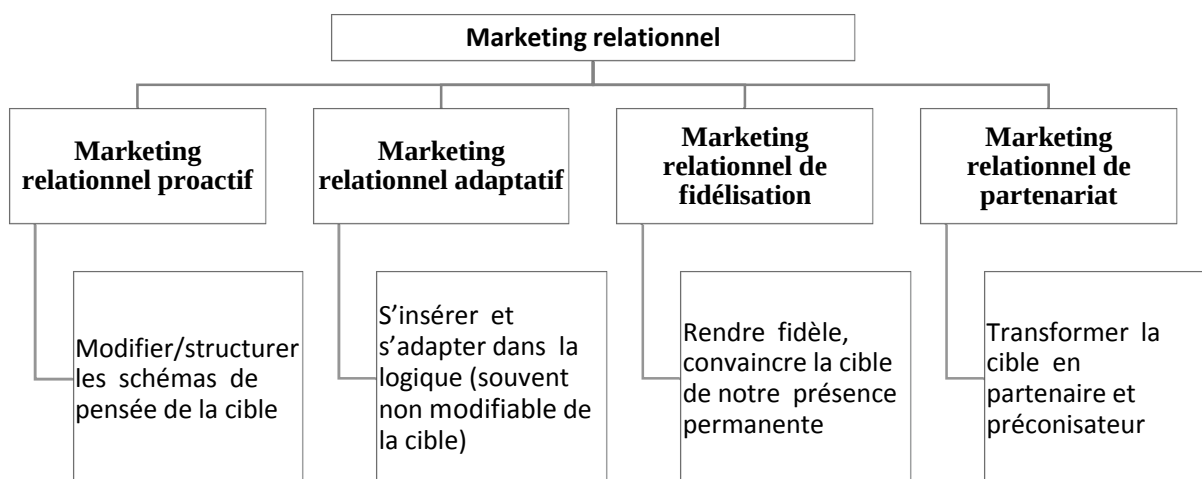


Figure 2. La mission du marketing relationnel

3 LE CONCEPT DE FIDELISATION DU CONSOMMATEUR

Les chercheurs et les praticiens ont trouvé qu'il existe un lien inextricable entre la satisfaction et la fidélité des consommateurs ainsi que la relation entre la satisfaction et la fidélité est asymétrique, [10] définit la fidélité comme étant un engagement profond de racheter le produit et/ou service de façon régulière dans le futur, ce qui induit à l'acte de l'achat répété de la même marque malgré les facteurs situationnels qui peuvent influencer le comportement du consommateur. Le concept de fidélisation est défini aussi par de nombreux auteurs selon le secteur d'activité qui leur concerne, selon les objectifs stratégiques poursuivis ainsi que selon les courants de pensée auxquels ils sont rattachés [11]. En effet, la fidélité comme notion joue un rôle très important notamment par sa relation avec le concept de satisfaction client et également par le lien qui existe entre la fidélité d'un client et sa rentabilité pour l'entreprise [12], ce dernier ajoute que le concept de la fidélité ne se limite pas dans la définition traditionnelle qui se caractérise par l'achat répété, mais elle comprend également une composante d'attitude ainsi la satisfaction est un facteur déterminant de la fidélité. Selon [13] la fidélité à la marque est une attitude favorable que manifeste le consommateur à l'égard d'une marque est ce à travers un achat régulier au fil de temps. De leur côté [14] définissent la fidélité des consommateurs comme étant la force de la relation entre l'attitude relative à un individu envers une marque et ses achats répétés de la même marque, cette attitude est influencée par des antécédents cognitifs, affectifs, conatifs et par les facteurs situationnels ainsi que les normes sociales.

3.1 LES APPROCHES THEORIQUES RELATIVES A LA FIDELITE

L'approche behavioriste

Comme l'indique le nom de cette approche (behavioriste), la fidélité dans ce cas-là est identifiée à partir de l'observation du comportement du consommateur vis-à-vis d'une marque. Cependant ce comportement selon [15] n'est que la constatation d'une suite d'achats répétés d'une marque donnée. Quant à [16] la fidélité à la marque n'est que le résultat de recherche par le consommateur et ses processus d'évaluation des attributs concernant une marque, ce qui mène à une conviction et une croyance personnelle de la supériorité de cette marque, ce qui pousse bien évidemment les consommateurs à manifester un comportement d'achat répété. L'approche behavioriste est qualifiée par [17] de « conversion » lorsqu'il s'agit d'une fidélité absolue à une marque donnée, qualifiée « d'expérimentation » lorsqu'il s'agit de tester systématiquement les différentes propositions commerciales liées à l'offre, qualifiée de « transition » quand les consommateurs abandonnent la marque de façon progressive et cherche d'autres alternatifs, ainsi qu'elle est qualifiée de « mixité » quand la consommation est alternée par plusieurs marques à la fois.

L'approche cognitive

Cette approche se considère plus riche que l'approche behavioriste notamment par la notion d'attitude qui a été introduite pour enrichir les mesures de fidélité qui ont été limitées dans l'ancienne approche [18], quant à [19] le consommateur ne sera pas fidèle à une marque que lorsqu'il développera une attitude positive vis-à-vis de cette marque. En effet, l'attitude que le consommateur manifeste à l'égard d'une marque précède toujours le déclenchement du comportement qui se traduira à un acte d'achat répété. Cependant cette approche nécessite que le consommateur soit fortement impliqué et que les besoins en cognition soient élevés. En d'autres termes, les besoins en information sont très demandés par ce type de consommateurs, et par conséquent les entreprises doivent mettre en place des moyens de communication et d'interaction avec les consommateurs en insistant beaucoup plus sur les investissements en communication publicitaire.

3.2 LES PHASES DE LA FIDELITE

Dans son article « Whence consumer loyalty » [20] présente les différentes phases et évolution de la fidélité des consommateurs. En premier lieu vient la formation des croyances liées aux attributs d'une marque, en deuxième lieu on trouve la préférence affective pour la marque, et vient en dernier lieu l'engagement d'acheter la marque.

La fidélité cognitive

Dans la première phase, [21] avance que les informations d'attributs de la marque qui sont à la disponibilité du consommateur indiquent qu'une marque est préférable par rapport à ses alternatives, et donc l'auteur parle de la fidélité cognitive. Elle est formée à partir de l'information reçue par le client potentiel, à partir de ses croyances, et surtout à partir des connaissances préalables que dispose le consommateur ainsi que les expériences réussies. Il s'agit là d'une fidélité très fragile et sensible aux actions des autres marques comme une baisse au niveau des prix ou une performance améliorée.

La fidélité affective

Dans cette phase du développement de la fidélité, le lien d'affection ou l'attitude positive envers une marque, s'est développée à travers une satisfaction accumulée grâce à l'utilisation occasionnelle de la marque, cela donc reflète une dimension de plaisir que ressent le consommateur. Cet engagement remarquable entre le client et la marque s'appelle la fidélité affective. À cette phase, le client éprouve en plus de l'aspect cognitif une affection ou une sympathie vers la marque.

La fidélité conative

La troisième phase du processus de développement de la fidélité s'appelle la fidélité conative exprimée par l'intention comportementale. Ceci est dû du fait de la répétition des expériences affectives au cours de l'utilisation de la marque. On parle également de la fidélité intentionnelle. À ce niveau-là, le client exprime un certain engagement vis-à-vis de la marque, mais il serait encore possible que cet engagement ne débouche pas sur un achat, en raison des arguments de la publicité des concurrents ou d'une détérioration de la performance de la marque.

La fidélité action

Enfin, la quatrième phase, celle de la fidélité-action, correspond à une vraie fidélité à la marque. À cette étape, le client est préparé à l'action (achat et rachat) et, en plus, est prêt à surmonter les obstacles créés par les actions de la concurrence (réductions de prix, promotions, publicité, etc.) ou par la détérioration de l'image de marque. La notion de fidélité est

importante à de nombreux titres, en particulier par sa relation avec le concept de satisfaction et par la liaison qui existe entre la fidélité d'un client et sa rentabilité pour l'entreprise comme montré plus loin.

4 LE CADRE CONCEPTUEL ET METHODOLOGIQUE

4.1 PRESENTATION DU CADRE CONCEPTUEL ET OBJECTIF DE RECHERCHE

Le cadre conceptuel sera présenté sous forme d'un schéma afin de cerner le sujet et de mieux comprendre la relation qu'existe entre le marketing relationnel et la fidélité, ou en d'autres termes, le rôle des composantes du marketing relationnel dans la fidélité des clients. L'objectif de la recherche est de mettre en évidence l'importance de la dimension relationnelle dans le secteur de la téléphonie mobile au Maroc. Ce choix est dû au fait que c'est un secteur en pleine développement, et mérite donc une étude qui démontre le lien inextricable entre le relationnel et ses effets sur la fidélité. Une telle étude va sans doute pousser les opérateurs téléphoniques à renforcer leur sens relationnel avec leurs clients afin de les fidéliser.

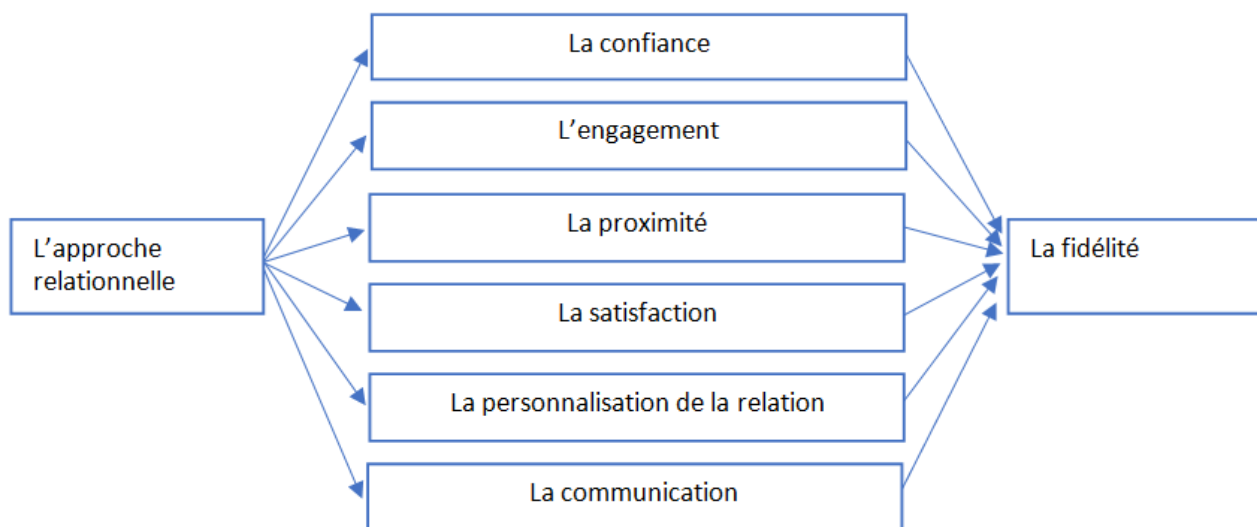


Figure 3. Le modèle conceptuel de l'étude

La figure 3 présente les variables indépendantes qui constituent les éléments clés du marketing relationnel à savoir : (1) la confiance (2) l'engagement (3) la satisfaction (4) la proximité (5) la personnalisation de la relation et (6) la communication, ainsi la variable dépendante qui représente la fidélité et ses quatre types [22] qui sont les suivantes : (1) la fidélité cognitive (2) la fidélité affective (3) la fidélité conative et (4) la fidélité action. Nous visons à travers le présent papier de démontrer le rôle et l'effet des composantes du marketing relationnel sur la fidélité des clients dans le secteur de la téléphonie mobile au Maroc. Par conséquent la réussite et la validité des résultats, auront sans doute un impact positif sur la vision des entreprises marocaines, surtout celles qui travaillent dans le secteur des télécommunications, vis-à-vis de l'importance de la dimension relationnelle dans la fidélisation de la clientèle et le développement du portefeuille clients.

4.2 LES HYPOTHÈSES DE RECHERCHE

Les hypothèses de recherche du présent papier sont liées aux composantes du marketing relationnel. Ainsi chaque élément sera pris en considération afin d'analyser ses effets sur la fidélité des consommateurs. En voici les éléments du marketing relationnel sur lesquels s'est basée la formulation des hypothèses.

La confiance : La confiance comme concept a été largement étudiée dans la littérature au fil des années par un certain nombre d'auteurs et de chercheurs dans le domaine des sciences de gestion. Selon [23] la confiance existe lorsqu'une partie compte sur la fiabilité et l'intégrité de l'autre et elle se manifeste par une croyance mutuelle des parties à savoir que chacun travaillera dans le meilleur intérêt des deux parties.

L'engagement : [24] présentent trois dimensions de l'engagement à savoir : l'engagement affectif, calculé et normatif. Ces dimensions reflètent les liens émotionnels qui lient le consommateur et son entreprise, les coûts et les risques liés à un

changement, et enfin les règles morales qui régissent les relations que l'individu entretient avec son employeur ou son fournisseur.

La satisfaction : Traditionnellement, le concept de satisfaction du consommateur a été conceptualisé comme un continuum unidimensionnel opposant deux pôles extrêmes : positif et négatif (très satisfait versus très insatisfait) notamment dans les travaux de [25]. La satisfaction est une condition nécessaire de la fidélité, car la non-satisfaction peut être une source de non fidélité de la clientèle [26]. La formulation d'une hypothèse concernant la satisfaction nécessite donc de faire l'accent sur le rôle de la satisfaction dans la fidélité, autrement dit, la satisfaction entraîne la fidélité.

La proximité d'accès : Selon [27] la proximité est définie comme le lien entre le consommateur et le producteur qui se traduit par une réduction de la distance (dans tous les sens du terme) entre eux. Le consommateur peut attribuer une valeur à ce rapprochement, à la fois parce qu'il lui permet de percevoir que l'offre est plus proche de ses critères de choix, mais aussi parce que l'existence d'un lien humain avec le producteur est, en soi, un motif de satisfaction.

La personnalisation de la relation : Aujourd'hui, chacun a besoin de s'identifier et de se sentir unique, de ne pas ressembler aux autres. La personnalisation doit appuyer l'aspect exceptionnel du produit et constituer une attention privilégiée envers les clients. Pour cela il convient de formuler une hypothèse qui met l'accent sur le rôle que joue la personnalisation dans la fidélité des clients.

La communication : La question à se poser à ce stade réside dans la qualité des campagnes publicitaires menées par les acteurs téléphoniques marocains, et la formulation d'une hypothèse part de cette question, investiguant le rôle d'une communication efficace sur la fidélité de clients.

A partir des éléments ci-dessus, les hypothèses de recherche sont formulées de la manière suivante :

- H1) Quand les clients ont confiance envers l'opérateur téléphonique avec lequel ils transigent, ils sont de plus en plus fidèles.
- H2) Quand les clients des opérateurs téléphoniques sont engagés, ils sont de plus en plus fidèles à l'entreprise.
- H 3) Quand les clients se sentent satisfaits par leur opérateur téléphonique, ils sont de plus en plus fidèles.
- H4) Quand les opérateurs téléphoniques sont près de leurs clients à travers les agences et points de vente, ces derniers sont de plus en plus fidèles.
- H5) Quand les clients sont traités de façon personnalisée, ils sont de plus en plus fidèles.
- H6) Quand les clients sont informés de toute type d'information susceptible de leur intéresser, ces derniers sont de plus en plus fidèles.

4.3 MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE

Dans le présent papier, nous avons opté pour la réalisation d'une enquête dans la collecte des données. Les informations sont glanées à l'aide d'un questionnaire administré à des clients des trois opérateurs des télécommunications au Maroc. Le choix était de partir à la rencontre des enquêtes dans plusieurs agences de chaque entreprise, situées à la ville de Rabat. Ceci s'est effectué à l'aide d'un questionnaire auto-administré. Trois grandes parties constituent notre questionnaire : la première partie concerne les composantes du marketing relationnel (Les éléments cités en dessus), la deuxième partie étudie la notion de fidélité avec ses quatre dimensions à savoir : la fidélité cognitive, la fidélité affective, la fidélité conative et la fidélité action. Finalement la troisième partie traite les données socioprofessionnelles des enquêtés. Nous avons mesuré la relation entre la dimension relationnelle du marketing et la fidélité des clients à l'aide de questions à échelle sémantique différentielle de Likert de 5 points.

Nous avons choisi de faire un échantillonnage aléatoire dans les agences visitées des opérateurs téléphoniques. Après la fin de l'enquête, nous avons recueilli 50 questionnaires auprès de la clientèle de Maroc Telecom, 40 questionnaires auprès de la clientèle de l'entreprise Méditel, et finalement 48 questionnaires auprès de la clientèle de l'entreprise Wana Corporate ; soit au total 138 questionnaires qui ont fait l'objet de notre étude de terrain. Le tableau suivant représente une analyse factorielle avec rotation varimax pour la validation des items de mesure. Les 7 axes de recherche sont représentés comme suit :

Tableau 2. Analyse factorielle avec rotation Varimax

Axes	Variables	Contribution relative	Variance totale expliquée	Valeurs propres	Alpha de Cronbach
Confiance	J'ai confiance dans la qualité des produits de cet opérateur.	0,868	79,37%	2,381	0,868
	Cet opérateur est honnête vis-à-vis de ses clients.	0,890			
	Je pense que cet opérateur cherche continuellement à améliorer ses réponses aux besoins des consommateurs.	0,914			
Engagement	En tant que client, je suis très impliqué dans la relation avec cet opérateur.	0,869	75,55%	1,511	0,675
	Le nombre d'achats auprès de mon opérateur est important par rapport aux autres opérateurs.	0,869			
Satisfaction	Je suis satisfait(e) de la décision que j'ai prise de choisir cet opérateur.	0,910	82,084%	3,283	0,925
	Les services rendus par cet opérateur sont conformes à mes attentes initiales.	0,904			
	Je suis enchanté(e) par la relation que j'ai instauré avec mon opérateur.	0,921			
	Mon expérience avec cet opérateur a toujours été plaisante.	0,888			
Proximité	Les agences et points de vente de mon opérateur sont faciles d'accès.	0,976	95,194%	1,903	0,948
	Les agences et points de vente de mon opérateur sont bien situés.	0,976			
Personnalisation de la relation	Le personnel de mon opérateur se met tout à fait à ma place pour comprendre mes besoins.	0,894	83,67%	2,51	0,901
	Le personnel de mon opérateur adopte vraiment mon point de vue pour trouver la meilleure solution.	0,933			
	Le personnel de mon opérateur cherche réellement à comprendre ce que je souhaite.	0,917			
Communication	Dans la relation avec mon opérateur, toute information susceptible de m'aider est transmise.	0,925	85,514%	1,71	0,83
	Mon opérateur me tient au courant de tout événement ou changement qui affecte notre relation.	0,925			
Evaluation de fidélité	Les informations que j'ai sur mon opérateur téléphonique le rendent préférable par rapport aux autres.	0,907	80,597%	3,223	0,917
	J'aime les produits et services de mon opérateur téléphonique.	0,919			
	Je sens que je suis engagé(e) à acheter auprès de mon opérateur.	0,898			
	Je vais continuer à utiliser les produits et services de mon opérateur téléphonique.	0,866			

5 RÉSULTATS EMPIRIQUES

A l'aide de l'analyse factorielle des variables indépendantes, aussi que la variable fidélité (variable dépendante) nous avons pu dégager les composantes principales qui vont servir pour le test de corrélation et de régression entre les variables indépendantes et la variable dépendante. Ainsi que dans le cadre de ce paragraphe nous allons essayer de voir s'il existe une relation positive entre les composantes du marketing relationnel et la variable fidélité. Pour se faire, nous allons procéder de la manière suivante : dans un premier lieu nous allons mener une analyse de corrélations qui va nous aider à détecter l'intensité et le sens de la relation qui existe entre les éléments du marketing relationnel et la fidélité. Dès lors, l'existence d'une relation positive et significative entre ces variables va nous permettre de valider nos hypothèses et par conséquent notre objectif à travers cette étude sera donc atteint.

5.1 TEST DE CORRELATION ET REGRESSION MULTIPLE

A travers l'étude empirique, nous avons mis en relation les variables clé du marketing relationnel avec la variable de la fidélité, ainsi nous avons supposé l'existence d'une relation positive entre ces variables. Ainsi nous pouvons remarquer qu'il existe une relation positive entre les éléments du marketing relationnel et la fidélité des clients. L'indice de corrélation est compris entre 0.429 et 0.767 et significatif au niveau de 0.01, autrement dit : plus l'entreprise adopte une stratégie de marketing relationnel, plus la fidélité de ces clients augmente aussi dans un sens positif, et donc nous arrivons à la confirmation des hypothèses de départ.

Tableau 3. Corrélations de Pearson entre les axes de recherche et la fidélité

		Evaluation de fidélité			Evaluation de fidélité
Confiance	Corrélation de Pearson	0,767	Proximité	Corrélation de Pearson	0,429
	Sig. (bilatérale)	0		Sig. (bilatérale)	0
	N	138		N	138
Engagement	Corrélation de Pearson	0,575	Personnalisation de la relation	Corrélation de Pearson	0,667
	Sig. (bilatérale)	0		Sig. (bilatérale)	0
	N	138		N	138
Satisfaction	Corrélation de Pearson	0,763	Communication	Corrélation de Pearson	0,693
	Sig. (bilatérale)	0		Sig. (bilatérale)	0
	N	138		N	138

La mise en relation des différentes variables via un modèle de régression multiple a permis également à la confirmation des hypothèses. Les tests suivants ont été vérifiés afin de valider les résultats de la régression : Test d'Homoscédasticité, Test d'indépendance des termes de l'erreur, la normalité de la distribution des termes de l'erreur et finalement le test de colinéarité. Les différents tests sont satisfaisants, et donc nous pouvons accepter les résultats du modèle.

Tableau 4. Récapitulatif de modèle de régression multiple

Modèle	R	R-deux	R-deux ajusté	Erreur standard de l'estimation
1	,823 ^a	0,678	0,663	0,58072343
a. Valeurs prédites : (constantes), Communication, Proximité, Personnalisation de la relation, Engagement, Confiance, Satisfaction				
b. Variable dépendante : Evaluation de fidélité				

A travers l'analyse du tableau ci-dessus, nous pouvons dire que nous avons un bon modèle vu que $R^2 = 0,678$ ce qui explique que les variables explicatives contribuent à raison de presque 68 % en la variabilité de la variable à expliquer qui est la fidélité. Ainsi, l'analyse des résultats du test de F-Fischer et plus particulièrement la variation de F afin de tester si la contribution la plus récente présente une amélioration significative dans la capacité de prédiction dans l'équation de régression. Nous avons remarqué une valeur importante de la variation de F-Fischer ainsi qu'elle est très significative ce qui veut dire que l'équation de régression est bonne et les six variables explicatives contribuent de manière très significative dans les scores de la variable fidélité comme il est affiché dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5. Résultats du Test de Fisher

Modèle		Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Sig.
1	Régression	92,822	6	15,470	45,873	,000
	Résidu	44,178	131	,337		
	Total	137,000	137			
a. Variable dépendante : Evaluation de fidélité						
b. Valeurs prédites : (constantes), Communication, Proximité, Personnalisation de la relation, Engagement , Confiance , Satisfaction						

5.2 DISCUSSION DES RÉSULTATS

A travers ces résultats, il convient de dire que l'ensemble des composantes du marketing relationnel entraînent de façon plus claire la fidélité des clients dans le secteur de la télécommunication au Maroc, ainsi chaque variable peut donc impacter la fidélité de ces derniers. En effet, la confiance par exemple est une variable très importante dans la relation client-entreprise, ainsi notre étude nous a permis de conclure et dire qu'effectivement plus les clients se sentent en confiance plus ils sont fidèles à la marque ou l'entreprise avec laquelle ils transigent et collaborent. Dans le présent article, la variable confiance a été présentée sous trois dimensions [28].

L'analyse de la première dimension de la confiance qui est la crédibilité, que nous avons mesuré avec cet item (Confiance - Crédibilité) (J'ai confiance dans la qualité des produits de cet opérateur), parmi les 138 enquêtés, 42,03 % sont d'accord et 10,8 % sont tout à fait d'accord sur cette question-là. La deuxième dimension c'est l'intégrité, nous l'avons mesuré à travers l'item suivant « (Confiance - Intégrité) (Cet opérateur est honnête vis-à-vis de ces clients) ainsi les résultats obtenus sont : 50,0 % des enquêtés sont d'accord et 20,8 % sont tout à fait d'accord. La troisième dimension c'est la bienveillance mesurée par l'item suivant : (Confiance - Bienveillance) (Je pense que cet opérateur cherche continuellement à améliorer ses réponses aux besoins des consommateurs) les résultats sont : 52,5 % des enquêtés sont d'accord et 22,5 sont encore tout à fait d'accord. La variable confiance est fortement corrélée (0.767) avec la fidélité et par conséquent, les opérateurs téléphoniques ont intérêt à instaurer un climat de confiance solide avec les clients.

La question de l'engagement est également importante. En effet, nous avons assisté dans la revue de la littérature à des articles de référence qui traitent la question de l'engagement de la part des clients envers l'entreprise et vice versa. Cette relation se voit indispensable dans nos jours, ainsi que l'engagement des clients envers l'entreprise entre dans le cadre d'une consommation consciente et responsable : je suis engagé dans ma relation avec mon entreprise, cela veut dire que je suis conscient lors de la prise de cette décision, et que mon entreprise présente plus d'avantages par rapport aux autres. Dès lors, cette variable a été présentée sous deux dimensions et a été mesurée dans notre cas par deux items « En tant que client(e), je suis très impliqué(e) dans la relation avec cet opérateur » les résultats sont : 40,58 % des enquêtés sont d'accord et 10,14 % sont tout à fait d'accord ainsi qu'un deuxième item : « Le nombre d'achat auprès de mon opérateur est important par rapport aux autres opérateurs » dont les résultats sont : 39,13 % sont d'accord et 24,67 % sont tout à fait d'accord. L'analyse de corrélation et de régression montre que l'effet de la variable engagement sur la fidélité des clients est bien significatif malgré le fait qu'il est faible. La satisfaction est aussi bien importante que les autres variables, elle représente le début d'un processus de fidélisation. A travers cette étude nous avons étudié cette variable avec quatre items afin de la mesurer de façon plus exhaustive chez les clients. Le premier item (Je suis satisfait(e) de la décision que j'ai prise de choisir cet opérateur) a eu de très bon résultats : soit 43,48 % des enquêtés sont d'accord et 15,94 % sont tout à fait d'accord sur cette question. Ainsi le deuxième item (mon expérience avec cet opérateur a toujours été plaisante) lui aussi présente de bon résultats : soit 37,5 % des enquêtés sont d'accord et 41,7 sont tout à fait d'accord. L'étude empirique par l'analyse des corrélations et de la régression, montre que satisfaire ses clients c'est le début d'une fidélité (Coefficient de corrélation entre la fidélité et la satisfaction est de 0,763).

La variable proximité d'accès a été introduite dans ce cas en raison de son importance, ainsi nous avons étudié le rôle de cet élément du marketing relationnel dans la fidélité des clients dans le secteur de la télécommunication. En effet, la proximité d'accès facilité aux clients l'accès aux agences et points de vente et par conséquent elle peut entraîner une certaine fidélité chez les clients. Cette variable a été mesurée par deux items ; le premier (les agences et points de vente de mon opérateur sont facile d'accès) dont les résultats sont : 34,78 % des enquêtés sont d'accord et 28,99 % sont tout à fait d'accord sur cette question. Le deuxième item (les agences et points de vente de mon opérateur sont bien situées) également affiche de bons résultats : soit 30,43 % des enquêtés sont d'accord ainsi que 24,64 % de ces derniers sont tout à

fait d'accord. Ceci peut expliquer l'importante présence des agences et des points de vente des opérateurs téléphonique à travers le Maroc.

La personnalisation de la relation suscite l'intérêt de plusieurs chercheurs aujourd'hui vu le niveau avancé de la relation client-entreprise, dans le cadre du présent papier, cette variable a été introduite afin de renforcer l'étude avec des variables pertinentes et qui sont liées directement à la problématique. En effet, les pratiques de personnalisation ne sont pas encore présentes au Maroc de façon remarquable, cette nouvelle démarche vient de s'installer petit à petit, notamment sur internet. Dès lors, nous avons mesuré cette variable avec trois items en vue d'évaluer de manière pertinente la vision des clients vis-à-vis du personnel en contact. Le premier item (le personnel de mon opérateur se met tout à fait à ma place pour comprendre mes besoins) affiche les résultats suivants : soit 27,24 % des personnes interrogées sont d'accord et seulement 5,8 % sont encore tout à fait d'accord sur cette question. Les autres personnes ne sont pas d'accord de l'attitude du personnel, des efforts sont à faire pour renforcer cet élément. Le deuxième item (le personnel de mon opérateur adopte vraiment mon point de vue pour trouver la meilleure solution) affiche également de résultats satisfaisants : soit 40,8 % des personnes questionnées sont d'accord et 27,5 % sont encore tout à fait d'accord. Semblablement, le troisième item (le personnel de mon opérateur cherche réellement à comprendre ce que je souhaite) affiche les résultats suivants : soit 35,0 % des enquêtés sont d'accord et 30,0 % sont donc tout à fait d'accord. Bien qu'il y a un impact de la personnalisation de la relation sur la fidélité, l'estimation du paramètre de régression (Qui ne dépasse pas 0,09) montre que les pratiques de personnalisation pourvues restent encore limitées et nécessitent d'être appliquées par les entreprises marocaines.

La dernière variable indépendante est la communication qui joue pleinement son rôle dans le secteur de la communication vu son importance dans la transmission des informations pertinentes et susceptible d'intéresser la clientèle. Elle a aussi pour but de faire face à la concurrence dans ce secteur qui est devenue de plus en plus acharnée et intense. En effet, nous avons étudié la variable communication avec deux variables en vue de mieux en mesurer, le premier item (dans la relation avec mon opérateur, toute information susceptible de m'aider est transmise) affiche les résultats suivants : soit 39,13 % des personnes interrogées sont d'accord sur cette question et 15,5 % sont tout à fait d'accord ainsi. Le deuxième item (mon opérateur me tient au courant de tout événement ou changement qui affecterait notre relation) présente les résultats suivants : soit 44,93 % sont d'accord et 15,5 % sont tout à fait d'accord.

La discussion de la variable dépendante qui est la fidélité semble importante aussi vu le nombre considérable des enquêtés qui ont réclamé être fidèle à un opérateur avec lequel ils transigent. En effet, cette variable a été mesurée par quatre items qui représentent les quatre dimensions de la fidélité : soit la fidélité cognitive, affective, conative et action (Oliver, 1999). Le premier item concerne la fidélité cognitive (les informations que j'ai sur mon opérateur téléphonique le rendent préférable par rapport aux autres) affiche les résultats suivants : soit 44,93 % sont d'accord et 17,8 % sont encore tout à fait d'accord et par conséquent ils sont fidèles cognitivement. Le deuxième item concerne la fidélité affective (j'aime les produits et services de mon opérateur téléphonique) affiche donc les résultats suivants : soit 39,13 % des personnes interrogées sont d'accord et 20,7 % parmi elles sont encore tout à fait d'accord et par conséquent ils sont fidèles affectivement. Le troisième item concerne la fidélité conative (je sens que je suis engagé(e) à acheter auprès de mon opérateur téléphonique), il affiche les résultats suivants : soit 40,58 % des personnes interrogées sont d'accord et 12,2 % parmi elles sont donc tout à fait d'accord ce qui nous permet de dire qu'elles sont fidèles. Le quatrième item représente la fidélité action (je vais continuer à utiliser les produits et services de mon opérateur téléphonique) qui affiche les résultats suivants : soit 33,8 % des enquêtés sont d'accord ainsi que 21,33 % sont donc tout à fait d'accord et par conséquent nous pouvons nous permettre de dire qu'ils sont fidèles à leur entreprise. L'estimation des paramètres qui a été faite lors de l'analyse de régression multiple montre le lien existant entre les éléments du marketing relationnel et la fidélité. Il semble que la communication et la confiance sont les variables qui affectent le plus la fidélité des clients dans le secteur des télécommunications au Maroc. L'engagement, la satisfaction, la proximité et la personnalisation de la relation influent de leur côté la fidélité des clients, mais à un niveau moins élevé que celui des variables communication et confiance. Toutefois, ces variables sont bien corrélées positivement avec la variable fidélité des clients. Les hypothèses de départ sont bien confirmées et on peut conclure que l'adoption du marketing relationnel dans les stratégies commerciales des opérateurs téléphoniques au Maroc, impacte significativement les différents niveaux de la fidélité pour le secteur étudié.

6 CONCLUSIONS

A travers cet article, nous avons essayé d'inspecter la relation entre la notion du marketing relationnel et la fidélisation des clients dans le secteur des télécommunications au Maroc. Le passage de la définition de la notion de la relation client à la définition du marketing relationnel s'est avéré primordial pour mieux éclairer le contexte de l'étude. A cet effet, il a fallu donc décortiquer le marketing relationnel et notamment ses composantes fondamentales qui se résument par : la confiance, l'engagement, l'écoute client, la relation personnalisée et la communication. L'analyse de la fidélité à travers la revue de

littérature, a permis de mettre l'accent sur les phases de la fidélité [29] qui se résument dans : la fidélité cognitive, la fidélité affective, la fidélité conative et la fidélité action. L'objectif de ce papier se résume dans l'analyse du rôle de chaque composante de la relation dans la fidélité des consommateurs, afin de confirmer les hypothèses liées à ces composantes. L'analyse des résultats de l'enquête réalisée a permis la confirmation des hypothèses de départ. En effet, notre modèle a été validé, et nous pouvons dire que le rôle de la dimension relationnelle dans la fidélité semble donc clair. Ainsi nous avons prouvé que les éléments clés du marketing relationnel sont en relation positive et significative avec la fidélité. Il semble que les variables confiance et communication, sont les éléments qui impactent le plus la fidélité des clients, leurs paramètres estimés dans l'équation de régression multiple montrent des signes positifs et significatifs. Les autres éléments (A savoir : l'engagement, la satisfaction, la proximité, et la personnalisation de la relation) ont un impact peu important mais il reste positif et significatif. De ce fait, nous pouvons conclure que les opérateurs téléphoniques au Maroc ont intérêt à instaurer un bon climat de confiance avec le client, tout en gardant ce dernier bien informé en permanence des offres de l'entreprise. En revanche, ignorer les autres éléments du marketing relationnel n'est pas une stratégie bien fondée, ils ont bien un impact (malgré sa faiblesse) qui peut faire la différence entre un opérateur et un autre en matière de fidélisation de la clientèle.

RÉFÉRENCES

- [1] Darpy, D. et Prim-Alla, I. (2007), « le rôle de variables psychologiques individuelles dans un cadre relationnel », 23ème Congrès International de l'Association Française du marketing, Aix les bains, P, 6.
- [2] Lambin, J-J. et Moerloose, CH. (2008), « Marketing Stratégique et Opérationnel », Dunod, Paris, P, 125-126.
- [3] Kotler, P. et al. (2006), « Marketing Management », Paris- Pearson Education, P, 682.
- [4] Abbes, M et Hetzel, P. (2005), « Enjeux et perspectives de la Gestion de la Relation Client : une application à la distribution des parfums et cosmétiques en France » la revue française du marketing, N° 202 - 2/5, P 34-38-43.
- [5] Abbes, M et Hetzel, P. (2005), « Enjeux et perspectives de la Gestion de la Relation Client : une application à la distribution des parfums et cosmétiques en France » la revue française du marketing, N° 202 - 2/5, P 34-38-43.
- [6] Abbad, H. (2007), « le marketing relationnel dans le canal de distribution : variables de succès et champs d'application d'une nouvelle logique dominante », W.P. n° 799, P 3,
- [7] Berry, L.L. (1983), « Relationship Marketing of services- Growing interest, Emerging Perspectives », Journal of the Academy of Marketing Science, Vol, 23, N°, 4, P, 236.
- [8] Abbes, M et Hetzel, P. (2005), « Enjeux et perspectives de la Gestion de la Relation Client : une application à la distribution des parfums et cosmétiques en France » la revue française du marketing, N° 202 - 2/5, P 34-38-43.
- [9] Abbad, H. (2007), « le marketing relationnel dans le canal de distribution : variables de succès et champs d'application d'une nouvelle logique dominante », W.P. n° 799, P 3,
- [10] Oliver, L. R. (1999), « Whence Consumer Loyal », Journal of Marketing, Vol, 63, P, 34-35-36.
- [11] Lehu, J-M. (2003), « Stratégie de Fidélisation », édition d'organisation, Paris, P, 29-31-33-39-40.
- [12] Lambin, J-J. et Moerloose, CH. (2008), « Marketing Stratégique et Opérationnel », Dunod, Paris, P, 125-126.
- [13] Toufaily, E. (2011), « la fidélisation des clients à un courtier en valeurs mobilières en ligne : quels rôles pour les caractéristiques du site web et le marketing relationnel ? », Thèse, Université du Québec à Montréal, P, 12-13-14.
- [14] Dick, A. S. et Basu, K. (1994), « Customer loyal : Toward an Intergrated Conceptual Framework », Journal of the Academy of Marketing Science, Vol, 22, N°, 2, P, 100 – 107.
- [15] Lehu, J-M. (2003), « Stratégie de Fidélisation », édition d'organisation, Paris, P, 29-31-33-39-40.
- [16] Toufaily, E. (2011), « la fidélisation des clients à un courtier en valeurs mobilières en ligne : quels rôles pour les caractéristiques du site web et le marketing relationnel ? », Thèse, Université du Québec à Montréal, P, 12-13-14.
- [17] Lehu, J-M. (2003), « Stratégie de Fidélisation », édition d'organisation, Paris, P, 29-31-33-39-40.
- [18] Dick, A. S. et Basu, K. (1994), « Customer loyal : Toward an Intergrated Conceptual Framework », Journal of the Academy of Marketing Science, Vol, 22, N°, 2, P, 100 – 107.
- [19] Lehu, J-M. (2003), « Stratégie de Fidélisation », édition d'organisation, Paris, P, 29-31-33-39-40.
- [20] Oliver, L. R. (1999), « Whence Consumer Loyal », Journal of Marketing, Vol, 63, P, 34-35-36.
- [21] Oliver, L. R. (1999), « Whence Consumer Loyal », Journal of Marketing, Vol, 63, P, 34-35-36.
- [22] Oliver, L. R. (1999), « Whence Consumer Loyal », Journal of Marketing, Vol, 63, P, 34-35-36.
- [23] Morgan, R. M. et Hunt, S. D. (1994), « The Commitment-Trust Theory of Relationship Marketing », Journal of Marketing, Vol, 58, N°, 20/38, P, 20-23.
- [24] Moulins, J-L. et Roux, E. (2008), « Un Modèle tridimensionnel des relations à la marque : de l'image de marque à la fidélité et aux communications de bouche-à-oreille », Communication au Congrès Marketing Trends, Venise, 17-19 janvier, P : 4-8-9-10.
- [25] Oliver, L. R. (1980), « A Cognitive Model of the Antecedents and Consequences of Satisfaction Decisions », Journal of Marketing Research, Vol, 17, N°, 4, P, 460-469.

- [26] Garbarino, E. et Johnson, M, S. (1999), « The Different Roles of Satisfaction, Trust, and the Commitment in Customer Relationships », *Journal of Marketing*, Vol, 63, N°, 2, P, 71.
- [27] Dufeu, I. et Ferrandi, J-M. (2011), « Proximité perçue, Confiance, Satisfaction et Engagement des consommateurs dans le cadre d'une économie du lien : les AMAP », 5èmes Journées de recherches en sciences sociales, AgroSup Dijon, P, 5, 12.
- [28] Korchia, M. et Gurvier, P. (2002), « Proposition d'une échelle de mesure multidimensionnelle de la confiance dans la marque », *Recherche et Application en Marketing*, Vol, 17, N°, 3, P, 4-7-10.
- [29] Oliver, L, R. (1999), « Whence Consumer Loyal », *Journal of Marketing*, Vol, 63, P, 34-35-36.

Effet de pression sur la force appliquée sur un aéro-turbine

[Pressure effect on the force applied to Aero-Turbine]

Mohamed MOHAMED LEMINE¹⁻², Larbi EL BAKKALI¹, and Abdel Kader Mahmoud²

¹Laboratoire de Modélisation et Simulation des Systèmes Mécaniques, FS-Tétouan, UAE, B.P: 2121, M'Hannah, 93000, Tétouan, Maroc

²Laboratoire de Recherche Appliquée aux Energies Renouvelables (LRAER), FST, USTM-Mauritanie, B.P: 880, Nouakchott, Mauritanie

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: In this paper, we present a modeling study that combines some mathematical models in order to discover the effect of the environment pressure studied on the force on the wind rotor. Indeed, there are other parameters affecting the aerodynamic force which the wind speed, temperature and the radius of the blade. This study allows us to analyze and evaluate the influence of the pressure of the atmosphere by fixing the other parameters. This article presents the results following our numerical simulation work.

KEYWORDS: wind turbine; aerodynamic force; pressure; modeling; the air density; environmental change.

RÉSUMÉ: Dans ce document, nous présentons une étude de modélisation à travers Matlab. La modélisation fait intervenir les modèles mathématiques déterminants pour faire ressortir l'effet de la pression dans le milieu étudié sur la force appliquée aux pales de l'aérogénérateur. En effet, il existe d'autres paramètres affectant la force aérodynamique dont la vitesse du vent, température et le rayon de la pale. Ainsi, cette étude nous a permis d'analyser et d'évaluer l'influence de la pression de l'atmosphère en fixant les autres paramètres. En fin, dans ce papier nous présentons les résultats qui ont été trouvés suite à par simulation numérique à travers Matlab.

MOTS-CLEFS: aérogénérateur; force aérodynamique; pression; modélisation; densité de l'air; changement environnemental.

1 INTRODUCTION

Actuellement les énergies renouvelables trouvent leur place, de plus en plus en Afrique. Elles sont des sources inépuisables, durables et non polluantes sur notre continent. Pour générer plus de puissance et répondre aux besoins énergétiques actuels et futurs [1,2], les décideurs de nos pays ont entrepris des politiques énergétiques pour intégrer les énergies renouvelables dans la mixte énergétique en Afrique.

Les énergies renouvelables sont produites via plusieurs sources selon leurs catégories. Parmi les différentes sources de production énergétique on s'intéresse plus en Afrique du Nord à l'énergie éolienne.

Ainsi, il est important de noter les régimes des vents qui sévissent sur la cote de l'Atlantique Nord de l'Afrique. Cette zone est régie par trois centres d'action de vent :

- l'anticyclone des Açores, centré au sud-ouest de l'archipel des Açores ; l'alizé maritime issu de cet anticyclone souffle de manière permanente sur le littoral marocain, mauritanien et sénégalais. Il est de direction nord, nord-ouest ;

- l'anticyclone de Sainte Hélène ou mousson : centré sur l'Atlantique sud, il souffle de direction sud ou sud-ouest. Il est le responsable des pluies estivales ;
- les zones anticycloniques qui s'installent sur le Sahara en hiver et migrent vers le nord ont donné naissance à une dépression saharienne ;
- L'Harmattan, issu de ces zones anticycloniques, est frais et sec pendant l'hiver et chaud et sec pendant l'été.

Actuellement, une meilleure connaissance de cette zone, en termes de potentiel éolien existe, puisque de nombreuses études (Maroc Mauritanie Sénégal) expérimentales et théoriques ont confirmées au cours des dernières années que les alizés qui soufflent le long de la côte atlantique sont parmi les vents les plus productifs qui sont disponibles sur Terre [3].

Les chercheurs sont invités à découvrir les meilleurs outils pour améliorer le rendement de l'énergie du vent dans le but de profiter le maximum possible de cette énergie. Dans ce contexte, des systèmes de mesures ont été installés en Mauritanie [4] pour avoir le potentielle de l'énergie du vent. D'autres chercheurs [5] ont proposé l'utilisation de cette énergie comme source de production d'électricité pour les bâtiments, sans, oublier d'autres solutions qui verront le jour dans l'avenir proche.

C'est pourquoi, nous proposons cette contribution d'une étude théorique qui combine deux méthodes : loi des gaz parfait et la théorie de Betz. La première approche permet de modéliser l'impact du pression sur la densité de l'air sec et la deuxième donne l'équation de la force aérodynamique [6,7,8]. L'association de ces deux approches nous a permis d'évaluer et d'analyser l'influence de la pression sur la force aérodynamique. Pour mieux analyser cet impact, nous avons simulé ces approches analytiques.

2 MODÉLISATION

La masse volumique de l'air est variable en fonction de plusieurs paramètres dont la pression atmosphérique et la température ambiante de l'air [9,10,11,12]. Pour déterminer la valeur exacte de la masse volumique de l'air, il faut prendre tous ces paramètres en considération, car ils affectent le résultat final. Ainsi, la masse volumique de l'air est donnée par la formule suivante :

$$\rho_{air-sec} = \frac{P_{re} * M}{R * T} \quad (1)$$

Principe de variation de quantité de mouvement (de l'air du vent entre l'amont et l'aval de l'hélice) permet d'écrire les relations de la force s'exerçant sur la pale [13]:

$$F_x = 2(1-a)\rho S V_1^2 \quad (2)$$

Pour simuler l'impact de la pression sur la force aérodynamique, on crée le modèle ci-dessous qui est issu de l'intégration du premier modèle dans celui du second :

$$F_{aé} = 2(1-a)\left(\frac{P_{re} M}{R_s T}\right) S V_1^2 \quad (3)$$

3 SIMULATION

Pour notre travail de simulation, nous avons analysé, la force appliquée sur la turbine. Il ressort de cette force qu'elle peut être affectée par la variation de pression avec le changement d'autres paramètres. Ainsi, Pour arriver à notre objectif, nous avons introduit dans notre travail, les hypothèses suivantes, en tenant compte des vitesses du vent existantes (entre 4,3 m/s, minimum et 9 m/s, maximum) dans la zone du littoral de Nouakchott et des types d'aérogénérateurs, nous pouvons citer les exemples de Bornay (1500 et 3000), pour certaines valeurs qui sont utilisés dans cette zone, dans les localités isolés:

- Nous fixons la vitesse du vent à une valeur de 4.3 m/s et le rayon de l'hélice à la valeur $R = 2m$; puis on change la force axiale en fonction du facteur d'interférence (a) avec une pression $P = [101025; 101425]$. (Figure 1)
- Nous fixons la vitesse du vent à une valeur de 9 m/s et le rayon de l'hélice à la valeur $R = 2m$; puis on change la force axiale en fonction du facteur d'interférence (a) avec une pression $P = [101025; 101425]$. (Figure 2)

Dans les deux premières hypothèses on a fixé le rayon et on fait varier la valeur de la vitesse du vent.

- Nous fixons la vitesse du vent à une valeur de 4.3 m/s et le rayon de l'hélice à la valeur $R = 16\text{m}$; puis on change la force axiale en fonction du facteur d'interférence (a) avec une pression $P = [101025; 101425]$. (Figure 3)
- Nous fixons la vitesse du vent à une valeur de 9 m/s et le rayon de l'hélice à la valeur $R = 16\text{m}$; puis on change la force axiale en fonction du facteur d'interférence (a) avec une pression $P = [101025; 101425]$. (Figure 4)

Dans les deux hypothèses ci-dessus on a varié la valeur de la vitesse du vent et on a fixé la valeur de la longueur de la pale (rayon).

3.1 FORCE AXIALE EN FONCTION DU FACTEUR D'INTERFÉRENCE AVEC $V = 4,3\text{m/s}$; $R = 2\text{M}$ ET $P = [101025; 101425]$

La variation de la pression a provoqué un faible changement sur la force qui est due au mouvement du vent. Les différentes variations des courbes de la force aérodynamique sont obtenues en fonction du facteur d'interférence. On note que ces courbes varient selon une fonction exponentielle. La nouvelle expression simulée suit la loi donnée par l'équation (3), elle est proportionnelle suivant l'augmentation de la pression. Il est à signaler que les amplitudes de la force ont pris les valeurs dans l'intervalle [0-120].

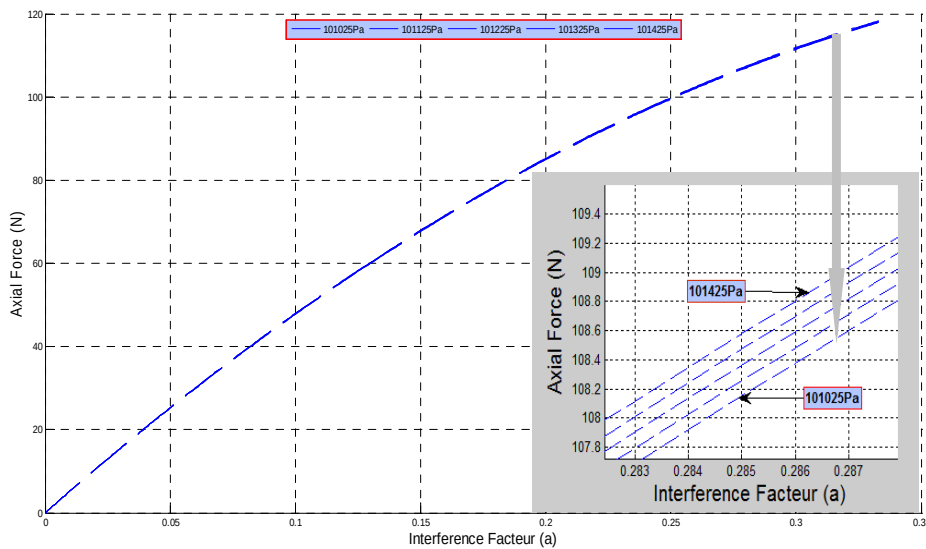


Fig. 1. Force Axiale en fonction du facteur d'interférence avec $V = 4,3\text{m/s}$; $R = 2\text{m}$ et $P = [101025; 101425]$

3.2 FORCE AXIALE EN FONCTION DU FACTEUR D'INTERFERENCE AVEC $V = 9\text{m/s}$; $R = 2\text{M}$ ET $P = [101025; 101425]$

Dans un second temps, nous avons réalisé la simulation à travers une nouvelle valeur de la vitesse du vent plus grande que celle donnée précédemment. Après avoir changé la valeur de la vitesse du vent accompagnée par une variation de la pression atmosphérique. Nous avons remarqué que la force axiale a connu un faible changement suivant un processus croissant en fonction du facteur d'interférence. D'après la figure 2 on peut remarquer que suivant la valeur de la pression, les extrémités maximales de la force varient d'une manière négligeable, sachant que les résultats trouvés sont obtenus avec une valeur maximale du facteur d'interférence $a = 0,333$.

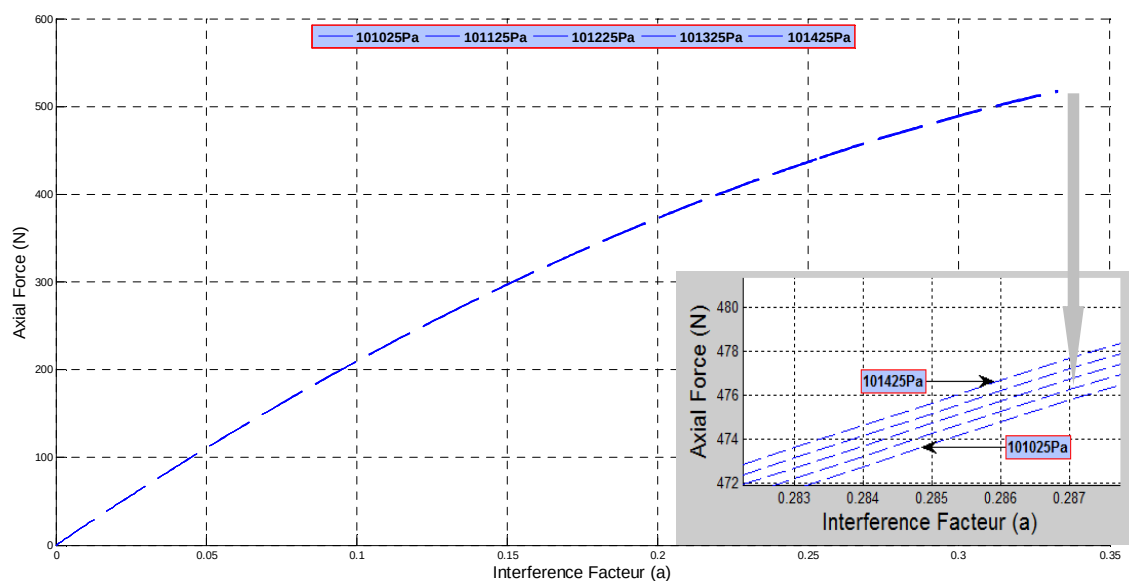


Fig. 2. Force Axiale en fonction du facteur d'interférence avec $V = 9 \text{ m/s}$; $R = 2 \text{ m}$ et $P = [101025; 101425]$

3.3 FORCE AXIALE EN FONCTION DU FACTEUR D'INTERFERENCE AVEC $V = 4,3 \text{ m/s}$; $R = 16 \text{ m}$ ET $P = [101025; 101425]$

Dans la figure ci dessous, on présente l'impact de la pression sur la force appliquée à l'aérogénérateur. Cet impact est caractérisé par une longueur de pale de $R = 16 \text{ m}$ et un milieu qui a un profil du vent d'une vitesse $v = 4.3 \text{ m/s}$ et une pression variée.

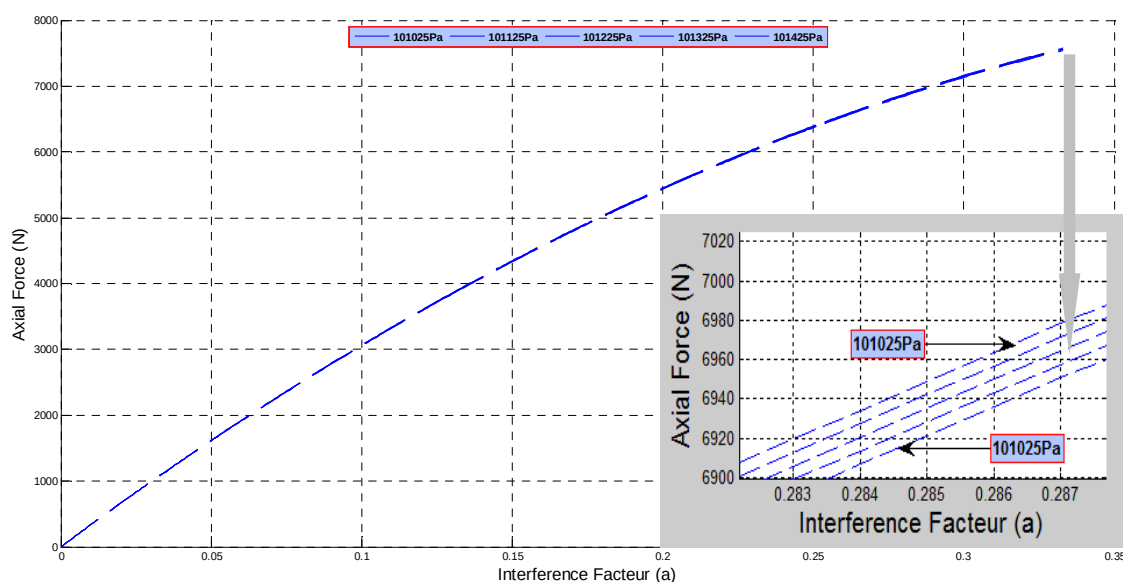


Fig. 3. Force Axiale en fonction du facteur d'interférence avec $V = 4,3 \text{ m/s}$; $R = 16 \text{ m}$ et $P = [101025; 101425]$

3.4 FORCE AXIALE EN FONCTION DU FACTEUR D'INTERFERENCE AVEC $V = 9 \text{ m/s}$; $R = 16 \text{ m}$ ET $P = [101025; 101425]$

En changeant la valeur de la vitesse du vent pour prendre une valeur différente de celle donnée dans la précédente simulation, et en donnant une nouvelle valeur au rayon de l'aérogénérateur $R = 16 \text{ m}$, on veut découvrir le rôle joué par la pression sur la force agissant sur la pale en fonction du facteur d'interférence «a».

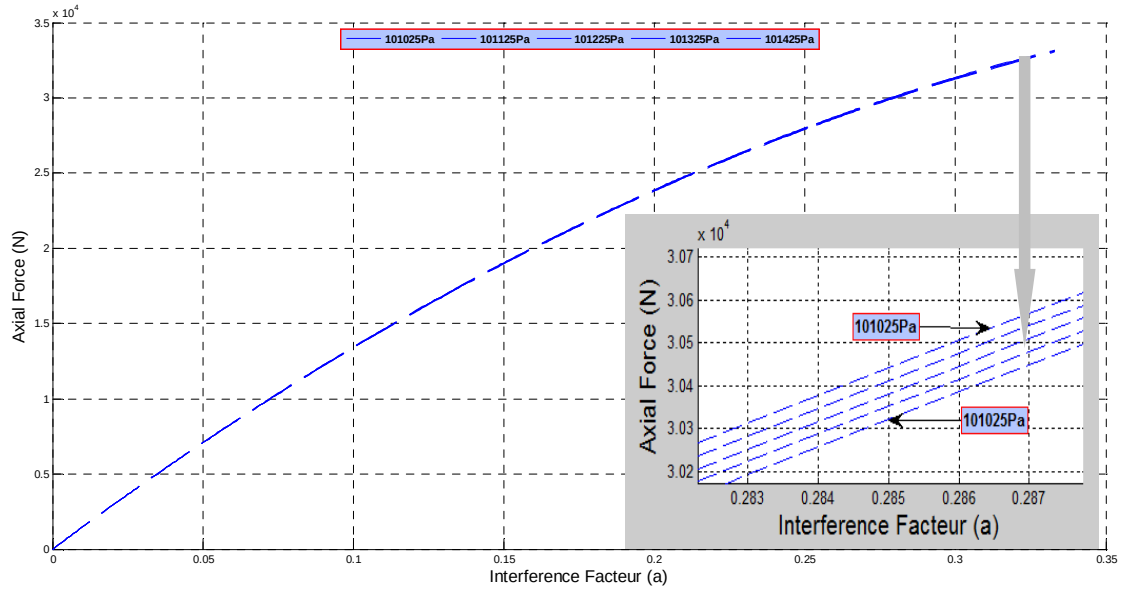


Fig. 4. Force Axiale en fonction du facteur d'interférence avec $V = 9\text{m/s}$; $R = 16\text{m}$ et $P = [101025;101425]$

4 DISCUSSION

Suivant notre étude de synthèse sur les résultats trouvés ci-dessus, nous avons constaté que les paramètres qui affectent la force aérodynamique exercé sur l'éolien sont divers. D'après nos résultats on peut dire que la variation de la pression du milieu d'installation a un effet minimum sur l'évolution de la force appliqué sur l'aérogénérateur, suivant la variation de la vitesse du vent et le rayon de l'aérogénérateur.

L'analyse des figures (1-4) résultantes de notre travail de simulation montre que les extrémités maximales des courbes représentatives de la force changent de manière faible, ce qui n'est visible qu'après l'agrandissement, du schéma graphique, mais elles sont semblables en termes de forme de représentation. On peut dire que nos travaux de simulation ont donné des résultats proches avec ceux qui ont été trouvés à travers, les équations mathématiques de (1) et de (3). Ces équations mathématiques ont été présentées dans la partie de « Modélisation ».

L'installation de l'aéromoteur dans un milieu de pression très élevée permet d'augmenter la force exercée sur celui ci. Cette variation peut l'affecter de plus en plus, si l'on change les deux paramètres (la vitesse du vent qui souffle dans le milieu étudié et le rayon de l'hélice). La pression de l'atmosphère où est implanté l'aérogénérateur, représente un simple facteur, dans les changements que peut subir la force axiale.

Dans ce document, on a cherché à prouver que :

- la pression de l'environnement d'implantation a un effet minimum sur la force aérodynamique et agit suivant la loi physique qui régit la masse volumique de l'air.
- la force appliquée sur la pale est influencée par la variation de la pression avec un changement de la vitesse du vent soufflant dans le site d'installation (voir les figures 1 et 2),
- la variation de la pression accompagnée par un changement de la longueur du rotor influence sur la force appliquée de la turbine (voir les figures 3 et 4)

Dans ce papier, nous avons montré que la pression a un effet faible sur la force aérodynamique en fonction du facteur d'interférence en prenant en compte les autres paramètres, dont la vitesse du vent dans le milieu d'implantation et le rayon de l'hélice.

5 CONCLUSION

Dans notre étude on s'est basé sur l'utilisation des modèles mathématiques qui définissent l'effet de certains paramètres sur le changement de la force appliquée sur la pale aéro-turbin. Notre travail de simulation des modèles mathématiques

nous a conduits dans l'analyse de l'impact de la variation de la pression atmosphérique accompagnée par un changement de la vitesse du vent du milieu d'installation de l'aérogénérateur, le rayon de l'hélice et en considérant les autres paramètres fixes.

Ainsi, on peut en déduire les résultats ci-dessous :

- La pression atmosphérique du milieu d'implantation a un effet minimum sur la force aérodynamique.
- D'après les deux figures 1 et 2, on peut dire que la variation de la pression avec un changement de la vitesse du vent ont une influence sur la force appliquée sur la pale.
- Si on varie la pression de l'air et on change le rayon de la pale on trouve que ces modifications ont un effet sur la force aérodynamique (voir les figures 3 et 4)

Les résultats trouvés dans les figures (1), (2), (3) et (4) sont conformes avec ceux trouvés par les équations mathématiques (1) et (3) présentées dans la partie de « Modélisation ».

Les simulations réalisées viennent dans le cadre de notre contribution sur le développement de l'influence de la pression sur la force aérodynamique appliquée sur la turbine. Afin de trouver des résultats qui couvrent le maximum possible de situations, on a tenu compte des différentes valeurs de la vitesse du vent possible sur notre site de Nouakchott et la longueur des pales des machines qui sont expérimentées dans cette zone. Les courbes trouvées suite à notre travail de simulation prennent à leurs extrémités la même valeur maximale du facteur d'interférence.

En conclusion, on peut dire que l'effet de la pression atmosphérique sur la force appliquée sur la pale de l'aérogénérateur est faible par rapport aux autres.

REMERCIEMENTS

Nous remercions Larbi EL BAKKALI et Abdel Kader MAHMOUD respectivement, responsable du Laboratoire de Modélisation et Simulation des Systèmes Mécaniques, FS-Tétouan, UAE et responsable du Laboratoire de Recherche Appliquée aux Energies Renouvelables, FST, USTM. Un grand merci à tous les membres de ces deux laboratoires pour leurs collaborations actives pour le rayonnement de la recherche au sein de nos deux pays.

REFERENCES

- [1] Z. A. Adnan, « AFRICA 2030 : ROAMAP FOR A RENEWABLE ENERGY FUTURE », International Renewable Energy Agency.
- [2] T. F. Ishugah, Y. Li, R. Z. Wang, et J. K. Kiplagat, « Advances in wind energy resource exploitation in urban environment: A review », *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 37, p. 613-626, sept. 2014.
- [3] B. Khalid, « Sahara Wind-Hydrogen Development Project Morocco and Mauritania », Sahara Wind Inc, Durée: 4-5 ans 2007.bb
- [4] S. M. Mustapha, « Sfp982620 Wind Monitoring platform in Mauritania », Université de Nouakchott, Mauritanie.
- [5] S.-Y. Liu et Y.-F. Ho, « Wind energy applications for Taiwan buildings: What are the challenges and strategies for small wind energy systems exploitation? », *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 59, p. 39-55, juin 2016.
- [6] B. Sanderse, « Aerodynamics of wind turbine wakes », *Energy Res. Cent. Neth. ECN ECN-E-09-016 Petten Neth. Tech Rep*, vol. 5, n° 15, p. 153, 2009.
- [7] M. MOHAMED LEMINE, L. EL BAKKALI, et A. K. Mahmoud, « Modeling and Simulation of the Energy Conversion System of a Wind Turbine », *Int. J. Mech. Mechatron. Eng. IJMME - IJENS*, vol. 16, n° 2, p. 1-9, avr. 2016.
- [8] M. O. L. Hansen, *Aerodynamics of wind turbines*, Reprinted. London: Earthscan, 2010.
- [9] A. Thomas et S. Lennart, « Wind energy technology and current status: a review », *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 4, n° 4, p. 315-374, 2000.
- [10] C. Marimuthu et V. Kirubakaran, « A CRITICAL REVIEW OF FACTORS AFFECTING WIND TURBINE AND SOLAR CELL SYSTEM POWER PRODUCTION », *Int J Adv Engg Res Stud.-March*, vol. 143, p. 147, 2014.
- [11] A. A. Koukpedji, B. B. Kounouhewa, E. Agoua, A. Houekpoheha, et J. C. Orou, « Influence de la température, de la pression et de l'humidité relative de l'air sur le potentiel éolien dans la zone côtière du Bénin dans le Golfe de Guinée », *Rev. Energ. Renouvelables*, vol. 18, n° 2, p. 217-226, 2015.
- [12] S. M. El Moustapha, M. L. Ndiaye, P. A. Ndiaye, A. K. O. Mahmoud, et I. Youm, « Influence des paramètres météorologiques sur la production d'un aérogénérateur: Application sur le littoral Sahélien », *Rev. Energ. Renouvelables*, vol. 17, n° 1, p. 43-54, 2014.
- [13] M. Mohamed LEMINE, L. EL BAKKALI, et A. K. Mahmoud, « Modélisation et Simulation du système de conversion énergétique d'un aérogénérateur », présenté à <http://cpi2015.sciencesconf.org/>, 2015.

Facteurs favorisant les accouchements à domicile dans la Zone de Santé rurale de Lemera au Sud-Kivu, en RD Congo

[Factors associated with home delivery in Rural Health Zone of Lemera, DR Congo]

M. Bope Kwete¹, R. Bukuru Nyota², and P. Mulongo Mbarambara²

¹Département de Sciences Infirmières à l'Institut Supérieur des Techniques Médicales de Bukavu, Sud-Kivu, RD Congo

²Département de Sages-Femmes à l'Institut Supérieur des Techniques Médicales de Bukavu, Sud-Kivu, RD Congo

Copyright © 2016 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: *Objective:* The aim of this study was to determine factors associated with home delivery in Health Zone of Lemera in South-Kivu province of DR Congo.

Material and methods: A cross-sectional study design was applied from February 2nd to March 30 2016 to collect data from 384 reproductive age women who gave birth in 2015. They were selected by stratified random sampling method. A logistic regression was used to determine the existence of association between home delivery and independent variables.

Result: Mother educational status, parity of the women, distance from facilities, lack of preparation of women in labor, failure to render assistance to women in labor were statistically significant association with home delivery.

Conclusion: home deliveries are still very common in our communities because of the above mentioned factors which deserve special attention during antenatal care and stay in the maternity ward.

KEYWORDS: childbirth, Home, Factor, South-Kivu.

RÉSUMÉ: *Objectifs:* cette étude avait pour objectif de déterminer les facteurs associés à l'accouchement à domicile dans la Zone de Santé rurale de Lemera.

Matériel et méthode: une étude transversale a été conduite entre le 02 février et le 3 à mars 2015 auprès de 384 femmes en âge de procréer qui ont accouché en 2014. Elles ont été choisies aléatoirement par échantillonnage stratifié dans toutes les aires de santé de Lemera. Les entretiens se faisaient à domicile. La détermination de la relation entre la variable d'intérêt (accouchement à domicile) et les variables indépendantes a été réalisé par le test de Chi-deux et la régression logistique au seuil de signification statistique de 0,05 ($p < 0,05$).

Résultats: Le faible niveau d'instruction, la multiparité, l'éloignement de structures sanitaires, l'impréparation de la parturiente, la non-assistance aux parturientes à la maternité ont eu une association significative avec les accouchements à domicile dans la Zone de Santé de Lemera.

Conclusion: les accouchements à domicile sont encore très fréquents dans nos milieux à cause des facteurs ci-haut cités qui méritent une attention particulière lors des consultations prénatales et du séjour à la maternité.

MOTS-CLEFS: accouchements, facteurs, domicile, Sud-Kivu.

1 INTRODUCTION

Dans les pays en voie de développement, les millions des femmes et les nouveau-nés meurent ou éprouvent des problèmes de santé sérieux liés à la grossesse et à l'accouchement tous les ans. Beaucoup de femmes n'ont pas la bonne

fortune pour se faire occuper par le personnel habile pendant l'accouchement. Ce manque d'assistance habile a pu être considéré comme un des facteurs principaux dans la mortalité maternelle et infantile [1]. Le Nigéria a continué à être témoin d'un rapport élevé de décès maternel, avec la variation substantielle à travers ses régions [2],[3]. Selon le National Birthday Trust Fund le choix pour l'accouchement à domicile repose sur différentes raisons : 30% évoquent l'intimité, le respect, 25% évoquent le côté pratique, la commodité, l'influence de la famille, 24% évoquent une réduction du stress, un meilleur contrôle et implication, 11% évoquent un accouchement hospitalier mal vécu, 10% évoquent un précédent accouchement à domicile bien vécu, 10% évoquent la peur de l'hôpital, le rejet des protocoles et règlements, 4% évoquent l'accompagnement global et la continuité des soins[1].

Dans d'autres études qualitatives sur l'accouchement à domicile, les femmes disent que donner la vie à la maison est un événement positif, éprouvant un sentiment de puissance, et de satisfaction. Elles justifient leur choix par le respect de la physiologie, la diminution du stress. Elles pensent que l'accouchement y est plus facile car la physiologie est moins perturbée, qu'elles économisent de l'énergie, à un moment où elles en ont grandement besoin, à ne pas devoir se conformer aux règles de quelqu'un d'autre [2].

Dans le monde, l'accouchement à domicile concerne 90 % des naissances. Pourtant, ce type d'accouchement est marginal en France, 1% des couples optent aujourd'hui pour cette solution, souvent pour des raisons philosophiques, parfois tout simplement par désir de vivre plus simplement la naissance de leur enfant [4].

En Afrique, 60% des femmes accouchent à domicile. En Ethiopie environ 30% de décès maternel est liée à la grossesse soit 676 décès pour 100.000 naissances. Actuellement l'accouchement à domicile occupé par la personne non qualifiée environne 90% et l'accouchement institutionnel a seulement 10% [2].

Selon Agbo H. et les autres dans leur étude menée au Nigeria sur un échantillon de 140 femmes enceintes, il s'est avéré que 104 (74.3%) ont suivi les consultations prénatales, 84 (60%) ont eu leur dernier accouchement dans un l'hôpital, alors que 56 (40%) avaient leur dernier accouchement à la maison. 85 (60.7%) ont choisi d'accoucher dans l'hôpital, alors que 55 (39.3%) optaient pour l'accouchement à domicile pour la grossesse précédente.

Les causes déterminantes du choix de l'endroit de l'accouchement incluent le coût de la facture d'hôpital (93.6%), l'attitude peu amicale des ouvriers de santé (61.4%), le travail inattendu (75%), la distance aux centres de santé (36.4%), et le manque de réserve pour ANC (10.7%) et 3.6% n'ont donné aucune raison. Les femmes plus âgées ($P = 0.04$), ceux qui n'ont eu aucun enseignement conventionnel et ceux avec l'éducation d'école primaire ($P = 0.02$), les femmes au foyer, les divorcées, les veuves, les acquéreurs de faible revenu, les fermiers et les colporteurs étaient la majorité optant pour la livraison à domicile ($P < 0.001$). La religion et la parité n'ont cependant eu aucune association significative avec le choix d'un lieu de l'accouchement [5].

Au Burundi, l'utilisation des services obstétricaux modernes reste problématique. Si le niveau du recours a au moins une consultation prénatale (CPN) y semble globalement satisfaisant, il n'en est pas ainsi lorsqu'on s'intéresse au lieu d'accouchement [6].

La morbi-mortalité maternelle est un problème majeur de santé publique surtout dans les pays à faibles revenus qui contribuent à 99% des décès maternels. En République Démocratique du Congo, l'accès aux soins de santé primaires pose encore problème, certaines femmes accouchent à domicile. Cette situation est préoccupante en milieu rural avec 4 naissances sur 10 soit 39% se passent à domicile contre 58% dans les établissements sanitaires Le ratio de mortalité maternelle est de 549 pour 100000 naissances vivantes [7]. Le taux d'accouchement à domicile est de 35.2% dans la province du Sud-Kivu selon la même source.

Etant donné qu'une proportion importante de ces décès est évitable grâce à des interventions efficaces et opportunes du nombre desquelles l'assistance qualifiée à chaque accouchement dans une structure sanitaire équipée, la présente étude avait pour objectif de déterminer les facteurs associés à l'accouchement à domicile dans la Zone de Santé Rurale de Lemera au Sud-Kivu.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

TYPE ET CADRE D'ÉTUDE

C'est une étude transversale portant sur les facteurs favorisant les accouchements à domicile dans la zone de santé de Lemera située dans le territoire d'Uvira au Sud Kivu, à l'est de la République Démocratique du Congo. Cette zone est constituée de 24 aires.

ECHANTILLONNAGE

La taille de l'échantillon de cette étude a été calculée sur base de la formule de Schwartz :

$$n = \frac{Z\alpha^2 \cdot p(1-p)}{d^2} = \frac{(1,96)^2 \cdot 0.50 (1-0.50)}{(0.05)^2} = \frac{3,8416 \times 0.50 \times 0.5}{0,0025} = 384 \text{ Menages à enquêter.}$$

Où : n = est la taille de l'échantillon de l'étude; $Z\alpha$ = est le coefficient correspondant au niveau de fiabilité qui est de 95% équivalant à 1,96; p = l'ampleur de la situation étudiée, d= la marge d'erreur aléatoire soit 5% (0.05). Un échantillonnage stratifié a été utilisé dans cette étude. Au premier degré, nous avons choisi aléatoirement 10 aires de santé parmi les 24 qui comptent la santé de la Zone de Santé Rurale de Lemera. Au second degré, nous avons choisi dans chaque aire de santé les avenues à enquêter. Le nombre des femmes à enquêter était proportionnel à l'effectif de la population cible de chaque aire de santé d'étude.

CRITÈRES D'INCLUSION

Pour participer à notre étude, il fallait être femme en âge de procréer, être une habitante de l'une des avenues des aires de santé d'étude de la zone de santé de Lemera et avoir accepté de répondre à nos questions.

PARAMÈTRES À L'ÉTUDE

Les données collectées étaient en lien avec les caractéristiques générales ou sociodémographiques des enquêtées (âge, niveau d'étude, profession, revenu...), l'accessibilité géographique et économique, l'état des infrastructures sanitaires et l'existence des maternités dans les aires de santé, la disponibilité et qualification des personnels de santé et la connaissance des femmes sur l'accouchement à domicile et ses conséquences.

ANALYSE STATISTIQUE DES DONNÉES

Avant de procéder aux interviews, un consentement libre et éclairé des femmes a été sollicité en fournissant des garanties d'anonymat et de confidentialité. Les données ont été collectées à l'aide d'un questionnaire fermé auprès des femmes en âge de procréer. Les données ont été saisies en Excel 2013 puis importées en IBM SPSS 22.0. L'analyse a commencé par la description des données puis pour vérifier l'existence d'une association entre l'accouchement à domicile et les facteurs présumés comme prédicteurs, nous avons utilisé les tests de Chi-deux et la régression logistique. La signification statistique a été fixée au seuil de 5%.

3 RÉSULTATS

INFLUENCE DES CARACTÉRISTIQUES SOCIODÉMOGRAPHIQUES SUR L'ACCOUCHEMENT À DOMICILE

Le tableau 1 vérifie l'association entre l'accouchement à domicile et les facteurs démographiques et socio-économiques.

Tableau 1. Association entre accouchement à domicile et facteurs démographiques et socioéconomique des femmes dans la Zone de Santé de Lemera.

Variables	N (%)	Lieu d'accouchement		OR (IC à 95%)	P
		A domicile n (%)	Structure de soins n (%)		
Tranche d'âge					
15-25 ans	125 (32,6)	22 (17,6)	103 (82,4)	1,0	
26-35 ans	211 (54,9)	90 (42,7)	121 (57,3)	1,7 (1,13-2,64)	0,010
36 ans et plus	48 (12,5)	30 (62,5)	18 (37,5)	3,3 (1,78-6,23)	0,000
Etat civil					
Vivant seule	47(12,2)	27(57,5)	20 (42,5)	1,3 (0,70-2,42)	0,398
Mariée	337 (87,8)	215 (63,8)	122 (36,2)	1,0	
Niveau d'étude					
Aucun	76 (19,8)	52 (68,4)	24 (31,6)	5,2 (3,05-9,02)	0,000
Primaire	146 (38,0)	74 (50,7)	72 (49,3)	2,5 (1,67-3,94)	0,000
≥Secondaire	162 (42,2)	16 (10,3)	146 (90,1)	1,0	
Profession					
Cultivatrice	267 (69,5)	123 (46,4)	144 (53,9)	4,4 (2,54-7,61)	0,000
Commerçante	89 (23,2)	19 (21,3)	73 (78,7)	0,4 (0,21-0,66)	0,000
Fonctionnaire	28 (7,3)	0 (0,0)	28 (100,0)	1,0	
Parité					
Multipare	163 (42,4)	106 (65,0)	57 (35,0)	9,5 (5,90-15,45)	0,000
Primipare	221 (57,6)	36 (16,3)	185 (83,7)	1,0	
Revenu mensuel					
Aucun	52 (13,5)	32 (61,5)	20 (38,5)	3,2 (1,76-5,90)	0,000
5-50 \$	319 (83,1)	110 (34,5)	209 (65,5)	0,5 (0,31-0,92)	0,000
51-100\$	13 (3,4)	0 (0,0)	13 (100,0)	1,0	
Mentalités rétrogrades					0,641
Oui	7 (1,8)	2 (28,6)	5 (71,4)	0,7 (0,12-3,53)	
Non	377 (98,2)	140 (37,1)	237 (62,9)	1,0	
Influence des autres femmes					0,517
Oui	135 (35,2)	47 (34,8)	88 (65,2)	0,9 (0,55-1,34)	
Non	249 (64,8)	95 (38,2)	154 (61,8)	1,0	
Impréparation					0,000
Oui	120 (31,3)	74 (61,7)	46 (38,3)	4,6 (2,92-7,34)	
Non	264 (68,2)	68 (25,8)	196 (74,2)	1,0	

L'âge avancé, le faible niveau d'instruction, le statut de cultivatrice, la multiparité, le bas revenu du ménage et l'impréparation de la parturiente étaient les facteurs sociodémographiques et économiques associés de manière significative à l'accouchement à domicile dans la Zone de Santé de Lemera ($p < 0,001$).

Selon la figure 1, les villages qui ont enregistré plus d'accouchements à domicile étaient le village Mulenge et le village de Lemera. Les moins de cas ont été enregistrés dans les villages de Mahugubwe et Kiringye.

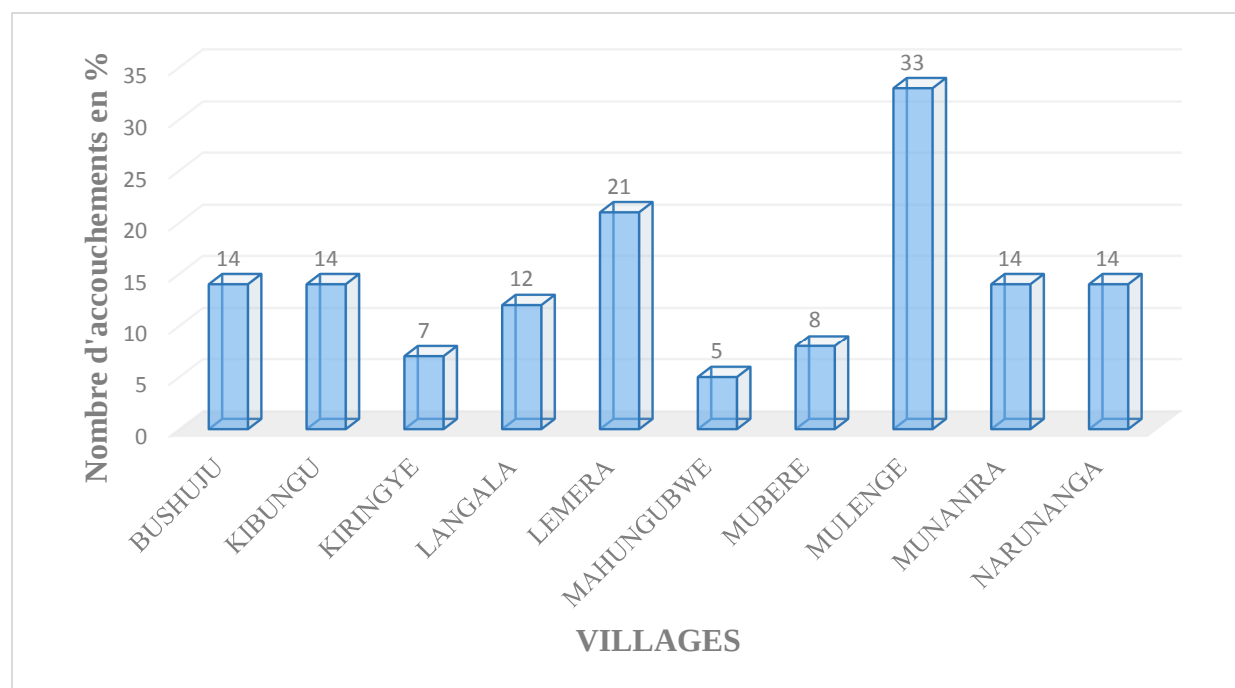


Figure 1. Répartition des accouchements à domicile par village dans la Zone de Santé de Lemera.

INFLUENCE DES FACTEURS ORGANISATIONNELS ET STRUCTURELS SUR L'ACCOUCHEMENT A DOMICILE

Le tableau 2 vérifie l'influence des facteurs organisationnels et structurels sur les accouchements à domicile.

Tableau 2. Association entre les accouchements à domicile et en facteurs organisationnels dans la Zone de Santé de Lemera

Variables	N (%)	Lieu d'accouchement		OR (IC à 95%)	p
		A domicile n (%)	Structure de soins n (%)		
Existence de maternité au village					0,016
Non	146 (38,0)	65 (44,5)	81 (55,5)	1,7 (1,09-2,56)	
Oui	238 (62,0)	77 (32,4)	161 (67,6)	1,0	
Coût de l'accouchement					
Cher	187 (48,7)	95 (50,8)	92 (49,2)	3,3 (2,13-5,09)	0,000
Abordable	60 (15,6)	24 (40,0)	36 (60,0)	1,2 (0,66-2,04)	0,597
Moins cher	137 (35,7)	23 (16,8)	114 (83,2)	0,2 (0,12-0,36)	0,000
Eloignement des structures					0,000
Oui	82 (21,3)	50 (61,0)	32 (39,0)	3,6 (2,14-5,92)	
Non	302 (78,7)	92 (30,5)	210 (69,5)	1,0	
Accouchement assisté					0,000
Non	31 (8,1)	24 (77,4)	7 (22,6)	6,8 (2,85-16,30)	
Oui	353 (91,9)	118 (33,4)	235 (66,6)	1,0	
Manque de sensibilisation					0,885
Oui	28 (7,3)	10 (35,7)	18 (64,3)	0,9 (0,42-2,10)	
Non	356 (92,7)	132 (37,1)	224 (62,9)	1,0	

Les facteurs favorisant l'accouchement à domicile liés aux services de santé étaient l'inexistence d'une maternité dans le village de parturientes, le coût d'accouchement jugé cher, l'éloignement des structures sanitaires et la non-assistance des parturientes dans les formations sanitaires ($p < 0,0001$).

Les facteurs influençant l'accouchement à domicile dans la Zone de Santé de Lemera étaient le faible niveau d'instruction, la multiparité, l'éloignement des structures sanitaires, l'impréparation de la parturiente et la non-assistance des parturientes dans les maternités de cette Zone ($p < 0,05$) comme le montre le tableau 3.

Tableau 3. Régression logistique des facteurs déterminant l'accouchement à domicile dans la Zone de Santé de Lemera.

Facteurs	OR	IC à 95%	P
Faible niveau d'instruction	7,1	3,63-13,86	0,000
Multiparité	5,2	2,97-9,27	0,000
Eloignement de structures sanitaires	4,4	2,19-8,96	0,000
Impréparation de la parturiente	3,9	2,16-7,11	0,000
Non-assistance aux parturientes à la maternité	3,7	1,22-11,12	0,000

4 DISCUSSION

Les résultats de cette étude montrent qu'une proportion non négligeable des femmes enceintes continuent à accoucher à domicile (37%). Ceci prouve à suffisance que l'utilisation des services de santé reproductive pose encore problème à l'est de la République Démocratique du Congo, particulièrement dans la Zone de Santé de Lemera. Une étude réalisée dans la Zone de Santé rurale de Ngindinga, à l'ouest de la RD Congo est arrivée aux mêmes conclusions [8].

Ce taux est supérieur à celui trouvé dans une étude conduite dans la province du Sud du Rwanda où plus de 80,4% des gestantes accouchent dans un milieu hospitalier [9] et largement supérieur au taux des accouchements à domicile sur le territoire Français qui est actuellement moins de 1% des naissances sur tout le territoire français [10].

Le comble du malheur est que la plupart de femmes qui accouchent à domicile le font en l'absence d'une personne qualifiée et compétente. Les issues maternelles et néonatales peuvent devenir grave faute d'interventions efficaces et à temps utile.

Cette étude a montré que le faible niveau d'instruction de la gestante, la multiparité, le coût d'accouchement, l'éloignement des structures sanitaires, l'impréparation de la parturiente et la non-assistance aux parturientes dans les formations sanitaires étaient les déterminants de l'accouchement à domicile dans notre milieu d'étude.

D'autres auteurs ont trouvé des résultats similaires aux nôtres notamment au Rwanda [9], en Guinée [11] et au Nigéria [12]. Les explications plausibles sont des deux ordres, d'une part, il s'agit des facteurs individuels notamment, les femmes qui ont déjà accouché à domicile ou qui ont assisté à un accouchement à domicile qui s'est bien passé, ne douterait pas d'une seconde à reprendre la même expérience surtout si d'autres facteurs viennent s'y ajouter comme la pauvreté, l'inaccessibilité des structures sanitaires. D'autre part, il s'agit de facteurs structurels, l'attitude des prestataires de soins, l'éloignement des structures et le manque de sensibilisation de femmes enceintes peuvent être suffisants pour que ces dernières optent pour un accouchement à domicile.

Par ailleurs, il a été constaté au cours d'une étude réalisée au Canada que les femmes d'âge avancé et les multipares étaient proportionnellement plus nombreux à accoucher à domicile [13].

Les consultations prénatales bien conduites demeurent un pilier important dans la réduction des accouchements à domicile de même que l'amélioration du niveau d'instruction des femmes pour qu'elles aient la capacité de percevoir et de remarquer précocement le danger que représente le fait d'accoucher dans un milieu extra-hospitalier.

Il s'avère important d'approfondir la présente étude en évaluant les conséquences maternelles et néonatales des accouchements en dehors des formations sanitaires en comparaison des accouchements assistés.

5 CONCLUSION

Cette étude nous a permis de mettre en évidence les facteurs déterminant les accouchements à domicile dans la Zone de Santé de Lemera notamment le faible niveau d'instruction, la multiparité, l'éloignement des structures sanitaires, l'impréparation de la parturiente et la non-assistance aux parturientes. Pour réduire les accouchements à domicile, une approche mettant l'accent sur l'éducation des femmes mais aussi rendent les services de santé accessibles et attrayant s'avère indispensable.

REMERCIEMENTS

Les femmes en âge de procréer qui se sont rendues disponibles en vue de participer à cette enquête se sentent honorées par le présent travail. Les enquêteurs et les autorités sanito-administratives sont aussi remercié pour tout ce qu'ils ont fait.

RÉFÉRENCES

- [1] Association de sages-femmes et recherches. Impact de la préparation à la naissance sur la grossesse et l'accouchement. Montpellier 2000.
- [2] Anderson re, Murphy PA: outcomes of 11788 planned home births attended certified nurse midwives. *Jal of nurse midwifery*; Dec 1995, pp 483-492.
- [3] American College of nurse-midwives, Home Birth Practice Handbook –2004, 164.
- [4] Cathy-Anne PP. Accouchement à domicile : risque ou modèle ? France, mai 2005, 1-93.
- [5] 12Beth et Etienne et ALLI. La santé de la famille et de la communauté ; paris ; 1993 ; P35-4.
- [6] Nkurunziza, M. Analyse du recours aux soins obstétricaux au Burundi : Déterminants et motivations (Vol. 728). Presses universitaires de Louvain. 2014 ; vol 728.
- [7] Ministère du Plan en collaboration avec le Ministère de la Santé. Enquête Démographique et Sanitaire 2013-2014. RD Congo. Rapport préliminaire 2014.
- [8] Kamakondi V. Les risques liés à la grossesse et à l'accouchement dans la zone de santé rurale de Ngidinga (RDC).<http://www.md.ucl.ac.be>. Consulté le 13/03/2016.
- [9] Munyemana M, Kakoma JB. Facteurs influençant le lieu d'accouchement dans le district de nyaruguru (province du sud du rwanda). *Revue Médicale Rwandaise*. 2013 ; 68 (4) : 21-25.
- [10] Dupuis O, De Tayrac R, Poilpot S, Minand S, Fernandez, H, Frydman R et al. Accouchement à domicile : opinion des femmes françaises et risque périnatal. Résultats de l'enquête DOM 2000. *Gynécologie obstétrique & fertilité* ; 30(9), 677-683.
- [11] United Nations Population Fund. Mise à jour 2004 sur la mortalité maternelle : Accoucher en de bonnes mains. <http://www.unfpa.org>. Consulté le 14/03/2016.
- [12] Envuladu E.A, Agbo H.A, Lassa S, Kigbu J.H, Zoakah A.I. Factors determining the choice of a place of delivery among pregnant women in Russia village of Jos North, Nigeria: achieving the MDGs 4 and 5. *Int J Med Biomed Res* 2013;2(1):23-27.
- [13] Agence de la Santé Publique du Canada. Ce que disent les mères : l'Enquête canadienne sur l'expérience de la maternité. <http://www.phac-aspc.gc.ca>. Consulté le 15/03/2016.

Niveau d'acceptabilité de la planification familiale dans la Zone de Santé de Kadutu à l'Est de la RD Congo

[Acceptability level of Family planning in Kadutu Health Zone in East of DR Congo]

P. Mulongo Mbarambara¹, E. Mumbilya², P. Muhumu Mututa³, and A. Masengi Ndage⁴

¹Département de Sages-femmes à l'Institut Supérieur des Techniques Médicales de Bukavu, Bukavu, Sud-Kivu, RD Congo

²Département de Santé Publique à l'Institut Supérieur des Techniques Médicales de Bukavu, Bukavu, Sud-Kivu, RD Congo

³Département de Santé Publique à l'Institut Supérieur des Techniques Médicales de Kanyamulanda, Walungu, Sud-Kivu, RD Congo

⁴Département de Gynéco-obstétrique à l'Hôpital de Gihundwe, Rwanda

Copyright © 2016 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: *Objective:* This study aimed at determining the acceptability level of family planning and its factors associated in view to participate to the promotion of the contraceptive practice.

Material and methods: It was a cross-sectional study among 384 women in childbearing age during the period going from April to June 2015. A probabilistic sampling in clusters has been used. The chi-square has been used to compare proportions and the logistic regression for multivariate analysis.

Results: The sample of our study was constituted of women of less than 30-year age (70%) with an average age of 31.25 ± 6.7 ans; without profession of Catholic faith and secondary education level. The informed women of family planning were to 96%. The acceptability level of family planning was 42%. The husband's opposition (40%), the side effects fear (25%) and the religious opposition (19.5%) were the main obstacles in the acceptability of the family planning. The method of calendar, the necklace of the cycle and the injectable were the main accepted methods. The acceptability level was significantly associated with the husband approval and the conjugal dialogue on the contraception ($p < 0.05$).

Conclusion: Sensitizations concerning family planning should imply all two members of the couple and especially take into account the man to arrive to a good acceptability of the family planning by women in our study area.

KEYWORDS: family planning, acceptability, DR Congo.

RESUME: *Objectif:* cette étude avait comme objectif de déterminer le niveau d'acceptabilité de la planification familiale et ses facteurs y associés en vue d'apporter notre pierre à la promotion de la pratique contraceptive.

Matériel et méthodes: Il s'est agi d'une étude transversale conduite auprès de 384 femmes en âge de procréer durant la période allant d'avril à juin 2015. Un échantillonnage probabiliste en grappes a été utilisé. Le Khi-deux a été utilisé pour comparer les proportions et la régression logistique pour l'analyse multivariée.

Résultats: L'échantillon de notre étude était constitué des femmes d'âge de moins de 30 ans (70%) avec un âge moyen de $31,25 \pm 6,7$ ans ; sans profession de foi catholique et de niveau d'étude secondaire. Les femmes informées de la planification familiale étaient à 96%. L'acceptabilité de la planification familiale était de 42%. L'opposition du mari (40%), la peur des effets secondaires (25%) et l'opposition religieuse (19,5%) étaient les obstacles les plus rencontrés dans l'acceptabilité de la PF. La méthode de calendrier, le collier du cycle et les injectables étaient les méthodes les plus acceptées. L'acceptabilité était significativement associée à l'approbation du mari et au dialogue conjugal sur la contraception ($p < 0,05$).

Conclusion: Les sensibilisations en matière de planification familiale devraient impliquer tous les deux membres du couple et surtout s'intéresser à l'homme pour arriver à une bonne acceptabilité de la Planification familiale par les femmes dans notre milieu d'étude.

MOTS-CLEFS: planification familiale, acceptabilité, RD Congo.

1 INTRODUCTION

La planification familiale constitue un support important aux familles dans l'accomplissement de leur plan de maternité en déterminant le nombre d'enfants voulus au moment voulu et à intervalle voulu pour assurer une croissance optimale et un plein développement de chaque membre de la famille [1]. La prévalence de la pratique contraceptive semble avoir augmenté à travers le monde mais les besoins non satisfaits en planification familiale demeurent un problème surtout dans les pays en voie de développement [2].

En 2013, les estimations de décès maternels dus aux complications liées à la grossesse faisaient état de 292982 femmes décédées dont plus de 50% étaient survenus dans six pays en voie de développement du nombre desquels figure la RD Congo [3].

Au Rwanda, l'utilisation des moyens de contraception moderne a quadruplé au cours de ces dix dernières années, et le taux de fécondité total est tombé à 4,6 enfants par femme. Si ces progrès impressionnants se poursuivent, le Rwanda, d'ici à 2030, aura rempli les conditions démographiques nécessaires [4].

En République Démocratique du Congo comme dans d'autres pays africains, la préoccupation majeure est la croissance rapide de la population alors que l'économie ne suit pas [5]. Sur toute l'étendue de la République, particulièrement au Sud-Kivu, peu de femmes utilisent une méthode quelconque et le faible taux d'utilisation concerne les méthodes modernes pourtant la plupart de femmes souhaitent espacer ou limiter leurs naissances [6].

Dans la Zone de Santé de Kadutu, nous enregistrons souvent des cas d'avortements criminels consécutifs à des grossesses non désirées, des accouchements très rapprochés même après un accouchement par césarienne et des accouchements chez les adolescentes et même chez les grandes multipares. Pourtant, la planification familiale a fait preuve de ses effets positifs sur l'atteinte des objectifs du millénaire pour le développement notamment ceux en rapport avec le couple mère-enfant. La faible prévalence contraceptive observée dans notre milieu d'étude méritait d'être documentée, raison d'être de notre travail. Ainsi, la présente étude avait pour objectif de déterminer la proportion de femmes qui acceptent la planification familiale et les facteurs influençant cette acceptabilité chez les femmes en âge de procréer dans la Zone de Santé de Kadutu.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

C'est une étude transversale à visée analytique portant sur l'évaluation du niveau d'acceptabilité de femmes au sujet de planification familiale dans la zone de santé de Kadutu. Cette zone de santé est située dans la commune de Kadutu, ville de Bukavu, province du Sud-Kivu en République Démocratique du Congo. Selon le dénombrement de 2014, la Zone de Santé de Kadutu a une population estimée à 326 634 habitants répartis sur 12 aires de santé. Pour estimer la taille de l'échantillon, la formule suivante a été utilisée $Z^2 p (1-p) / d^2 = (1,96)^2 \times 0,5 \times (1-0,5) / (0,05)^2 = 384$ hommes à enquêter où z = Coefficient de confiance à 95% (1,96), d = Marge d'erreur (5%), p = proportion (prévalence par défaut de 0,5 $p = 0,5$), $1-p$ = prévalence complémentaire (1-0,5 = 0,5). Le sondage en grappes à deux degrés était la technique d'échantillonnage utilisée dans ce travail. Le 1er degré a concerné le choix des aires de santé : huit aires de santé sur 12 ont été aléatoirement sélectionnées. Le 2ème degré a consisté à tirer un sous-échantillon proportionnel de femmes dans chacune des aires de santé choisies. Les critères d'inclusion étaient : être âgée de 15 à 49 ans, résider à Kadutu pendant le moment de l'étude depuis au moins 6 mois, être présente dans le ménage le jour de l'enquête et accepter de répondre au questionnaire d'enquête.

Notre étude avait pour variable dépendante : le niveau d'acceptabilité de la planification familiale par les femmes. Cette variable a été dichotomisée en niveau bas (code=0) si moins de 60% des femmes approuvaient la planification familiale et en niveau élevé (codé=1) si 60% et plus ont accepté la planification familiale. Les autres variables dites indépendantes comprenaient les caractéristiques sociodémographiques ; les éléments de connaissances sur les méthodes contraceptives, les éléments d'approbation de la PF, Après l'encodage des données sur Microsoft Excel 2013, le traitement et l'analyse statistique ont été faits au moyen du logiciel STATA. SE, version 13.0. A part les statistiques descriptives usuelles en fonction de la nature des variables, le test de chi-carré et la régression logistique ont été utilisés pour l'analyse statistique et la comparaison des facteurs entre les deux groupes des femmes (celles de niveau bas d'acceptabilité et de niveau élevé. Le

seuil de signification était fixé à 0,05 ($p < 0,05$). La force de l'association a été estimée par les Odds bruts et ajustés. Pour l'éthique de la recherche, nous avons demandé les autorisations de mener la présente étude aux autorités sanitaires et administratives des aires de santé qui ont été sélectionnées. Devant les enquêtées, une garantie de confidentialité et d'anonymat a été fournie. Les femmes rencontrées étaient libres de participer ou non à l'enquête.

3 RÉSULTATS

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES FEMMES EN ÂGE DE PROCRÉER

Notre échantillon était constitué plus de femmes mariées, de foi catholique, ménagères, de niveau secondaire et d'âge variant entre 20 à 35 ans avec une moyenne de 31,25 ans $\pm$ 6,7ans. Les caractéristiques des maris de certaines de nos enquêtées sont faites plus de fonctionnaires et tous de lettrés. Le tableau 1 résume les caractéristiques générales de notre échantillon.

Tableau 1: Caractéristiques générales des femmes en âge de procréer dans la Zone de Santé de Kadutu, 2015

Variables	n=384	%
Age (moyenne et écart type)	31,25 $\pm$ 6,7ans (17-46 ans)	
Moins de 20 ans	9	2,34
20-35 ans	262	68,2
36 ans et plus	113	29,4
Religion		
Catholique	154	40,1
Protestante	117	30,5
Musulmane	36	9,4
Eglises de réveil	77	20,0
Situation matrimoniale		
Mariée	311	81,0
Célibataire	42	10,9
Divorcée	7	1,8
Séparée	24	6,3
Profession de la femme		
Ménagère	230	59,9
Commerçante	118	30,7
Fonctionnaire	36	9,4
Profession du mari (n=311)		
Aucun	23	7,4
Commerçant	133	42,8
Fonctionnaire	155	49,8
Niveau d'instruction de la femme		
Primaire	7	1,8
Secondaire	336	87,5
Supérieur	41	10,7
Niveau d'instruction du mari (n=311)		
Secondaire	179	57,6
Supérieur	132	42,4

INFORMATION DES FEMMES EN MATIÈRE DE PLANIFICATION FAMILIALES

La proportion des femmes qui ont déjà entendu parler de la planification familiale était de 94% et leur principale source d'information restent les prestataires de soins. Les avantages de la planification familiale sont connus notamment l'évitement d'une grossesse non désirée et l'espacement des naissances. Les éléments d'information des femmes en matière de planification familiale sont décrits dans le tableau 2.

Tableau 2. *Éléments d'information des femmes sur la Planification Familiale dans la Zone de Santé de Kadutu, 2015*

Variables	n=384	%
Avoir entendu parler de PF		
Oui	361	94,0
Non	23	6,0
Sources d'information (n=361)		
Centre de santé	110	30,5
Hôpital général de référence	94	26,0
Radio	28	7,8
Télévision	44	12,2
Ecole	5	1,4
Eglise	30	8,3
Amis et proches	50	13,8
Connaissance des avantages de PF		
Oui	359	99,4
Non	2	0,6
Avantages connus de PF		
Eviter une grossesse non désirée	107	29,8
Espacer les naissances	107	29,8
Limiter les naissances	63	17,5
Prévenir la morbi-mortalité mère-enfant	82	22,8
Connaissance d'un contraceptif		
Oui	360	99,7
Non	1	0,3

ACCEPTABILITE DES METHODES CONTRACEPTIVES PAR LES FEMMES

Le niveau d'acceptabilité de la planification familiale était de 42,7%. Les femmes qui n'acceptaient pas la planification familiale l'ont justifié par le refus de leurs maris, la peur des effets secondaires et les croyances religieuses. Le dialogue conjugal sur la planification familiale était rare ; la plupart des maris des femmes enquêtées étaient défavorables à la PF et n'encourageaient pas l'utilisation des contraceptifs. Parmi les femmes rencontrées, l'utilisation des méthodes contraceptives était à 39,6%. Les variables en rapport avec l'acceptabilité des méthodes contraceptives par les femmes de la Zone de Santé de Kadutu sont présentées dans le tableau 3.

Tableau 3. *Acceptabilité de la planification familiale par les femmes de la Zone de Santé de Kadutu, 2015*

Variables	n=384	%
Acceptabilité de contraceptifs		
Oui	164	42,7
Non	220	57,3
Raisons de ne pas accepter la PF (n=220)		
Peur des effets secondaires	56	25,4
Désir d'avoir un autre enfant	19	8,6
Opposition religieuse	43	19,5
Refus du mari	88	40,0
Ignorance	14	6,4
Participation à une sensibilisation sur la PF		
Oui	215	56,0
Non	169	44,0
Mari approuve la PF (n=311)		
Oui	69	22,2
Non	242	77,8
Dialogue conjugal sur la PF (311)		
Oui	81	26,0

Non	230	74,0
Mari encourage la pratique contraceptive (n=311)		
Oui	66	21,2
Non	245	78,8
Avoir utilisé un contraceptif (n=384)		
Oui	152	39,6
Non	232	60,4

DETERMINANTS DE L'ACCEPTABILITE DE LA PLANIFICATION FAMILIALE DANS LA ZONE DE SANTE DE KADUTU

Les facteurs qui ont influencé positivement l'acceptabilité de la planification familiale parmi les femmes de la Zone de Santé de Kadutu étaient la situation matrimoniale, la connaissance de la PF, la source d'information sur la PF, la participation à une séance de PF, l'approbation de la PF par le conjoint et l'existence d'un dialogue conjugal sur la PF ($p < 0,01$). Les déterminants de l'acceptabilité de la planification familiale sont présentés dans le tableau 4.

Tableau 4: Facteurs associés à l'acceptabilité de la planification familiale dans la Zone de Santé de Kadutu, 2015

Facteurs associés	N=384	% Acceptabilité de PF	OR (IC à 95%)	p
Age en année				
Moins de 20 ans	9	22,2	1	
20-35 ans	262	66,5	0,86 (0,56-1,33)	0,521
Plus de 35 ans	113	46,9	1,27 (0,81-1,98)	0,283
Religion				
Autres	230	40	0,75 (0,50-1,14)	0,189
Catholique	154	43,9	1	
Situation matrimoniale				
Vivant seule	73	58,9	2,25 (1,33-3,78)	0,001
Mariée	311	38,9	1	
Profession de la femme				
Travaille	154	46,1	1,26 (0,83-1,90)	0,271
Ne travaille	230	40,4	1	
Avoir déjà entendu parler de PF				
Oui	361	45,2	18,11 (2,41-135,81)	0,000
Non	23	4,3	1	
Sources d'information				
Formations sanitaires	204	52,9	2,08 (1,36-3,20)	0,000
Autres sources	157	35,0	1	
Participation à une séance de PF				
Oui	215	54,0	2,95 (1,92-4,53)	0,000
Non	169	28,4	1	
Partenaire approuve la PF				
Oui	69	87,0	19,35 (9,07-41,29)	0,000
Non	242	25,6	1	
Dialogue conjugal sur la PF				
Oui	81	81,5	13,35 (7,07-25,21)	0,000
Non	231	24,8	1	

*PF : Planification familiale.

FACTEURS PREDICTIFS DE L'ACCEPTABILITE DE LA PLANIFICATION FAMILIALE

La régression logistique par méthode pas à pas descendante a montré que l'attitude favorable du mari face à la planification familiale et l'existence d'un dialogue conjugal sur la planification familiale sont les deux facteurs prédictifs de l'acceptabilité de la planification familiale par les femmes de la Zone de Santé de Kadutu ($p < 0,05$). Le tableau 5 donne les résultats de l'analyse multivariée.

Tableau 5 : Régression logistique déterminant l'acceptabilité de la planification familiale dans la Zone de Santé de Kadutu, 2015

Facteurs associés	OR _a	IC à 95%	p
Mari approuve la PF	6,48	1,87-22,44	0,003
Dialogue conjugal sur la planification	3,31	1,11-9,85	0,031

ORa: Odds ratio ajusté

4 DISCUSSION

Les Résultats utiles de notre étude étaient la détermination du niveau d'acceptabilité de la planification familiale chez les femmes en âge de procréer dans la Zone de santé de Kadutu, les méthodes les plus acceptées et les principaux obstacles liés à cette acceptabilité. Bien que le schéma d'étude utilisé soit transversal, nous restons convaincus de la validité et de l'importance des résultats obtenus.

La majorité des femmes rencontrées avait un âge inférieur à 30 ans (68,3%), ce qui est similaire des résultats d'une étude menée en 1996 à Bamako en commune IV [7].

Nos résultats sont en désaccord avec ceux trouvés à Qatar [8] et au Kenya [9] qui ont fait mention d'un âge supérieur à 30 ans pour la majorité des enquêtées.

Globalement, les femmes rencontrées étaient en période d'activité génitale et de la maternité à moindre risque au point que le désir sexuel est élevé et mérite un contrôle pour un bon épanouissement sexuel. 94% de femmes rencontrées avaient une information sur la planification familiale et leur principale source d'information était les prestataires de soins.

Le niveau d'acceptabilité de la planification familiale était de 42,7%. Les femmes qui n'acceptaient pas la planification familiale l'ont justifié par le refus de leurs maris, la peur des effets secondaires et les croyances religieuses. Ces obstacles à l'adoption de la planification familiale sont largement évoqués dans la littérature comme étant les raisons de ne pas utiliser une méthode contraceptive [10], [11]. Il importe de souligner que les aspects socioculturels et éducationnels comptent pour beaucoup dans l'acceptation de la planification familiale. Le travail des prestataires de soins est si grand que tout contact avec la population surtout les femmes est à capitaliser pour parler de la portée salvatrice de la pratique contraceptive.

Parmi les méthodes citées par les femmes rencontrées, la méthode de calendrier, le collier du cycle et les injectables étaient les méthodes les plus acceptées.

Ceci pourrait s'expliquer par d'une part, la majorité des enquêtées est chrétienne de foi catholique chez qui le recours aux méthodes contraceptives modernes constitue un péché. D'autre part, le fait que les injectables sont de méthodes à moyenne durée d'action et confidentielles, certaines femmes y recourent à l'insu de leurs maris défavorables à la pratique contraceptive.

Quant aux facteurs associés à l'acceptabilité de la planification familiale, l'analyse bivariée a identifié entre autres facteurs la situation matrimoniale, la connaissance de la PF, la source d'information sur la PF, la participation à une séance de PF, l'approbation de la PF par le conjoint et l'existence d'un dialogue conjugal sur la PF. Cependant, l'analyse multivariée par régression logistique a retenu l'attitude favorable du mari face à la planification familiale et l'existence d'un dialogue conjugal sur la planification familiale comme les deux facteurs prédictifs de l'acceptabilité de la planification familiale par les femmes de la Zone de Santé de Kadutu.

Cette étude a montré que l'existence d'un dialogue conjugal au sujet de la planification familiale multipliait par 3,3 les chances qu'a une femme d'accepter la planification familiale par rapport à celles qui n'ont pas de dialogue familial sur cette question. D'autres auteurs sont arrivés à la même conclusion [12, 13].

Lorsque le partenaire manifeste une attitude positive face à la planification familiale est un signe très fort d'encouragement pour la femme à adopter la planification familiale surtout que les hommes détiennent une grande influence sur les questions de procréation. Ce résultat a été documenté dans la littérature [14].

Il est manifeste que la combinaison « l'attitude favorable du mari face à la planification familiale et l'existence d'un dialogue conjugal sur la planification familiale » ainsi que le niveau d'instruction de la femme sont les variables qui expliquent au mieux la pratique contraceptive des femmes de la zone de santé de Kadutu. Le mariage et, dans une moindre mesure, l'union libre demeurent encore très valorisés de sorte qu'une conception en dehors de ce cadre est toujours mal perçue, malgré les récentes évolutions observées surtout dans les agglomérations urbaines. L'homme, dans les sociétés africaines et la société congolaise en particulier, joue un rôle capital dans la gestion du ménage et toute décision concernant la

progéniture doit recevoir son approbation. Par conséquent, une attitude favorable est un atout non négligeable pour la femme qui désire contrôler sa fécondité.

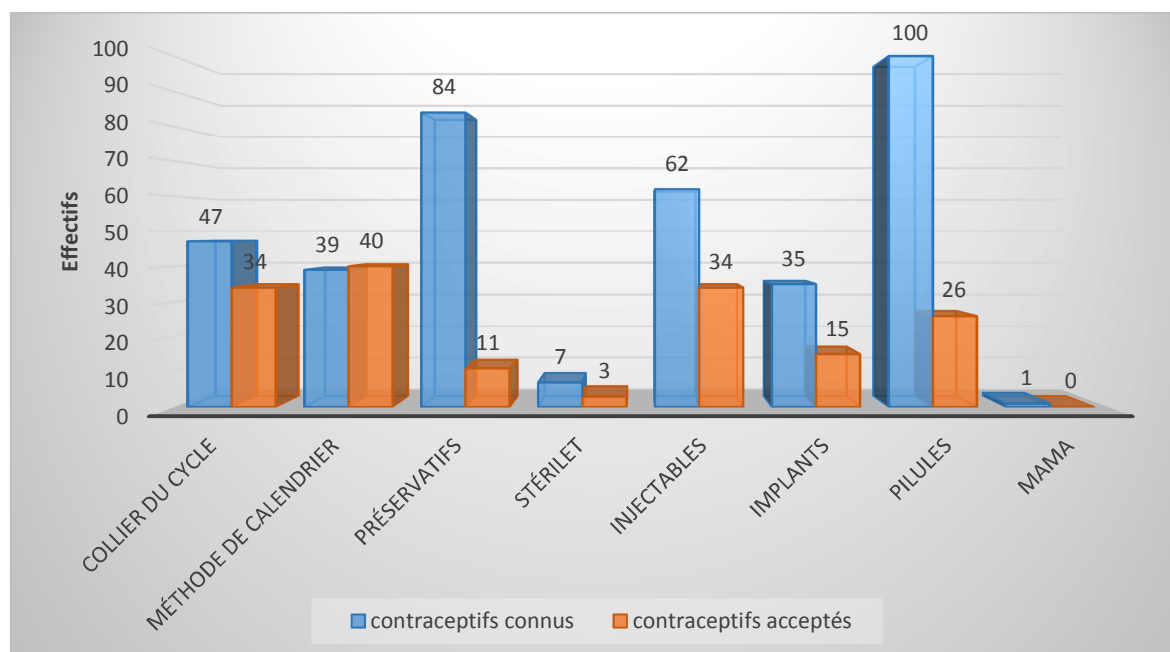


Figure 1. Distribution des femmes selon les méthodes connues et acceptées

5 CONCLUSION

Les études montrent que la planification familiale est significativement associée à la réduction de la mortalité maternelle et infantile là où elle connaît une forte utilisation. Cette étude a montré que l'acceptabilité de la planification familiale par les femmes en âge de procréer était faible (42,7%) dans la Zone de Santé de Kadutu.

Les méthodes connues et acceptées ont été identifiées ainsi que les freins à cette acceptabilité. L'acceptabilité de la planification familiale a été statistiquement associée à la situation matrimoniale, au fait d'être informé sur la contraception, au fait que cette information était livrée par un professionnel de santé, à l'attitude favorable du mari face à la planification familiale et à l'existence du dialogue conjugal sur la Planification familiale ($p < 0,05$). Une utilisation efficace et continue des méthodes contraceptives est possible lorsque toute la communauté approuve la politique de planification familiale en place.

REMERCIEMENTS

Nous témoignons notre sentiment de gratitude aux femmes qui ont volontairement accepté de participer à cette étude. Les autorités sanitaires et politico-administratives de la Zone de Santé de Kadutu sont aussi à remercier pour leur soutien dans le déroulement de cette enquête.

REFERENCES

- [1] Leke RJI. Family planning in Africa south of the Sahara. Geneva Foundation for medical Education and Research (www.gfmer.ch/Books/Reproductive_health/Family_planning_Africa.html, accessed 18 October 2010).
- [2] Alkema L, Kantorova V, Menozzi C, Biddlecom A. National, 1. regional, and global rates and trends in contraceptive prevalence and unmet need for family planning between 1990 and 2015: a systematic and comprehensive analysis. *Lancet*. 2013; 381: 1642-52.
- [3] Kassebaum NJ, Bertozzi-Villa A, Coggeshall MS, Shackelford KA, Steiner C, et al. (2014) Global, regional, and national levels and causes of maternal mortality during 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*. 2014;

- [4] Haute Autorité de Santé. État des lieux des pratiques contraceptives et des freins à l'accès et au choix d'une contraception adaptée Avril 2013 – N° ISBN 978-2-11-138040-0
- [5] USAID. Achieving the MDGs. The contribution of family planning. Democratic Republic of Congo on <http://www.healthpolicyinitiative.com>; <http://ghiqc.usaid.gov>.
- [6] Ministère du Plan et Suivi de la Mise en œuvre de la Révolution de la Modernité /Ministère de la Santé Publique. Rapport préliminaire de l'Enquête Démographique et Sanitaire 2013-2014, République Démocratique du Congo, 2014.
- [7] UNFPA, Ministère de la santé, Division santé de la reproduction –Plan stratégique de la santé de la reproduction 2004-2008, Janvier 2004 site Internet <http://www.unfpa.mali.org.ml>
- [8] Arbab AA, Bener A, Abdulmalik M. Prevalence, awareness and determinants of contraceptive use in Qatari women. *Eastern Mediterranean Health Journal*. 2011; 17(1): 11-15.
- [9] Timothy C. Okech, Nelson W. Wawire, Tom K. Mburu. Contraceptive Use among Women of Reproductive Age in Kenya's City Slums. *International Journal of Business and Social Science*. 2011 ; 2(1) : 23-36.
- [10] Izale K, Govender I, Fina JPL, Tumbo J. Factors that influence contraceptive use amongst women in Vanga health district, Democratic Republic of Congo. *African Journal of Primary Health Care & Family Medicine*. 2014; 6(1), 1-7.
- [11] Onwuzurike BK and Uzochukwu, B.S.C, Knowledge, Attitude and Practice of Family Planning amongst Women in a High Density Low Income Urban of Enugu, Nigeria. *Afr J Reprod Health* 2001; 5(2):83-89.
- [12] Lwelamira J, Mnyamagola G, Msaki MM. Knowledge, attitude and practice (KAP) towards modern contraceptives among married women of reproductive Age in mpwapwa district, central Tanzania. *Curr Res J Soc Sci* 2012, 4(3):235-245.
- [13] Abdurahman M, Desalegn W, Amsalu F and Berihun M. Determinants of modern contraceptive utilization among married women of reproductive age group in North Shoa Zone, Amhara Region, Ethiopia. *Reproductive Health*. 2014; 11:13.
- [14] Ozlem A, Hatice F. On the use of contraceptive methods among married women in Turkey. *Eur. J. Contraception Reprod. Health Care*. 2006; 11(3): 228-236.

Gestion communautaire des conflits et promotion de la paix: Connaissances, attitudes, pratiques de populations du Territoire de Masisi en Province du Nord Kivu

[Community management of conflict and peace promotion: knowledge, attitudes and practice of Masisi territory population in North-Kivu Province]

P. Muhumu Mututa¹ and P. Mulongo Mbarambara²

¹Département de Santé Publique, Institut Supérieur des Techniques Médicales de Kanyamulanda, Walungu, Sud-Kivu, RD Congo

²Département de Sages-femmes, Institut Supérieur des Techniques Médicales de Bukavu, Bukavu, Sud-Kivu, DR Congo

Copyright © 2016 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:* Since more than two decades, the territory of Masisi in North-Kivu province is dived in a crisis whose contours are far to be known. The objective of this study was to assess knowledge, attitudes and practices of the population of Kamuronza grouping concerning management of conflicts and peace promotion in view to contribute to the funding of the peace in North Kivu province.

Methods: In November 2015, a descriptive study has been conducted close to 448 people inhabitants the seven localities of Kamuronza grouping nearby from a questionnaire and focus groups.

Results: Of land conflicts, identity, socio-economic, bound to rapes and sexual violence and based on the gender and those related to the abuse of the power and the exploitation and the natural resource depredation have been identified. Knowledge of the population of the grouping of Kamuronza concerning management of conflicts and peace promotion were insufficient. A negative attitude persistence within the population has been observed as well as a good practice insufficiency concerning management of conflicts and peace promotion.

Conclusion: The population directly concerned by these conflicts is to place to the center of the solution research while privileging the backing of his community capacities concerning management of conflicts and peace promotion and the social dialogue that will permit him to understand reasons of conflict and their dynamics better, and, will give him means to formulate some concerted actions in favor of the peace.

KEYWORDS: peace promotion, conflict, Masisi, KAP.

RESUME: *Introduction:* Depuis plus de deux décennies, le territoire de Masisi au Nord-Kivu est plongé dans une crise dont les contours sont loin d'être connus. L'objectif de cette étude était d'évaluer les connaissances, attitudes et pratiques de la population du groupement Kamuronza en matière de gestion des conflits et de promotion de la paix en vue de contribuer à la consolidation de la paix en province du Nord Kivu.

Méthodes: En novembre 2015, une étude descriptive a été menée auprès 448 personnes habitants les sept localités du groupement Kamuronza à partir d'un questionnaire d'enquête et de focus groupes

Résultats: Des conflits fonciers, identitaires, socioéconomiques, liés aux viols et violences sexuelles et basées sur le genre et ceux liés à l'abus du pouvoir et à l'exploitation et au pillage des ressources naturelles ont été identifiés. Les connaissances de la population du groupement de Kamuronza en matière de gestion des conflits et promotion de la paix étaient insuffisantes. Une persistance des attitudes négatives au sein de la population a été observée ainsi qu'une insuffisance de bonnes pratiques en matière de gestion des conflits et promotion de la paix.

Conclusion: La population directement concernée par ces conflits est à placer au centre de la recherche de solutions en privilégiant le renforcement de ses capacités communautaires en matière de gestion des conflits et promotion de la paix et le dialogue social qui lui permettra de mieux comprendre les causes de conflit et leurs dynamiques, et, lui donnera les moyens de formuler des actions concertées en faveur de la paix.

MOTS-CLEFS: promotion de la paix, conflit, Masisi, CAP.

1 INTRODUCTION

La partie Est de la République Démocratique du Congo (RDC) est considéré comme l'épicentre des violences, des exactions et des violations des droits humains qui ont secoué le pays durant les deux dernières décennies [1]. La province du Nord Kivu en RDC a connu des conflits entre communautés locales liés à l'identité, à la terre et aux droits politiques pendant de nombreuses années. A partir des années 1990, ces conflits sont devenus de plus en plus violents. Tous les observateurs qui ont étudié les dynamiques de la région des Grands Lacs s'accordent sur le fait que les manipulations identitaires jouent un rôle important dans l'alimentation des conflits violents en territoire de Masisi [1], [2]. Bien des travaux confirment l'hypothèse de la trilogie « Terre – Pouvoir – Identité » pour expliquer la complexité et la permanence des conflits intercommunautaires en territoire de Masisi. Cette trilogie suggère que les conflits qui portent sur l'accès à la terre, et, par ricochet, aux ressources naturelles dont elle est le support, et leur usage ont, par essence, un caractère politique, mais aussi anthropologique. La terre reste le symbole absolu du pouvoir et de l'existence de l'homme [3], [4], [5], [6]. Le foncier en milieu rural dépasse donc le seul aspect de la gestion de la terre pour embrasser l'ensemble des rapports sociaux, économiques, juridiques et politiques qui en découlent.

Dans ce contexte, c'est la violence qui dicte les règles de jeu dans tout le territoire et spécifiquement en groupement Kamuronza. Cette faiblesse renforce l'idée selon laquelle le recours à la force représente le seul moyen de protéger les biens et les libertés individuelles. Cette idée a servi de soubassement pour exacerber les tensions entre communautés locales, et elle a plus spécifiquement provoqué une division entre les groupes sociaux dits autochtones, les communautés dont la présence était la plus solidement établie et les groupes ethniques.

Dans un tel contexte, l'aptitude à satisfaire ses besoins essentiels dépend des réseaux auxquels chacun appartient et à la position relative détenue dans le contexte. Dans les stratégies de stabilisation et sécurisation de l'Est de la RDC, la communauté internationale a souligné pour mettre à jour le mal congolais, « que pour pouvoir exploiter les institutions, ces dernières sont délibérément maintenues dans un état de faiblesse par les dirigeants. C'est pourquoi, l'État congolais est particulièrement susceptible d'être victime d'ingérences extérieures ; les Forces Armées de la République Démocratique du Congo (FARDC) et autres institutions étatiques sécuritaires ne disposent pas de capacités suffisantes afin de remplir leurs fonctions régaliennes auprès des populations civiles et sont parfois utilisées afin de poursuivre des intérêts privés ; et l'État n'est pas en mesure de fournir un cadre administratif et réglementaire répondant aux besoins de la population » [3]. Compte tenu de ces dynamiques, la population vit dans une insécurité matérielle et institutionnelle permanente. Cela contribue à la formation de groupes exclusifs (en opposition à « l'autre »), souvent à caractère ethnique, desquels les individus dépendent pour leur sécurité. Ces tensions sont ensuite instrumentalisées par des entrepreneurs de conflit provoquant des cycles de violence. Ces dilemmes sécuritaires sont le produit de la nature patrimoniale de l'État, provoquant la faiblesse et la fragmentation des institutions de défense et de sécurité. L'État ne pouvant ou ne voulant pas protéger ses populations et leurs moyens de subsistance, les communautés ont tendance à se reposer sur les groupes armés pour leur défense. Le vide sécuritaire permet aux multiples groupes armés en compétition, de nourrir et propager leur influence et leurs intérêts [1], [7]. En plus, les moyens de subsistance étant très limités, les communautés se replient sur des identités tribales exclusives, sources de solidarité et de ressources, et s'identifient en opposition à d'autres communautés [8], [9], [10], [11], [12]. Le lien entre la terre et l'identité tribale ajoute une dimension économique à ce processus et solidifie encore plus les identités exclusives. Ces revendications sont facilement manipulées par les acteurs politiques et armés (les « entrepreneurs de conflits »).

Pour essayer de sauver la situation de l'Est de la RDC en général et en particulier celle du territoire de Masisi dont Kamuronza fait partie, il faudra poser les bases d'un système plus inclusif et transparent de gouvernance qui a pour objectif de promouvoir la paix et la cohésion sociale. En accroissant la participation du public à la prise de décision et en améliorant la transparence dans la mise en vigueur de ces décisions, les dialogues démocratiques pourraient renforcer la confiance de la population dans les institutions étatiques et encourager une plus vaste participation et augmenter la responsabilité civique en matière de gestion des conflits et de promotion de la paix. Il faudra également, placer les personnes directement touchées/concernées par le conflit au centre de la recherche de solutions aux tensions sociales inévitables. Le Dialogue

permettra aux personnes de mieux comprendre les causes de conflit et leurs dynamiques, et, leur donneront les moyens de formuler des actions concertées en faveur de la paix dans leurs communautés [2], [10]. C'est dans cette optique que la présente étude avait pour objectif d'évaluer les connaissances, attitudes et pratiques de la population du groupement Kamuronza en matière de gestion des conflits et de promotion de la paix.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

Nous avons mené une étude descriptive transversale a porté sur le groupement Kamuronza de la chefferie de Bahunde. Le groupement de Kamuronza est l'un des six groupements de la chefferie de Bahunde en territoire de Masisi. Il est limitrophe à l'Est du parc national de Virunga et le lac Kivu, à l'Ouest par le groupement de Kaembe, au Nord par le parc de Virunga et le groupement de Mudja et au Sud par le groupement de Mupfunyi Matanda et Mupfunyi Shanga. Le groupement de Kamuronza est divisé en 7 localités dont Mubambiro, Kimoka, Nzulo, Kingi, Malehe, Katembe et Murambi. Les principaux groupes ethniques qui vivent dans ce groupement sont les hunde, les hutu, les tembo, les tutsi, les nyanga et les nandes, les havu, les shi et les pygmées. Les shi, les havu et les Pygmées constituent de groupes ethniques minoritaires. L'économie de ce groupement repose sur le secteur primaire (Agriculture, Elevage, petit commerce), résorbant à peu près 80% de la population. L'élevage du grand bétail fût pillé lors des conflits inter-ethniques et les guerres dites de libération qui se sont succédées depuis 1990, mais à présent, il a repris et ses fruits sont visibles sur le terrain. L'environnement politique de ce groupement, comme celui de tout le reste du territoire de Masisi est caractérisé, depuis plus de deux décennies, par une instabilité croissante et des conflits armés ; les populations continuent à en payer un lourd tribut. L'avènement des conflits armés au Nord- Kivu a affecté tous les secteurs de la vie quotidienne (économique, politique, social, culturel, etc.). En conséquence, les populations civiles ont perdu des biens économiques et socioculturels, des infrastructures sociales et d'intérêts publics. De paisibles citoyens ont été enlevés, tués et certains obligés de se déplacer vers des zones qui semblaient être sécurisées et bien d'autres se sont déplacés vers les pays voisins, l'Ouganda et le Rwanda [4], [6].

Les hommes et les femmes habitants le groupement Kamuronza ont été concernés par l'étude. Nous avons utilisé un échantillonnage probabiliste à plusieurs degrés. Nous avons considéré toutes les localités de ce groupement ; tous les villages composant ces localités ; tous leurs sous villages ainsi que tous les ménages qui composent les dits sous villages. C'est dans ces ménages, que nous avons trouvé les personnes interrogées. Un total de 448 personnes dont 63 personnes participants aux 7 focus group (un focus group de 9 personnes par localité) et 385 personnes participants aux interviews individuelles a été interrogé. Cet échantillon a été réalisé par la formule : $Z^2 \cdot p \cdot q / D^2$ (Z : coefficient de confiance à 95% ; p : nombre de personne possédant la caractéristique étudiée (50%) ; q : prévalence complémentaire ou 1- p ; D : degré de précision (0,05). Les personnes de plus de 18 ans habitant dans l'une de sept localités du groupement Kamuronza, qui étaient présentes au moment de la collecte des données et avaient accepté de participer à l'étude ont été incluses dans ce notre échantillon. Ont été exclues de cette étude, les personnes dont l'âge est inférieur à la tranche considérée, absentes dans les ménages le jour de l'enquête et celles qui n'ont pas accepté de participer à l'étude.

Toutes les informations ont été collectées à partir d'un questionnaire standardisé. Ce questionnaire était adressé aux personnes concernées pour recueillir leurs attitudes, connaissances, pratiques en matière de gestion de conflits et promotion de la paix. La technique d'interview était utilisée pour la récolte des informations quantitatives et le focus group pour la récolte des informations qualitative. Toutes les personnes interrogées ont été informées de l'objectif de l'étude à travers un message écrit qui était lu avant l'administration du questionnaire. De ce fait, chaque personne donnait son consentement avant de répondre aux questions. La participation à l'étude était donc volontaire

Les données collectées sur le terrain ont été saisies sur le logiciel Excel et analysées à l'aide du logiciel Statistica. Des statistiques descriptives usuelles ont été calculées en fonction de la nature des variables étudiées.

3 RÉSULTATS

CARACTERISTIQUES SOCIODEMOGRAPHIQUES ET PROFESSIONNELLES DES ENQUETES

83 % de nos enquêtés étaient des hommes contre 17% des femmes. Ils représentaient 85% de mariés et 1,6 % de veufs. Le niveau d'étude dominant était le baccalauréat (40 %) alors que les analphabètes ne représentaient que 1 %. La pédagogie générale a été le domaine d'étude le plus dominant (41,1 %) au moment où la technique sociale venait en dernière position avec 12,7%. La majeure partie des personnes interviewées était de la carrière enseignante (29,7 %) alors que l'autodéfense locale représentait 12,5% des enquêtés. Les chrétiens représentaient 83% parmi lesquels 41 % de catholiques. 68% des

enquêtés étaient de retournés (personnes qui étaient en déplacement interne) alors que 32% n'avaient pas été concernés par le déplacement interne. L'âge moyen des enquêtés était de 40 ans avec minimum 20 ans contre un maximum 70 ans).

LES PRINCIPAUX CONFLITS, LES ACTEURS AINSI QUE LEURS INTÉRÊTS

Les conflits fonciers coiffent la liste des conflits communautaires cités dans cette enquête (48%), suivi des conflits identitaires (44%), des conflits socioéconomiques (40%) et 23% des conflits liés aux viols et violences sexuelles et basées sur le genre. Les focus groups ont relevé selon leur importance, les conflits liés à l'abus du pouvoir, aux limites entre entités administratives, à l'abus de confiance, à l'exploitation et au pillage des ressources naturelles et des conflits sociaux liés aux groupes armés.

Les principaux acteurs cités en guise des parties prenantes à ces conflits sont les leaders des différents groupes ethniques (27 %), les chefs coutumiers (22%), les éleveurs et grands fermiers (11%), les responsables des groupes armés (7,3%) ainsi que diverses autres catégories d'acteurs dont les jeunes, les creuseurs artisanaux des minerais, certains éléments de la police nationale congolaise et des FARDC qui représentaient (8,8 %).

Dans ces différents types des conflits, les intérêts qui opposent les acteurs principaux ont été prioritairement, la lutte pour l'accès et l'exploitation de la terre (45,8%), la confirmation de l'identité ethnique (30%), la course et la compétition pour l'accès et l'exploitation des ressources naturelles (12%), la lutte pour l'accès au pouvoir (10,4%) et les autres raisons non exprimées représentent 7,3%.

Pour ce qui est des acteurs secondaires et tertiaires qui agissent généralement et exclusivement en informel par rapport aux conflits qui déchirent les communautés, la Chefferie en tant qu'entité territoriale et instance de prise de décision vient en tête de la liste (6,3%), certaines personnes originaires du milieu qui se sont enrichies et qui vivent en milieu urbain (2,6 %) et certains élus locaux et politiciens originaire du milieu ainsi qu'une certaine élite intellectuelle du milieu qui représentent 1%.

Les intérêts de ces acteurs secondaires et tertiaires sont généralement liés soit à la conquête du pouvoir telle que citée dans 31,3 % des cas ; la lutte et l'accès aux terres arables (30,7%), le gain des biens, l'extension des pâturages et l'accès aux ressources naturelles (28,9 %) ainsi que la sauvegarde des intérêts de leurs groupes ethniques (0,5%). D'autres intérêts relevés en focus group sont la redevance coutumière, et la lutte et la défense de l'identité ethnique. Parmi les raisons non exprimées par les acteurs mais qui sont connues par plus d'un enquêté sont successivement, la conquête et le souci de conserver le pouvoir et faciliter les alliances politiques ; la méconnaissance des conventions foncières (redevance), la suprématie économique, l'enrichissement individuel, la recherche de la popularité, les dividendes du désordre au profit de certains acteurs ainsi que la reconnaissance des droits fonciers.

D'un côté, les enquêtés ont souligné certains facteurs socioculturels qui favorisent les conflits, il s'agit de la discrimination ethnique (29,7%), la méfiance inter ethnique (21,9 %), la rivalité et l'incompréhension entre les leaders communautaires (9,4%), la scission entre les générations (7,3%), l'injustice sociale (7,3%) ainsi que la justice populaire (1,6 %). L'enquête qualitative a ajouté à cette liste, l'analphabétisme de la majeure partie de populations et le faible niveau d'instruction de dirigeants locaux. Les normes culturelles, us et coutumes, la divagation des bêtes, le souci de domination, la compétition dans l'accès aux ressources naturelles, la conquête et la conservation du pouvoir local, la compétition autour des grandes étendues de terres, la jalousie, la faible implication de l'Etat dans la gestion des conflits et l'absence de l'autorité de l'état dans certaines entités ont été cités comme étant des facteurs qui entrent dans la ligne de compte.

La lutte pour le pouvoir (23,4%), le déplacement des autorités locales du milieu rural vers le milieu urbain suite à une insécurité persistante (15,6 %), la mauvaise gouvernance (9,9 %), les manipulations politiciennes (8,3 %) ont été incriminés par nos enquêtés comme étant des facteurs politiques récurrent qui favorisent les conflits. Les autres aspects signalés qui rentrent dans cette optique ont été, la corruption, l'égoïsme, les préjugés, la culture de l'injustice et de l'illégalité, l'incompétence des dirigeants, la partialité dans la gestion des conflits.

L'ethnisme des confessions religieuses et la haine tribale entre les fidèles des différentes confessions religieuses (52,9 %), la faible harmonie entre idéologies ethniques et religieuses (7,3 %), la haine et la concurrence entre responsables des confessions églises à connotation ethnique (7,3 %), La torsion de l'évangile ainsi que l'existence d'un enseignement sans fondement biblique mais orienté vers les croyances et les valeurs culturelles à connotation ethnique (6,8 %) sont des facteurs socireligieux qui favoriseraient les conflits.

Concernant les facteurs économiques, la pauvreté qui frappe la majorité des habitants (24,5%), le chômage (15,1 %), l'accès et le contrôle des grandes étendues de terres pour les pâturages et l'élevage et jamais l'agriculture (10,9 %), l'incompréhensions entre les éleveurs et les agriculteurs (7,8 %), l'absence de crédits agricoles (6,8 %) ainsi que la divagation

et la destruction des cultures par les bêtes (7,3 %) ont été cités. Il a été démontré que la recherche à tout prix à accroître les recettes des ETD ainsi que les endettements, le faible revenu de ménages, le rendement des terres, l'absence des infrastructures sociales, l'orgueil et la mauvaise gouvernance des ressources naturelles sont des facteurs économiques sous-tendant les conflits.

De l'autre côté, les répondants à notre enquête ont noté l'existence des divers facteurs qui découragent et/ou défavorisent les conflits. Sur ce, certains facteurs sont socioculturels, socioéconomiques, politiques et d'autres sont religieux.

Concernant les facteurs socioculturels, les projets intégrateurs, les initiatives de développement qui donnent des alternatives de survie aux populations locales appauvries par les conflits (25 %), le renforcement de la collaboration entre ethnies et de la cohésion sociale à travers la mise en place de Barza intercommunautaires (7,8%), la valorisation des mécanismes traditionnels et communautaires de résolution pacifique des conflits (7,8%) ainsi que la promotion de la culture de dialogue communautaire et le renforcement des capacités de leaders locaux en gestion pacifique des conflits (7,8%) ont été relevés par les enquêtés. Des éléments tels que la promotion des échanges entre groupes ethniques, les activités religieuses inter œcuméniques, les échanges culturels et l'entente mutuelle ont été aussi soulevés comme étant des facteurs décourageant la culture de conflit.

Sur le plan politique, il s'agit d'abord de l'effectivité de l'autorité politique et administrative de l'Etat au niveau local (32,8%), de la tenue utile des réunions interethniques (32,3%) de préoccupations de restauration de la paix ainsi que le développement des politiques permettant de créer des emplois aux jeunes (7,8%), la capitalisation de la sagesse et des travaux communautaires.

Sur le plan religieux, il s'agit d'axer l'évangélisation sur l'amour du prochain et la cohésion sociale (41,1%) et le fait de s'activer dans la résolution pacifique des conflits à travers les médiations et la négociation (17,7 %). Les participants au focus group ont estimé que les visites des responsables des églises auprès de leurs fidèles (7,8 %) jouaient un rôle important dans le découragement des conflits.

La création des richesses (33,9%) et le fait de poser des actions sociales envers les autres (25,5 %) sont les deux éléments qui sont revenus plusieurs fois pour ce qui concerne les facteurs économiques. D'autres facteurs cités en focus group sont la redevabilité dans la gouvernance locale, la promotion d'une gouvernance impartiale ainsi que le décourageant des conflits par les autorités locales.

Les principaux acteurs qui interviennent dans la consolidation de la paix à la base sont, par ordre d'importance, les ONG (34,4%), les structures communautaires de paix (33,3%), les Initiatives locales de développement (16,7%). Les types d'activités développées par ces acteurs sont la sensibilisation à la paix (32,3%), la prévention des conflits (17,2%), l'éducation à la paix (16,7%), la médiation et réconciliation des parties aux conflits (16,1%), la formation sur la gestion des conflits (8,9%). Essentiellement la meilleure compréhension du contexte (25,5%), la capacité à restaurer la confiance entre les parties prenantes (24,5%), la promotion du dialogue social (16,1 %), la résolution des conflits (16,1%) ainsi que la prévention des conflits (8,9 %) sont les atouts que la population reconnaît à ces acteurs dans leur travail de consolidation de la paix. Néanmoins, leurs grandes faiblesses sont le fait que leurs projets sont de courte durée, de faible couverture géographique et se limitent aux zones d'accès géographique facile (24,5%). La pratique de la corruption, la partialité de certaines de leurs interventions et le fait qu'ils ne recrutent pas localement leur main d'œuvre, le faible suivi des acquis des activités autour de la transformation des conflits, le fait que leurs actions ne touchent pas les véritables acteurs de conflit (politiciens surtout) et la non réalisation des promesses faites aux acteurs acquis au changement ont été soulevés en focus group comme étant certaines de faiblesses qui caractérisent les acteurs de consolidation de la paix.

LES PRINCIPALES CONNAISSANCES EN RAPPORT AVEC LA GESTION DES CONFLITS

Concernant la gestion des conflits, les personnes interrogées ont déclaré connaître les techniques de tenue des réunions communautaires autour des plaintes des conflits (23%), les techniques de médiation et de négociation (22,9%), les astuces de conscientisation des parties prenantes au conflit (8,9%), l'interpellation des parties au conflit (7,8%), l'analyse du contexte et des conflits (7,8%) et dans 5,7% des cas, des astuces sur comment remettre l'entente entre les parties au conflit, la pacification, comment construire l'impartialité et la collaboration entre les parties au conflits. Ces enquêtés ont acquis ces connaissances à travers divers ateliers de formations, des séances de sensibilisation, d'information, d'éducation et de communication (52%). L'école formelle et les ONG intervenants dans le milieu en collaboration avec les structures communautaires de paix ont été citées, respectivement, à 45 % comme les grandes contributrices dans ce domaine. Les expériences n'ont formé les répondants que dans 1,6 %, la sagesse locale dans 1 % et les églises dans 0,5 % des cas. Néanmoins, les participants aux focus group ont déclaré connaître aussi, par essai et erreur, comment tenir les réunions avec

les parties prenantes au conflit, l'analyse du contexte et des conflits, les techniques d'écoute active des parties prenantes au conflit, la sensibilisation sur les conflits et le dialogue social. Les autres possibilités telles que comment endurer ou persévérer en situation difficile, comment combattre l'injustice et construire la vérité représentent le reste des réponses données en groupes de discussion. Les sources d'acquisition de ces connaissances citées en focus group ont été principalement l'essai erreur et la pratique et secondairement, l'éducation familiale, des échanges avec des tiers, l'enseignement sur le tas et l'information à l'église.

Pour accroître ou améliorer les connaissances en matière de gestion des conflits, les enquêtés estiment qu'il faudrait éduquer la population sur la consolidation de la paix ; la mise en place et l'appui des associations sans buts lucratifs visant à promouvoir la paix ; assurer la mobilisation et la sensibilisation à la paix ; mieux gérer les conflits et initier la population à la cohabitation pacifique et à la cohésion sociale. D'autres propositions ont été qu'il faudrait également impliquer et former les leaders des groupes ethniques et autorités coutumières sur la résolution, la transformation, gestion des conflits et la consolidation de la paix et promouvoir les échanges entre les populations et leaders ainsi que qu'initier un terrain d'expérimentation des techniques de résolution pacifique des conflits autour des intérêts communs.

LES PRINCIPALES CONNAISSANCES EN RAPPORT AVEC LA PROMOTION DE LA PAIX

En rapport avec la promotion de la paix, les enquêtés revendiquent connaître à hauteur de 29,2% de cas, comment construire et transformer positivement les conflits, à 23,5% de cas, comment inviter les gens à l'impartialité, à 14,6% de cas, comment solutionner les conflits, à 7,8% de cas, comment prendre distance avec les conflits et à 6,8% de cas, comment user du pardon pour promouvoir la paix. Les focus groups ont ajouté à ceci d'autres connaissances qui tournent autour de la culture de l'harmonie, du dialogue et de l'amour envers le prochain. Ces connaissances ont été apportées par les écoles (30,7%), divers ateliers de formations (29,2%), les sages du milieu, les expériences individuelles, les familles, les leaders locaux, les enseignements tirés de la coutume et des églises (9,9 %). Les participants aux groupes de discussions ont souligné que, les principales sources de ces connaissances sont leurs pratiques ou agissements de tous les jours, les formations sur le tas ainsi que les échanges, les conseils, le partage et les réunions avec les sages lors de séances de sensibilisations communautaires sur la cohésion sociale.

Concernant l'amélioration des connaissances en matière de promotion de la paix, nos enquêtés ont proposé la sensibilisation à la culture de la cohabitation pacifique, la cohésion sociale, la promotion du dialogue social, le renforcement de la collaboration intra et interethnique ainsi que l'éducation, l'information et la communication sur la paix.

LES PRINCIPALES ATTITUDES FACE À LA GESTION DES CONFLITS

Devant un même conflit, des personnes de diverses catégories affichent diverses attitudes. Il en a été le cas pour nos enquêtés qui ont déclaré avoir diverses attitudes devant un cas de conflit communautaire ou individuel. Ils ont soulevé en termes d'attitudes, le mécontentement (28%), le changement du milieu de vie (17,5%), l'encrage dans la haine interethnique et la méfiance intra et interethnique (16,1%), le recours à l'autodéfense locale et la séparation d'avec son ou ses antagonistes (11,2%). Ces différentes attitudes se justifient par la peur (33,3%), la perte des biens matériels (25,5%), le déplacement de la population par crainte d'être agresser physiquement (8,9%) ainsi que la négligence des uns et des autres/complexe de supériorité (8,3 %).

Lorsqu'il s'agit d'accompagner la gestion d'un conflit, nos enquêtés ont comme attitude principales, l'organisation des réunions avec les parties au conflit (24%), l'interpellation des parties au conflit (16,7%), la tenue des réunions mono-ethniques (8,9%) et l'invitation des parties au conflit à l'impartialité et à la tolérance (8,3 %).

Les groupes de discussion ont révélé en particulier certains facteurs qui dictent les attitudes de la population devant un cas de conflit, ils ont cité entre autre, l'absence de fréquentation ou d'une franche collaboration entre les groupes ethniques, l'injustice sociale dans l'organisation des travaux communautaires imposés à la population par l'autorité coutumière, la faible implication de l'Etat dans la gestion des conflits, l'incapacité des autorités locales à gérer les conflits, la présence et l'affrontement des groupes armés mono ethnique, l'absence de confiance dans les autorités, l'injustice dans la répartition des richesses locales et l'inégalité dans la gestion et l'exploitation des ressources naturelles, collaboration sociale fondée sur des origines ethniques, la corruption qui caractérise la justice .

Par contre, les enquêtés pensent que les facteurs socioéconomiques et politiques ci-après décourageraient cette multitude d'attitudes, il s'agit du dialogue social permanent entre les ethnies, le contrôle social équilibré au sein de la population, la résistance de la population à toute manipulation, renouvellement de la confiance aux autorités locales, la restauration de l'autorité de l'Etat dans la gestion des conflits, une bonne gouvernance des ressources naturelles et

l'éradication totale de groupes armés surtout mono ethnique. La présence d'une culture l'inclusion, l'exercice responsable du pouvoir coutumier, la présence des institutions judiciaires fiables auxquelles on peut se référer et le fait d'avoir déjà une connaissance en matière de gestion de conflit ont été cités sur la liste des facteurs pouvant décourager les attitudes négatives de gestion des conflits.

LES PRINCIPALES ATTITUDES FACE À LA PROMOTION DE LA PAIX

Dans une situation de conflits chroniques comme c'est le cas de notre milieu de recherche, 26,1 % des enquêtés ont déclaré demeurer dans l'inquiétude, le mécontentement et l'angoisse alors que 24 % se déplacent du milieu où la paix est perturbée vers un lieu stable pour contribuer à la promotion de la paix. 16,7 % se méfient de ce qui se passe et pensent qu'ils n'ont pas à faire dans la consolidation et la promotion de la paix alors que 7,8 % font recours à l'autodéfense locale pour faire régner un climat de paix ou contribuer au rétablissement de la paix. Les facteurs particuliers qui encouragent ces attitudes négatives à la promotion de la paix sont la peur de perdre des biens matériels, la haine tribale, l'insécurité permanente, la présence de milices à caractère ethnique qui se transforment en autodéfense locale pour protéger les intérêts de leurs ethnies et l'absence dans la plupart des habitants d'une culture de paix.

Les groupes de discussion ont montré qu'il y a d'une part certaines personnes qui recouvreraient au pardon mutuel si les déplacés internes et les réfugiés rentrés dans leur milieu d'origine alors qu'il y a d'autre part, certains habitants qui seraient contents que le climat de conflits demeure et qu'il n'ait pas promotion de la paix. Eventuellement, pour profiter d'une telle situation pour se régler les comptes ou alors observer une situation de nivellement des conditions de vie. Le repli sur leurs communautés ethniques, le dénigrement, l'association en petits groupes de réflexion et l'extrémisme, le sentiment de haine et d'agressivité sont autant d'attitudes négatives manifestées par certains habitants qui bloquent la promotion de la paix. Ils ont également soulevé, qu'il y a une petite frange de la population fournirait des efforts pour renforcer la cohésion sociale, la résolution des conflits identifiés et consolider la paix en guise de contribuer à promouvoir la paix dans la communauté.

Quant aux facteurs qui décourageraient ces attitudes négatives, les enquêtés ont noté une bonne collaboration entre les groupes ethniques, la promotion de la culture de pardon mutuel et de partage entre les groupes ethniques, appropriation et implication des autorités locales dans les mécanismes de gestion des conflits et promotion de la paix, l'encouragement et l'activation des mécanismes définis dans le processus de retour des déplacés internes et des réfugiés dans leurs milieux d'origine ainsi que la promotion d'une culture de dialogue social permanent. La promotion de la cohabitation pacifique, l'éducation à la paix et la promotion des associations locales travaillant dans le domaine de la consolidation de la paix ont été cités parmi les facteurs qui contribueraient à la lutte contre les attitudes négatives qui bloquent la promotion de la paix.

LES PRINCIPALES PRATIQUES DE LA POPULATION EN RAPPORT AVEC LA GESTION DES CONFLITS

En matière de gestion des conflits, souvent les connaissances et les attitudes de la population ne dictent pas ses pratiques. Les réponses de nos enquêtés ont montré qu'en cas de conflit communautaire, les principales pratiques sont le déplacement/fuite du milieu concerné par le conflit vers le milieu non concerné (25,5%), l'écoute active des parties (autre partie) en vue d'un dialogue pour réparer (17,2%), la formation des blocs/camps pour constituer une force, une alliance (15,6%), les lamentations et mécontentement et le recours à la médiation/conciliation (8,9%), le recours à la conscientisation des parties prenantes au conflit (7,8%). Et en cas des conflits non communautaires, les pratiques donnent priorité à l'interpellation des parties prenantes au conflit (32,8%), à la médiation (24,5%), à la conscientisation des parties prenantes (17,2%), à l'écoute des prochains/témoins (8,9%) et à l'analyse du contexte et des conflits (8,3%). Les groupes de discussion ont souligné principalement la confrontation comme méthode violente, à l'accommodation comme méthode de soumission et à la collaboration et au compromis comme méthodes non violentes et cela en fonction des circonstances et du moment.

De ces pratiques, notons que certaines sont négatives et d'autres restent à encourager. Pour celles qui encouragent la gestion pacifique de conflits, nos enquêtés ont soulevé qu'elles sont favorisées par la collaboration entre les groupes ethniques et la cohésion sociale, la promotion des mariages mixtes/interethniques, la promotion de la culture de dialogue social, l'implication effective de l'autorité dans la gestion pacifique des conflits, de capitaliser la présence des églises pour atteindre les populations en vue de véhiculer les messages de pacification et de cohabitation sociale. Les enquêtés ont par contre souligné, l'absence de collaboration entre les groupes ethniques, le tribalisme, la méfiance entre les groupes ethniques, l'absence de confiance entre les groupes ethniques, la culture de suspicion entre les groupes ethniques, la présence des églises à connotation ethnique, la corruption et la manipulation identitaire et politicienne comme étant des éléments qui découragent les bonnes pratiques de gestion des conflits.

Pour promouvoir les bonnes pratiques de gestion des conflits, il faut intensifier la sensibilisation à résolution, la gestion et la transformation des conflits, investir dans l'éducation, l'information et la communication pour le changement de comportement en matière de consolidation de la paix et dans la promotion de mécanisme de gestion pacifique de conflits à travers la médiation/conciliation et la négociation ont t ils souligné nos enquêtés.

LES PRINCIPALES PRATIQUES DE LA POPULATION EN RAPPORT AVEC LA PROMOTION DE LA PAIX

Nos enquêtés ont montré que les pratiques de la population en matière de promotion de la paix ont été la promotion de la cohabitation pacifique (25%), la résolution des conflits (25%), le rapprochement des parties prenantes au conflit (17,2%) , l'écoute des parties au conflit (8,9%), la sensibilisation à la paix (8,3%) et la promotion du dialogue social (7,8%). Les focus group ont souligné la promotion de la culture de cohésion sociale, de la cohabitation pacifique, du dialogue social et de la résolution pacifique des conflits.

Nos enquêtés ont montré que tant qu'il y aura, la discrimination dans les travaux communautaires imposés par les autorités coutumières, la méfiance inter ethnique, l'absence de l'amour envers le prochain, l'absence de la transparence dans la justice, le désintéressement des autorités à la promotion de la paix, la lutte pour le pouvoir, le non-retour des déplacés interne et des réfugiés dans leurs milieux d'origine, l'absence de la culture de dialogue social et l'absence d'une bonne collaboration entre les dirigeants et les dirigés, la promotion de la paix connaîtra toujours de problème et ne sera pas effective. Pour améliorer les pratiques en faveur de la promotion de la paix, nos enquêtés ont suggéré qu'il faut nécessairement la sensibilisation à cohabitation pacifique et à la cohésion sociale, la mise en place d'un cadre permanent de dialogue social, de résolution, de gestion, de transformation et de prévention des conflits au sein de communautés.

4 DISCUSSION

LES PRINCIPAUX CONFLITS, LES ACTEURS AINSI QUE LEURS INTÉRÊTS

Dans notre étude, ce sont des conflits fonciers qui coiffent la liste des conflits communautaires, suivi des conflits identitaires, des conflits socioéconomiques et des conflits liés aux viols et violences sexuelles et basées sur le genre. Les conflits liés à l'abus du pouvoir, aux limites entre entités administratives, à l'abus de confiance, à l'exploitation et au pillage des ressources naturelles et des conflits sociaux liés aux groupes armés ont complété la liste des conflits selon nos répondants. Les résultats de notre étude viennent corroborer ceux obtenus par des études réalisées en territoire de Masisi par d'autres chercheurs [3], [4],[8], [11]. Ces études ont prouvé que les conflits fonciers occupaient la première place suivis des conflits identitaires.

En groupement Kamuronza comme dans le reste des groupements du territoire de Masisi, les conflits fonciers et identitaires sont intimement liés et font partie de la trilogie (terre, identité et pouvoir) qui est l'épine au talon des habitants de cette entité [3], [12], [13].

Quand nous regardons les principaux acteurs dans ces conflits tels que cités par nos enquêtés, il ressort très clairement que les conflits fonciers et identitaires sont les principales préoccupations qui déchirent la population. Les leaders des différents groupes ethniques, les chefs coutumiers, les éleveurs et grands fermiers comme acteurs principaux aux conflits ont été également cités dans d'autres études [14],[15],[16]. Le rôle des uns et des autres d'entre ces acteurs dans l'activation des conflits fonciers et identitaires n'a fait que confirmer le résultat de cette étude. Concernant les intérêts qui opposent les acteurs principaux à ces conflits, notre étude a souligné la lutte pour l'accès et l'exploitation de la terre, la confirmation de l'identité ethnique, la course et la compétition pour l'accès et l'exploitation des ressources naturelles et la lutte pour l'accès au pouvoir. Ces intérêts tels que cités selon leur importance rejoignent les principaux acteurs aux conflits et prouvent en suffisance que les conflits fonciers et identitaires restent d'actualité tels qu'ils l'ont été depuis les années 1970 dans cette entité [3],[11],[17], [18].

LES CONNAISSANCES EN MATIÈRE DE GESTION DES CONFLITS ET DE PROMOTION DE LA PAIX

Les résultats de notre étude ont montré que les connaissances en matière de gestion des conflits et promotion de la paix telles que acquises à travers les enseignements scolaires et diverses formations donnent l'impression que leur contenu (techniques de tenue des réunions, de médiation, de conscientisation, d'interpellation et d'analyse des conflits) se rapporte à la non-violence, aux aspects liés à la moralité, au civisme et se limite au niveau des conséquences et des acteurs visibles et ne semblent pas montrer comment prévenir les conflits et creuser les causes profondes des conflits. Même si les connaissances en rapport avec l'analyse des conflits ont été identifiées, il est possible qu'elles ne soient pas suffisantes. Aussi, il se dégage

que les domaines de connaissances restent généraux alors que les conflits identifiés dans les milieux sont très spécifiques et concernent le foncier et l'identité. Il a été prouvé dans trois études menées en territoire de Masisi que les connaissances des populations locales en matière de gestion des conflits étaient insignifiantes et n'avaient rien à faire avec les types de conflits qu'elles connaissaient [18],[19],[20], [21], [22],[23],[24]. Ceci rencontre les conclusions de notre étude qui jugent les connaissances de nos enquêtés d'être trop générales et insignifiantes en regardant leurs réponses.

LES ATTITUDES FACE À LA GESTION DES CONFLITS ET PROMOTION DE LA PAIX

Notre étude montre que les attitudes de nos enquêtés sont généralement négatives et prédisposent à la fuite, à l'ignorance qu'à la résolution des conflits en cours ou alors à la résignation. Lorsque ce n'est pas le cas, ils sont disposés à être agressifs. Ceci semble être dû à la peur de perdre les biens matériels, au sentiment d'être abandonné par ceux-là même qui auraient dû intervenir pour améliorer le cadre de vie (les autorités locales, leaders des groupes ethniques, chefs de confessions religieuses.) ainsi que la peur face au passé macabre et à la croyance à la fatalité. Ces mêmes attitudes face à la gestion des conflits et promotion de la paix ont été trouvées au sein de la population du territoire de Masisi par d'autres études menées par des chercheurs [14],[15],[16], [19], [20],[21],[23]. Ces mêmes études ont soutenu que la mauvaise évangélisation et l'absence de modèle chez les leaders religieux, la mauvaise gouvernance locale, le dysfonctionnement des services publics clés concernés par les conflits (cours et tribunaux), l'abus de l'autorité coutumière, l'insécurité généralisée sont des facteurs encourageant les attitudes susmentionnées.

Il est ressorti également dans notre étude que l'église, qui est un acteur de socialisation par excellence, semble aussi trouver de l'intérêt et de l'espace dans le conflit identitaire au lieu d'aider la population à construire des attitudes positives à la gestion et à transformation des conflits, elle se présente comme facteur de division par excellence car étiquetée d'avoir une connotation ethnique.

LES PRATIQUES EN MATIÈRE DE GESTION DES CONFLITS ET DE PROMOTION DE LA PAIX

Les réponses de nos enquêtés ont souligné principalement la confrontation comme méthode violente, l'accommodation comme méthode de soumission et la collaboration et le compromis comme méthodes non violentes comme pratiques de gestion des conflits. Le déplacement/fuite du milieu concerné par le conflits vers le milieu non concerné, l'écoute active des parties en vue d'un dialogue pour réparer, la formation des blocs/camps pour constituer une force/alliance, les lamentations et mécontentement et le recours à la médiation/conciliation sont ressorties également sur la liste des pratiques de nos enquêtés. Un accent a été mis sur la résignation et la fuite, l'éloignement du milieu du conflit, éventuellement pour s'écarter des représailles possibles et ce, au regard des pertes en vies humaines et en matériels jadis enregistrés pour des cas corollaires dans notre milieu d'étude. Les mécanismes d'alerte précoce maintiennent malheureusement les populations dans une peur bleue et les poussent curieusement et le plus souvent à la fuite au lieu de les aider à mieux suivre l'évaluation des conflits éventuels et y apporter des solutions appropriées. Ce qui n'a pas été cité dans cette étude alors qu'elle est l'une de solutions qui pouvaient minimiser la fuite lors de déclenchement des hostilités dans la communauté. Et c'est ce qui fait que toutes les autres pratiques liées à la médiation ou la résolution des conflits ne viennent que longtemps après, soit que la fuite n'a pas été porteuse, soit que la fuite n'a pas été possible. Ces pratiques sont beaucoup plus liées au fait que le tribalisme a tellement divisé les populations que la perte de confiance est assez grande. Cette situation a été aussi mentionnée dans les résultats des études menées au Nord Kivu sur la question des conflits entre les groupes ethniques [8], [11],[25], [26],], [27].

Cette situation devient beaucoup plus complexe lorsque l'on sait que l'Etat est quasiment absent et inefficace sur le terrain et que les leaders locaux (coutumiers, administratifs, ethniques et religieux) sont aussi parties prenantes aux conflits entre groupes ethniques, ne sachant plus prendre distance aux conflits pour mieux administrer la justice et faciliter la cohésion sociale.

5 CONCLUSION

Devant une situation des conflits chroniques en groupement Kamuronza où plus d'un acteur n'a pas réussi à contribuer à l'amélioration du niveau de connaissances, des attitudes et des pratiques de la population en matière de gestion des conflits et promotion de la paix, la solution à cette crise requiert de trouver une issue à la question identitaire, du pouvoir et des conflits fonciers. Des insuffisances ont été notés dans les connaissances et pratiques des habitants en matière de gestion de conflit et de la promotion de la paix. Des attitudes négatives ont aussi été notées. Parmi les stratégies de sortie de cette crise, des actions communautaires concertées en faveur de la paix mettant l'homme concerné par ce conflit au centre de toutes les

interventions à faire. Le principe de vérité et réconciliation à travers un dialogue social exploitera les déterminants de ces conflits et des moyens de leur prévention.

REMERCIEMENTS

De prime abord, nous adressons un vibrant remerciement à toutes les autorités politico-administratives et coutumières du territoire de Masisi pour leur collaboration de la réalisation de ce travail. La population qui a accepté de revisiter son passé et envisager leur futur sous un nouveau jour est vivement remerciée pour sa disponibilité aux travaux de focus groups.

REFERENCES

- [1] Janson Stearns, Institut de la Vallée du Rift, Contexte historique du conflit dans la province du Nord-Kivu, à l'est du Congo, 2012, pp53.
- [2] *Stratégie Internationale de Soutien à la Sécurité et la Stabilité*, Pour la République Démocratique du Congo Rapport Trimestriel d'octobre à décembre 2010.
- [3] Pieter V., Life & Peace Institute, Pour que les Bashali fument le calumet de la paix, Rapport de Recherche Action Participative sur les conflits inter-paysans en Chefferie des Bashali (Masisi RDC), Série des Grands Lacs, Life & Peace Institute 2014.
- [4] FURAHA A. (2008) "Les Causes de la Crise Actuelle à l'Est de la République Démocratique du Congo : Etat des Lieux," *Journal of African Conflicts and Peace Studies*: Vol. 1: Iss. 1, Article 6. pp56.
- [5] VLASSENROOT K. *Violence et constitution de milices dans l'Est du Congo : Le cas des MA YI-MAY*, in REY NT JENS P. et MARY SE S., *L'Afrique des Grands Lacs*, Annuaire 2001-2002, 296p.
- [6] SHYAKA A. *La résolution des conflits en Afrique des Grands Lacs. Revue Critique des mécanismes Internationaux*, éd. UNR. 2004 ;247p.
- [7] MAPPA S. *Les deux sources de l'exclusion. Economique et replis identitaires*, Paris, Karthalla. 1993 ; 379p.
- [8] MORVAN H. et al, *la paix à petit pas : inventaire et analyse des pratiques locales de paix à l'est de la RDC, cas du Nord et Sud Kivu, Rapport de la recherche ; Novembre 2010*.
- [9] HUMAN RIGHTS WATCH. *Nouvelle crise au Nord Kivu*, volume 19, N°17 (A), octobre 2007 ;102 p.
- [10] LABAMA LOKWA B. *La prévention des crises et l'instauration d'une paix durable en R.D.C*. éd. de l'institut pour la Démocratie et le Leadership Politique, Kinshasa. 2002, 210 p.
- [11] BUCYALIMWE S. «Le Nord-Kivu au coeur de la crise congolaise», in REYNTJENS P. et MARYSE S., *L'Afrique des Grands Lacs*, Annuaire 2001- 2002, Paris, L'Harmattan, 296p.
- [12] MORVAN H. et al. Réinventer le quotidien, la cohabitation des populations civiles et les combattants Mai Mai au Kivu, Life & Peace Institute 2004
- [13] AUTESSERRE S. *The Trouble with the Congo: Local Violence and the Failure of International Peacebuilding*. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.
- [14] BUCYALIMWE S. «Land, Power and Ethnic Conflict in Masisi (Congo Kinshasa) », *International Journal of African Historical Studies* 30/3 (1997): 503-538. Chrétien, Jean-Pierre. *L'Afrique des Grands Lacs : deux mille ans d'histoire*. Paris: Aubier, 2000.
- [15] HUGGINS C., *Land, Power and Identity: Roots of violent conflict in Eastern DRC*. Londres: International Alert, 2010.
- [16] MUHONGYA J.M. «Rôle et efforts de la société civile dans la résolution des conflits», *Dialogue* 192 (1996), 48.
- [17] MUGANGU S. «La crise foncière à l'Est de la RDC». *L'Afrique des grands Lacs : Annuaire 2007–2008* (Paris: L'Harmattan, 2008): 385-414.
- [18] MURARIRI M., *Les Bahunde aux pieds des Volcans Virunga*. Paris: L'Harmattan, 2005.
- [19] PABEL JP. «La question de la nationalité au Kivu», *Politique Africaine* 41 (1990): 33-4.
- [20] KOEN V. «Land and Conflict: The Case of Masisi». Dans Koen Vlassenroot et Timothy Raeymaekers (éds.), *Conflict and Social Transformation in Eastern DR Congo*. Gand: Academia Press, 2004.
- [21] KOEN V. «Violence et constitution de milices dans l'Est du Congo: le cas des Mai- Mai». *L'Afrique des Grands Lacs: Annuaire 2001-2* (Paris: L'Harmattan, 2002): 115-152.
- [22] KOEN V., et al, «Land, Migration and Conflict». Dans Chris Huggins et Jenny Clover (éds.) *From the Ground Up: Land Rights, Conflict and Peace in Sub-Saharan Africa*. Pretoria: ISS, 2005: 115-194.
- [23] KOEN V, et al. «Kivu's Intractable Security Conundrum». *Affairs* 108 (2009): 475-484.
- [24] RUSAMIRA E., « La dynamique des conflits ethniques au Nord-Kivu : une réflexion prospective », *Afrique contemporaine* 2003/3 no 207, p. 147-163.

- [25] MATHIEU P. *et al.* "Enjeux fonciers et violences en Afrique : la prévention des conflits en se servant du cas du Nord-Kivu (1940-1994)", *Réforme agraire*. 1998 ; n° 2, p. 33-42.
- [26] POUTIER R. "La guerre au Kivu : un conflit multidimensionnel", *Afrique contemporaine*, numéro spécial "L'Afrique face aux conflits". 1996 ; n° 180, octobre-décembre, p. 15-38.
- [27] RUSAMIRA E. "Mouvements de réfugiés en Afrique centrale et dans la région des Grands Lacs : causes profondes et impacts dans les principaux pays d'origine", *Migrations Société*, vol. 14, n° 83, septembre-octobre 2002, p. 41-62.

Grounded Research on Business Strategy and Performance

Sriyanti¹ and Edi Purwanto²

¹Department of Management, Bunda Mulia University, Jakarta, Indonesia

²Department of Management, Bunda Mulia University, Jakarta, Indonesia

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The purpose of this study is to conduct in-depth research on business strategies and performance of XYZ restaurant through grounded research as an approach study. In-depth interviews were conducted with the owner, manager, supervisor, loyalty customers, and newly visiting customers. The result of this research was a model construction that describes the business strategies and performance of XYZ restaurant. Quantitative research was suggested to test the model construction in future research. The originality of the research is the business strategy and performance model.

KEYWORDS: shao kao, grounded research, business strategy, business performance.

1 INTRODUCTION

Shao Kao is authentic and unique Chinese BBQ. It can be found among many street vendors in China. At a centre of culinary foods of Pantai Indah Kapuk in Jakarta, Indonesia, you can find Shao Kao not as street vendor culinary, but as a prestigious restaurant. Many customers come and come again to taste the BBQ. You can look at a long waiting list for customers, especially when it is the weekend. Therefore, we were interested to study what was the strategy of the business and how was its performance. We did grounded research to get in-depth descriptions of the subject.

2 LITERATURE REVIEW

According to Dunne (2011), one of the most problematic issues is related to how and when a literature review should be used when doing grounded theory. When *The Discovery of Grounded Theory*, was published by Glaser and Strauss (1967), it explicitly opposed the use of a literature review prior to the collection of primary data. They said that an effective strategy must first completely ignore the literature on the theory and the facts on the area that we examine (Glaser and Strauss, 1967; Dunne, 2011). The initial literature review of research was deemed to potentially limit and even steer the process of developing grounded theory and therefore, may reduce the quality and originality of research (Dunne, 2011).

According to Glaser (1998), the strong position of grounded theory (1) does not perform a substantive assessment of the literature in the field or related fields of research that will be conducted, and (2) when the grounded theory is almost complete at the time of the sorting and writing, the literature search on substantive area can be done to help assemble a theory or reinforce theories constructed or built into a comparative theory. Glaser's establishment was also supported by Nathaniel (2006) and Holton (2007). But in the next decade, Strauss' position significantly changed. With Juliet Corbin, Strauss changed his prior position with Glaser. Strauss recommends an initial relevant literature review and then such a shift was one factor rift with Glaser, because Glaser remains in his initial position.

3 METHOD

The study was done to know the business strategies and performance of XYZ restaurant in Jakarta. The interviewees of the study were the owner, manager, supervisor, loyalty customers, and newly visiting customers. Besides from an in-depth

interview with the interviewees, we also collected secondary data from documents, the Internet, magazines, mass media, etc. that report about XYZ restaurant, purposely for data triangulation as the qualitative method.

In this study, we used grounded theory methods. According to LaRossa (2005), there are different coding procedures among grounded theorists. They have different phases in the coding procedures. Glaser and Strauss (1967) gave four phases, Glaser (1992) gave two major phases plus several sub-phases, Strauss and Corbin (1990, 1998) referred to three phases. And in our study, we use the coding procedures according to Strauss and Corbin (1990, 1998) and follow three phases, namely open coding, axial coding, and selective coding.

According to Glaser (1998), when the grounded theory process is almost complete, we can do a literature review to help set the theory or to support the theory that we built or to compare the theory that we built. In the study, we followed the directive of Glaser.

4 RESULTS

The first phase is open coding. At this phase, we did an interpretive process and compared the events, actions and interactions to find the concepts and categories. And the concepts that we found were: segmentation, strategic location, corporate performance, consumers' complaint, responsive, process innovation, employee training, service quality, taste, cultural adaption, perceived value, product differentiation, quality raw materials, product innovation, product quality, customer satisfaction, repurchase intentions, word of mouth, purchase intentions and purchasing power.

The second phase is axial coding. In this phase, we understand the dynamic relationship amongst the categories. The relationship is the basis of the emergent theory. Tentative hypotheses are formed through a deductive process at this stage (Khambete and Athavankar, 2013). We formed the twenty-eight propositions or hypotheses, namely the relationship between consumers' complaint and responsive concepts, responsive and service quality concepts, process innovation and customers' satisfaction concepts, employee training and service quality, quality raw materials and product differentiation, quality raw materials and product quality, cultural adaption and customer satisfaction, taste and customer satisfaction, service quality and customer satisfaction, perceived value and customer satisfaction, perceived value and purchase intentions, differentiation and customer satisfaction, product differentiation and purchase intentions, product innovation and customer satisfaction, product innovation and product differentiation, product innovation and product quality, product quality and customer satisfaction, customer satisfaction and repurchase intentions, customer satisfaction and business performance, customer satisfaction and word of mouth, repurchase intentions and business performance, strategic location and business performance, segmentation and strategic location, segmentation and business performance, purchase intentions and business performance, word of mouth and purchase intentions, purchasing power and purchase intentions, and business performance and service quality.

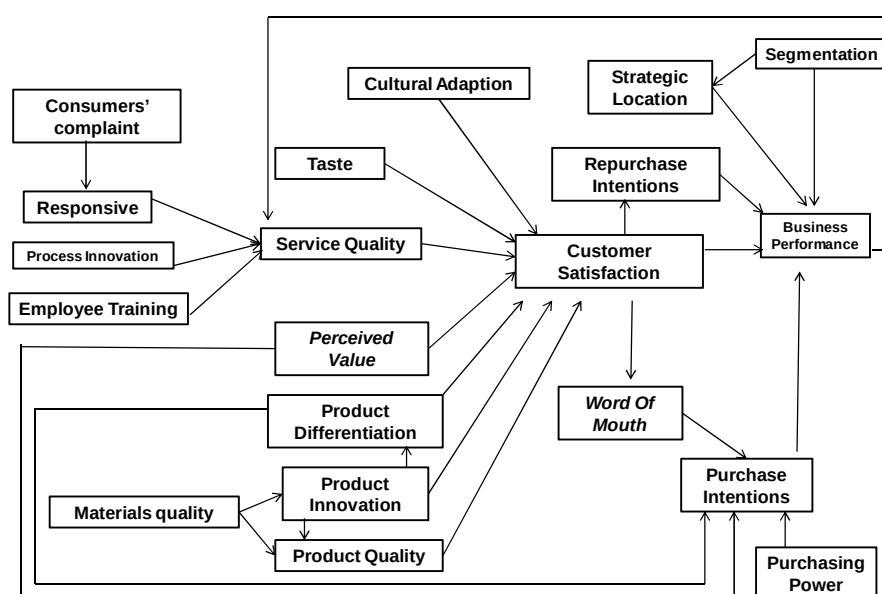


Figure 1– Model Construction

The third phase is selective coding: It is the process to arrive at a 'core category', which unifies all of the categories and leads to the theory (Khambete and Athavankar, 2013). At this phase, we connected propositions that we built at the second phase to build the model or theory as seen in Figure 1.

In Figure 1 – the model shows that business performance of XYZ restaurant was influenced by owners' segmentation determining and strategic location choice, and by repurchase intentions of customers who are satisfied. Their customer satisfaction also influences the purchase intentions of new customers, which besides by process innovation, word of mouth, purchase intentions are also influenced by purchasing power, perceived value and product differentiation. The antecedents of customer satisfaction are cultural adaption, taste, service quality, perceived value, product differentiation, product innovation and product quality. And product innovation and product quality are influenced by quality raw materials, which the product innovation influences product differentiation and product quality. Service quality of the restaurant is influenced by response of consumers' complaints and employee training. And finally, good business performance influences the service quality itself.

Referring to Glaser (1998), after we built the model, we did a literature review to support or to compare with the model. The relationship between consumers' complaints and responsive concepts is supported by Schoefer et al. (2005), who said that consumers' complaints can cause response and Velazquez et al. (2010) said that responsiveness is caused by consumers' complaints on dissatisfaction of service quality.

The relationship of responsive and service quality concepts is supported by Schoefer et al. (2005), who said that response to customers' complaints can influence the service quality. Ashley et al. (2009) also said that the response to customers' complaints causes restoration action to improve service quality. The relationship of employee training and service quality concepts is supported by Masoud and Hmeidani (2013), who found that employee training significantly influences service quality. Zumrah (2014) also found that one of factors that influence service quality is employee training. Khanfar (2011) said that employee training is a major path to form quality human resources.

The relationship of process innovation and customer satisfaction concepts is supported by Hu and Huang (2011), who found that innovation capability has a positive effect on customer satisfaction. The relationship of cultural adaption and customers' satisfaction concepts is supported by Lok and Crawford (2004), who found a positive impact cultural adaption on customers' satisfaction and commitment. The relationship of taste and customer satisfaction concepts is supported by O'Hara et al. (1997), who found customer satisfaction was gotten from the taste of food. Lu et al. (2015) found strong stimuli of taste influencing the emotion of customer evaluation significantly. Hwang and Zhao (2010) also found that perceived taste is a significant antecedent of customer satisfaction.

The relationship of quality raw materials and product differentiation concepts is supported de Barcellos et al. (2005), who said that product differentiation depends on the quality of raw materials and specific productive process. The relationship of quality raw materials and product quality concepts is supported by Pieniadz and Hockmann (2002), who said that high quality products cannot be obtained without at least some minimal quality of raw materials. They said that a high quality of final products requires quality raw materials.

The relationship of service quality and customer satisfaction concepts is supported by Hume and Mort (2010), who said that service quality will impact on customer satisfaction. Kitapci et al. (2014) found customer satisfaction was influenced by empathy and assurance in service. Agyapong (2011) also found that service quality influences their customers' satisfaction. Bei dan Chiao (2001) found that service quality caused customer satisfaction.

The relationship of perceived value and customer satisfaction concepts is supported by Fornell (1992; Lee et al., 2001), who said that considering cost can improve customers' satisfaction and loyalty. Hume and Mort (2010) found customer satisfaction was influenced by perceived value, and the value can be time and money. Hellier et al. (2003) found perceived value was one of the major factors that influence customer satisfaction. Tian and Wang (2010) said that perceived value is a major factor of customer satisfaction, and Bei and Chiao (2001) said that the price that would be offered be the foundation of customer satisfaction.

The relationship of perceived value and purchase intentions concepts is supported by Wen et al. (2012), who said that there is an effect of perceived value on purchase intentions. Anuwichanont (2011) found that price played an important role as a major reason of purchase intentions. Beneke et al. (2013) also found a significant relationship between perceived values with purchase intentions. And Wu et al. (2014) said that perceived value has a positive impact on purchase intentions.

The owner of XYZ restaurant said that they offer product differentiation with its purpose being to make his customers satisfied. So we created a proposition that product differentiation has a relationship with customer satisfaction. And our interviewees who are customers of the restaurant told us that they are interested to visit the restaurant and are moved by

product differentiation that can be offered by the restaurant. So we created a proposition that product differentiation has a relationship with purchase intentions.

The relationship of product innovation and customer satisfaction concepts was supported by Pan and Zinkhan (2006; in Naveed et al., 2014), who said that innovation is used as a strategic orientation on customer satisfaction and loyalty. According to Bolton (1998; Naveed et al., 2014), innovation can have a positive impact on customer satisfaction at every sector, because the innovation product can create new products that have an effect on customer satisfaction. Naveed and Cheema (2014) found a significant relationship between product innovation and customer satisfaction. Pishgar et al. (2013) found a positive effect between product innovation on customers' satisfaction.

The relationship of product innovation and product differentiation concepts is supported by Naveed et al. (2014), who said that the purpose of innovation is to create a new and unique product that competitors don't have. So it emerges positive and good experience from customers toward providers. The relationship of product innovation and product quality concepts is supported by Nemati et al. (2010; Naveed et al., 2014), who said that product innovation must have quality to fulfil customers' specific needs.

The relationship of product quality and customer satisfaction concepts is supported by O'Hara et al. (1997), who found that product quality have a significant correlation with customer satisfaction. Andaless et al. (2006) also found that customer satisfaction of restaurants is influenced by quality food. Wen et al. (2012) found that quality food has a significant effect on customer satisfaction. Bei and Chiao (2001) also found that product quality is very important to build customers' satisfaction. And according to Tsiotsou (2005), a quality product significantly has an effect on customer satisfaction.

The relationship of customer satisfaction and repurchase intentions concepts is supported by Hume and Mort (2010), who found that customer satisfaction influences repurchase intentions. Hellier et al. (2003) also found the effect of customer satisfaction on repurchase intentions. Kumar (2002) said that customers who were satisfied will consider to do repurchase intentions. Wen et al. (2012) also found that customer satisfaction has a significant effect on repurchase intentions. And Butcher et al. (2002) also found that customer satisfaction significantly impacts repurchase intentions.

The relationship of customer satisfaction and business performance concepts is supported by Edvardsson et al. (2000), who said that customer satisfaction has an impact on financial performance. Butcher et al. (2002) also said that customer satisfaction is important for a business's success. Wiele et al. (2001) said that there is a positive relationship between customer satisfaction and an indicator of organisation performance. Chi and Gursoy (2009) said that customer satisfaction has a positive impact on financial performance.

The relationship of customer satisfaction and word of mouth concepts is supported by Kitapci et al. (2014), who found that there is a relationship between customer satisfaction and word of mouth. They said that customer satisfaction moved customers to promote the corporate to others. Kau and Loh (2006) also found a significant effect of customer satisfaction on word of mouth. Harrison and Shaw (2004) said that word of mouth is impacted by customer satisfaction toward a product. And Royo-Vela and Casamassima (2011) also said that customer satisfaction will move customers to promoting product to others by word of mouth.

The relationship of repurchase intentions and business performance concepts is supported by Aksoy et al. (2012), who said that there is a positive relationship between repurchase intentions and firm financial performance. The relationship of strategic location and business performance concepts is supported by Keramati et al. (2012) who said that there is a relationship between location or place on sales performance. Koske (2012) also said that the place or strategic location has an effect on sales performance.

XYZ restaurant determined their segmentation on the young people and Chinese, so it moved them to determine a strategic location in Pantai Indah Kapuk wherever a Chinese population crowd the location. So we created a proposition that segmentation has a relationship with strategic location. The relationship of segmentation and business performance concepts is supported by Hunt and Arnett (2004), who said that to target can emerge superior financial performance. The owner and manager of XYZ restaurant told us that their business is increasingly growing because purchase intentions from potential customers increase too. So we created a proposition that the purchase intentions has a relationship with business performance.

The relationship of word of mouth and purchase intentions concepts is supported by Torlak et al. (2014), who said that there is a positive and significant relationship between word of mouth and purchase intentions. Jalilvand et al. (2012) found that word of mouth is one of the most effective factors of purchase intentions. And Davidow (2003) also said that word of mouth played an important role in influencing the purchase intentions. The relationship of purchasing power and purchase

intentions concepts is supported by Wang (2014), who found that purchase power is one of factors that move customers to buy a product. So the purchasing power has an impact on purchase intentions.

And the relationship of business performance and service quality concepts is supported by Chen and Tsai (2006; Tzeng and Chang, 2011), who said that service quality influences quality of business performance. Johnson and Mathews (1997; Tzeng and Chang; 2011) also said that corporate must keep their service quality to keep customers' loyalty. And the customers' loyalty is an effect of customer satisfaction and can increase business performance. And Tzeng dan Chang (2011) said that one of the important factors of service quality in the restaurant business is restaurant performance itself.

5 CONCLUSION

The study gave results as a model construction that described the business strategies and performance of XYZ restaurant. The results of the study can become a model to develop a business, especially for similar businesses. As shown in Figure 1, many factors that created the performance were found through the grounded research. Although it is an advancement of grounded research, it may need to be supported by quantitative research in a future study.

ACKNOWLEDGEMENT

This article is a part of my bachelor's thesis that has been submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of *Sarjana Ekonomi* (S.E.) at the Department of Management, Bunda Mulia University, Jakarta, Indonesia. I have to thank my research supervisor, Dr. Edi Purwanto. Without his assistance and dedicated involvement in every step throughout the process, this paper would have never been accomplished.

REFERENCES

- [1] Andaless, S. S. and Conway, C. (2006). "Customer Satisfaction in the Restaurant Industry: an Examination of the Transaction-Specific Model", *The Journal of Service Marketing*. 20.1: 3-11.
- [2] Agyapong, G. K.Q. (2011). "The Effect of Service Quality on Customer Satisfaction in the Utility Industry- A Case of Vodafone (Ghana)", *International Journal of Business and Management*. 6.5.
- [3] Aksoy, L., Keiningham, T., Lariviere, B., Mithas, S., Morgeson, F.& Yalcin, A. (2012). "The satisfaction, repurchase intention and shareholder value linkage: a longitudinal examination of fixed and firm-specific effects," In *Frontiers in Service Conference*, College Park, MD.
- [4] Anuwichanont, J. (2011). "The Impact of Price Perception on Customer Loyalty in the Airline Context", *Journal of Business and Economics Research*. 9.9: 37-49.
- [5] Ashley, C. and Varki, S. (2009). "Loyalty and Its Influence on Complaining Behavior and Service Recovery Satisfaction", *Journal of Satisfaction, Dissatisfaction and Complaining Behavior*. 22: 21-35.
- [6] Bei, L. T. and Chiao, Y. C. (2001). "An Integrated Model for the Effects of Perceived Product, Perceived Service Quality, and Perceived Price Fairness on Consumer Satisfaction and Loyalty", *Journal of Consumer Satisfaction, Dissatisfaction and Complaining Behavior*. 14: 125-140.
- [7] Beneke, J., Flynn, R., Greig, T., and Mukaiwa, M. (2013). "The Influence of Perceived Product Quality, Relative Price and Risk on Customer Value and Willingness to Buy: A Study of Private Label Merchandise", *The Journal of Product and Brand Management*. 22.3: 218-228.
- [8] Bolton. (1998). "A Dynamic Model of the Duration of the Customer's Relationship with a Continuous Service Provider: The Role of Satisfaction", *Management sciences journal*. 17.1: 45-65.
- [9] Butcher, K, Sparks, B., and O'Callaghan, F. (2002). "The effect of Social Influence on Repurchase Intentions", *The Journal of Services Marketing*. 16.6: 503-514.
- [10] Chen, C. F. and Tsai, D. C. (2006). "How Destination Image and Evaluative Factors Affect Behavioral Intentions?" *Journal of Tourism Management*. 28: 1115-1122.
- [11] Chi, C. G. and Gursoy, D. (2009). "Employee Satisfaction, Customer Satisfaction, and Financial Performance: An Empirical Examination", *International Journal of Hospitality Management*. 28: 245-253.
- [12] Davidow, M.. (2003). "Have You Heard The Word? The Effect of Word of Mouth on Perceived Justice, Satisfaction, and Repurchase Intention: Following Complaint Handling", *Journal of Consumer Satisfaction, Dissatisfaction and Complaining*. 16: 67-80.
- [13] De Barcellos, M. D., Ferreira, G. C., and Pedrozo, E. A. (2005). "Product Differentiation and Structuring of Alliances in Beef Productive Chain: The Brazilian Certified Angus Beef Case", 15th IAMA Conference, Chicago, Illinois, USA.

- [14] Dunne, C. (2011). "The place of the literature review in grounded theory research", *International Journal of Social Research Methodology* Vol. 14, No. 2, March 2011, 111–124.
- [15] Edvardsson, B, Johnson, M. D., Gustafsson, A., and Strandvik, T. (2000). "The Effects of Satisfaction and Loyalty on Profits and Growth: Products Versus Services", *Total Quality Management*. 11.7: S917-S927.
- [16] Fornell, C. (1992). "A National Customer Satisfaction Barometer: The Swedish Experience," *Journal of Marketing*. 56: 6-21.
- [17] Glaser, B.G., and Strauss, A. (1967). *Discovery of grounded theory*. Chicago, IL: Aldine.
- [18] Glaser, B.G. (1992). *Basics of grounded theory analysis*. Mill Valley, CA: Sociology Press.
- [19] Glaser, B.G. (1998). *Doing grounded theory: Issues and discussions*. Mill Valley, CA: Sociology Press.
- [20] Harrison, P. and Shaw, R. (2004). "Consumer Satisfaction and Post-Purchase Intentions: An Exploratory Study of Museum Visitor", *International Journal of Arts Management*. 6.2: 23.
- [21] Hellier, P. K., Geursen, G. M., Carr, R. A., and Rickard, J. A. (2003). "Customer Repurchase Intention: A General Structural Equation Model", *European Journal of Marketing*. 37.11/12: 1762-1800.
- [22] Holton, J. (2007). "The coding process and its challenges". In A. Bryant & K. Charmaz (Eds.), *The SAGE handbook of grounded theory* (pp. 265–289). London: Sage.
- [23] Hume, M. and Mort, G. S. (2010). "The Consequence of Appraisal Emotion, Service Quality, Perceived Value and Customer Satisfaction on Purchase Intent in the Performing Arts", *The Journal of Service Marketing*. 2.42: 170-182.
- [24] Hwang, J. and Zhao, J. (2010). "Factors Influencing Customer Satisfaction or Dissatisfaction in The Restaurant Business Using Answer-Tree Methodology", *Journal of Quality Assurance in Hospitality and Tourism*. 1.2: 93-110.
- [25] Hu, K. C. and Huang, M. C. (2011). "Effects of Service Quality, Innovation and Corporate Image on Customer's Satisfaction and Loyalty of Air Cargo Terminal", *International Journal of Operations Research* Vol.8, No. 4, 36-47.
- [26] Hunt, S. D. and Arnett, D. B. 2004. "Market Segmentation Strategy, Competitive Advantage, And Public Policy: Grounding Segmentation Strategy in Resource-Advantage Theory", *Australasian Marketing Journal*. 12. 1:7-25.
- [27] Jalilvand, M. R. and Samiei, N. (2012). "The Effect of Electronic Word of Mouth on Brand Image and Purchase Intention", *Marketing Intelligence and Planning*. 30.4: 460-476.
- [28] Johnson, C. and Mathews, B. P. (1997). "The Influence of Experience on Service Expectations", *International Journal of Service Industry Management*. 8: 290-305.
- [29] Kau, A. K. and Loh, E. W. Y. (2006). "The Effects of Service Recovery on Consumer Satisfaction: A Comparison Between Complainants and Non-Complainants", *The Journal of Service Marketing*. 20.2: 101-111.
- [30] Keramati, A., Ardalan, A., and Ashtiani, P. G. (2012). "Relationship between marketing mix and sales performance In the context of the Iranian Steel private firms", *International Journal of Arts and Commerce*, Vol. 1 No. 6: 195-199.
- [31] Khanfar, S. M. (2011). "Impact of Training Improving Hotelling Service Quality", *Journal of Business Studies Quarterly*. 2.3: 84-93.
- [32] Khambete, P. and Athavankar, U. (2010). "Grounded Theory: An Effective Method for User Experience Design Research", in *IDC Design Research Journal - 'Design Thoughts'* (2010), 11-24.
- [33] Kitapci, O., Akdogan, C., and Dortyol, I. T. (2014). "The Impact of Service Quality Dimensions on Patient Satisfaction, Repurchase Intentions, and Word-of-Mouth Communication in the Public Healthcare Industry", *Social and Behavioral Sciences*. 148: 161-169.
- [34] Koske, K. L. (2012). "Effects of 4ps Marketing Mix on Sales Performance of Automotive Fuels of Selected Service Stations in Nakuru Town", A Research Project Proposal Submitted to the Business Administration Department In Partial Fulfillment of the Requirement for The Award of Master of Business Administration Degree-Marketing Option.
- [35] Kumar, P.. (2002). "The Impact of Performance, Cost, and Competitive Considerations on the Relationship Between Satisfaction and Repurchase Intentions in Business Markets", *Journal of Service Research*. 5-1: 55-68.
- [36] LaRossa, R. (2005). "Grounded Theory Methods and Qualitative Family Research", *Journal of Marriage and Family* 67: 837–857.
- [37] Lee, J., Lee, J., and Feick, L. (2001). "The Impact of Switching Cost on the Customer Satisfaction-Loyalty Link: Mobile Phone Service in France", *The Journal of Service Marketing*. 15.1: 35-48.
- [38] Lok, P. and Crawford, J. (2004). "The Effect of Organizational Culture and Leadership Style on Job Satisfaction and Organizational Commitment: A Cross-National Comparison", *The Journal of Management Development*. 23.3/4: 321-338.
- [39] Lu, C. J., Li, Y. C., Shih, Y. Y., and Chang, H. T. (2015). "Nostalgia or Taste? Comparing Consumer Cognition of Pineapple Cakes and Shop Atmosphere", *International Journal of Organizational Innovation (Online)*. 7.4: 148-157.
- [40] Masoud, E. Y. and Hmeidan, T. A. (2013). "The Effect of Perceived Work Environment on Fronline Employees Service Recovery Performances: The Case of Five Star Hotels in Jordan", *European Scientific Journal*. 9.11.
- [41] Nathaniel, A.K. (2006). "Thoughts on the literature review and GT", *Grounded Theory Review*, 5(2/3), 35–41.

- [42] Naveed, T., Akhtar, I., and Cheema, K. U. R. (2013). "The Impact of Innovation on Customer Satisfaction and Brand Loyalty: A Study of The Student of Faisalabad", *Journal of Leadership and Organizational Studies*. 2.2.
- [43] Nemati, A. R., Khan, K., and Iftikhar, M. (2010). "Impact of Innovation on Customer Satisfaction and Brand Loyalty, A Study of Mobile Phone Users in Pakistan", *European Journal of Social Sciences*. 16.2.
- [44] O'Hara, P. A., Harper, D. W., Kangas, M. and Dubeau, J. (1997). "Taste, Temperature, and Presentation Predict Satisfaction with Foodservices in a Canadian Continuing-Care Hospital", *Journal of American Dietetic Association*. 97.4: 401-5.
- [45] Pieniadz, A. and Hockmann, H. (2002). "Product Differentiation on the Polish Pig Meat Market", Paper prepared for presentation at the Xth EAAE Congress 'Exploring Diversity in the European Agri-Food System', Zaragoza (Spain), 28-31 August 2002.
- [46] Pishgar, F., Dezhkam, S., Ghanbarpoor, F., Shabani, N., and Ashoori, M. (2013). "The Impact of Product Innovation on Customer Satisfaction and Customer Loyalty", *Arabian Journal of Business and Management Review*. 2.7.
- [47] Royo-Vela, M. and Casamassima, P. (2011). "The Influence of Belongings to Virtual Brand Communities on Consumers Affective Commitment, Satisfaction and Word-of-Mouth Advertising", *Online Information Review*. 35.4: 517-542.
- [48] Schoefer, K. and Ennew, C. (2005). "The Impact of Perceived Justice on Consumer's Emotional Responses to Service Complaint Experiences", *The Journal of Service Marketing*. 19.5: 261-270.
- [49] Strauss, A., and Corbin, J. (1990). *Basics of Qualitative research: Grounded theory procedures and techniques*. Newbury Park, CA: Sage.
- [50] Strauss, A., and Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- [51] Tian, R. G. and Wang, C. H. (2010). "Cross-Cultural Customer Satisfaction at Chinese Restaurant: The Implications to China Foodservice Marketing", *International Journal of China Marketing*. 1.1: 60-72.
- [52] Torlak, O., Ozkara, B. Y., Tiltay, M. A., Cengiz, H. and Dulger, M. F. (2014). "The Effect of Electronic Word of Mouth on Brand Image and Purchase Intention: An Application Concerning Cell Phone Brands for Youth", *Journal of Marketing Development and Competitiveness*. 8.2: 61-68.
- [53] Tsiotsou, R. (2005). "Perceived Quality Levels and Their Relation to Involvement, Satisfaction, and Purchase Intentions", *Marketing Bulletin*. 16.4.
- [54] Tzeng, Gwo-Hshiung, Hung-Fan Chang. (2011). "Applying Importance-Performance Analysis as a Service Quality Measure in Food Service Industry", *Journal of Technology Management and Innovation*. 6.3.
- [55] Velazquez, B. M., Blasco, M. F., Saura, I. G., and Contri, G. B. (2010). "Causes for Complaining Behavior Intentions: The Moderator Effect of Previous Customer Experience of the Restaurant", *The Journal of Service Marketing*. 24.7: 532-545.
- [56] Wang, Y. (2014). "Consumers' Purchase Intentions of Shoes: Theory of Planned Behavior and Desired Attributes", *International Journal of Marketing Studies*; Vol. 6, No. 4; 2014: 50-58.
- [57] Wen, C., Qin, H., Prybutox, V. R., and Blankson, C. (2012). "The Role of National Culture on Relationship Between Customer's Perception of Quality, Values, Satisfaction, and Behavioral Intentions", *Faculty Research and Creative Activity*. 7-23.
- [58] Wiele, T. V. D., Boselie, P., and Hesselink, M. (2001). "Empirical evidence for the relationship between customer satisfaction and business performance", *Managing Service Quality: An International Journal*, Vol. 12 Iss: 3:184 – 193.
- [59] Wu, Y. F., Wu, C. S., Lee, C. J., and Tsai, L. F. (2014). The Relationship Between Package Redesign and Purchase Intentions. *International Journal of Organizational Innovation (Online)*. 6.3: 50-62.
- [60] Zumrah, A. R.. (2014). "Service Quality in Malaysian Public Sector: The Role of Transfer of Training", *Social and Behavioral Sciences*. 144: 111-117.

Intégration des défauts de forme dans une méthode au pire des cas d'analyse des tolérances

[Integration of form deviations in a worst case method tolerance analysis]

S. Boutahari, M. Chahbouni, H. Atik, and D. Amegouz

Laboratoire de Productique, des Energies et de Développement Durable,
Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, Ecole Supérieure de Technologie,
BP 2427, Route Imouzzer, 30000 Fès, Maroc

Copyright © 2016 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 is to study the influence of form deviation on the tolerance analysis of a mechanism. In this case we use the worst case method. We also use the deviation domain. The study is primarily to assess the accumulated tolerances while assuming insignificant form deviations and secondly to integrate these deviations to assess the functional condition which is defined by orientation tolerance.

KEYWORDS: tolerancing, tolerance analysis, form deviations, deviation domain, worst case method.

RESUME: Ce travail consiste à étudier l'influence des défauts de forme sur l'analyse des tolérances d'un mécanisme. Pour ce faire une méthode au pire des cas est utilisée. Le modèle utilisé est la méthode des domaines écart. L'étude consiste en premier lieu à évaluer le cumul des tolérances tout en supposant négligeables les défauts de forme et en deuxième lieu à intégrer ces défauts pour évaluer la condition fonctionnelle qui est définie par tolérance d'orientation.

MOTS-CLEFS: Tolérancement, Analyse des tolérances, défauts de forme, domaine écart, méthode au pire des cas.

1 INTRODUCTION

L'analyse des tolérances est une étape importante dans le processus de conception d'un mécanisme. En effet elle permet de relier les tolérances spécifiques des pièces élémentaires qui constituent un mécanisme aux tolérances fonctionnelles qui représentent les conditions fonctionnelles de ce mécanisme.

L'analyse des tolérances est un processus d'estimation de la propagation des tolérances dans un mécanisme. Du fait des variations dimensionnelles et géométriques inhérentes à la fabrication, une analyse préalable des tolérances s'avère indispensable pour estimer le cumul des tolérances et éviter ainsi les rebuts dus à la propagation des tolérances et la non faisabilité des assemblages.

Deux approches d'analyse des tolérances sont souvent utilisées : l'approche au pire de cas et l'approche statistique. L'approche au pire de cas garantit la condition fonctionnelle du mécanisme ce qui engendre la restriction des intervalles de tolérances des composants et par conséquent l'augmentation du coût de production, alors que l'approche statistique suppose que la probabilité de trouver une configuration au pire de cas est faible, on peut alors élargir les intervalles de tolérances des composants ce qui permet de diminuer le coût de production mais avec un risque de non-conformité des mécanismes. Avec cette approche les pièces composantes ne sont pas qualifiées individuellement mais par lot qui est caractérisé par sa moyenne et son écart-type et les rebuts portent sur des mécanismes assemblés.

L'analyse des tolérances géométriques est souvent réalisée en supposant que les défauts de forme sont négligeables. L'objectif de ce travail est d'introduire les défauts de forme dans l'analyse des tolérances à l'étape de conception.

Finalement un exemple d'assemblage est considéré et qui vise à illustrer l'influence des défauts de forme sur l'analyse des tolérances géométriques avec la méthode des domaines.

2 MÉTHODE DES DOMAINES : DOMAINE ÉCART

Comme il n'est pas possible de fabriquer des pièces parfaites, les surfaces réelles vont présenter différents défauts: de forme, d'orientation et de position. Nous associons une surface parfaite (surface associée), de même nature, à toute surface réelle, avec un critère d'optimisation (le plus souvent le critère des moindres carrés).

La méthode des domaines permet de modéliser les petites variations géométriques des surfaces de substitution (surface associée) et de réaliser l'analyse ou la synthèse des tolérances géométriques de mécanismes tridimensionnels [1]. Les tolérances dimensionnelles et géométriques des pièces étant fixées, la méthode permet de définir les relations entre les tolérances fonctionnelles et les tolérances spécifiques à chaque surface de liaison ou fonctionnelle. Cette méthode a été étudiée, développée et appliquée à des mécanismes dans plusieurs travaux de recherche [2], [3], [4], [5].

Cette approche se basant sur les torseurs des petits déplacements permet de spécifier les domaines jeux et les domaines écarts.

Une surface quelconque présente 6 composantes d'écarts: 3 translations et 3 rotations. Ces écarts étant de faibles amplitudes par rapport aux positions relatives des surfaces, il est possible de les caractériser par un torseur de petits déplacements où $\vec{\delta\theta}$ est le vecteur rotation et $\vec{\delta(M)}$ est le vecteur translation [6].

$$\begin{Bmatrix} \vec{\delta\theta} \\ \vec{\delta(M)} \end{Bmatrix}_M = \begin{pmatrix} r_x & t_x \\ r_y & t_y \\ r_z & t_z \end{pmatrix} \quad (1)$$

A la surface nominale on associe un repère $R_n(o_n, \vec{x}_n, \vec{y}_n, \vec{z}_n)$ et la surface réelle est représentée par une surface associée du repère $R_r(o_r, \vec{x}_r, \vec{y}_r, \vec{z}_r)$.

Dans le cas d'une surface plane, le torseur caractéristique est défini par :

$$\begin{Bmatrix} \vec{\delta\theta} \\ \vec{\delta(M)} \end{Bmatrix}_M = \begin{Bmatrix} r_x & 0 \\ r_y & 0 \\ 0 & t_z \end{Bmatrix}_{(O,x,y,z)} \quad (2)$$

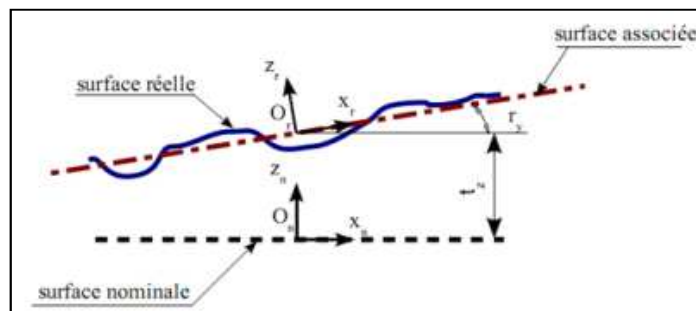


Fig. 1. Ecart d'une surface plane

Les composantes d'écarts entre le repère réel et le repère nominal, pour une surface plane sont : une translation suivant la normale au plan et deux rotations autour des axes perpendiculaires à la normale. On obtient donc un torseur des petits déplacements de la forme suivante :

$$E_{\text{surface plane}} = \begin{Bmatrix} r_x & 0 \\ r_y & 0 \\ 0 & t_z \end{Bmatrix}_{(O, \vec{x}_n, \vec{y}_n, \vec{z}_n)} \quad (3)$$

3 ANALYSE DES TOLERANCES AVEC PRISE EN COMPTE DES DEFAUTS DE FORME

Deux approches d'analyse des tolérances sont souvent utilisées dans les systèmes d'aide au tolérancement: l'approche au pire de cas et l'approche statistique. Dans notre étude, nous nous limiterons à la méthode au pire de cas. Souvent l'analyse est effectuée en faisant l'hypothèse que les défauts de forme et d'orientation sont négligeables devant les défauts de position.

Néanmoins plusieurs méthodes ont été développées pour intégrer les défauts de formes au sein des mécanismes [7], [8].

3.1 EXEMPLE ETUDE : EMPILAGE DE PIECES

L'exemple traité s'agit d'un assemblage (empilage) de deux pièces prismatiques rigides de surfaces fonctionnelles planes (Fig.2). Dans un premier temps nous avons fabriqué un ensemble de pièces prismatiques de mêmes dimensions. Nous avons mesuré pour chaque pièce élémentaire le défaut de parallélisme et de planéité d'une surface fonctionnelle par rapport à une surface de référence. Ainsi nous avons mesuré le défaut de parallélisme de chaque assemblage constitué de deux pièces. Enfin nous avons comparé les résultats de l'analyse des tolérances avec et sans prise en compte des défauts de forme.

Les surfaces fonctionnelles des deux pièces sont des surfaces planes et la condition fonctionnelle est le parallélisme de la surface terminale B2 appartenant à la pièce 2 par rapport à la surface de référence A1 appartenant à la pièce 1. Cette condition fonctionnelle est influencée par le défaut de la surface B1 de la pièce 1 et le défaut de la surface B2 de la pièce 2.

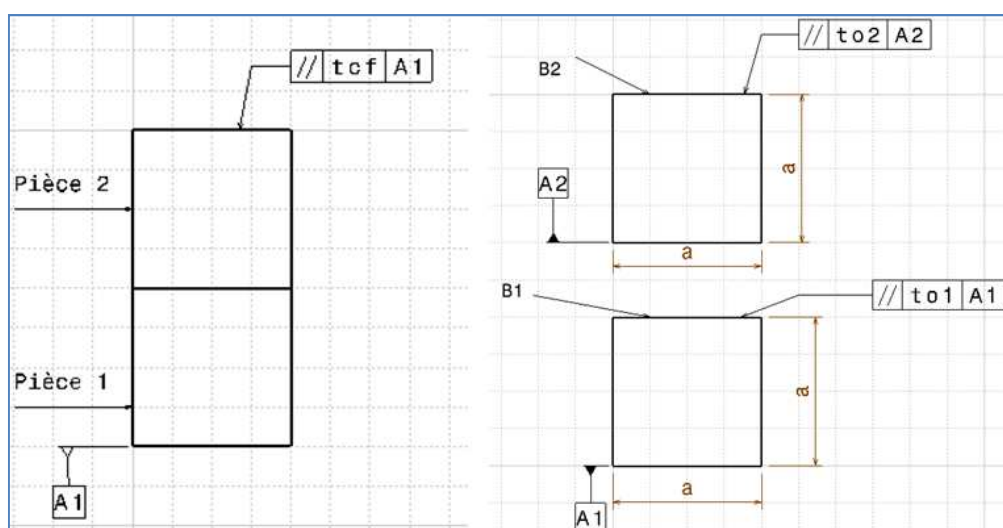


Fig. 2. Tolérances géométriques des pièces élémentaires et de l'assemblage

3.2 DOMAINES ÉCART DES PIÈCES ET DE L'ASSEMBLAGE

L'étude porte sur un lot de 10 pièces prismatiques de mêmes dimensions selon le dessin de définition suivant (Fig. 3).

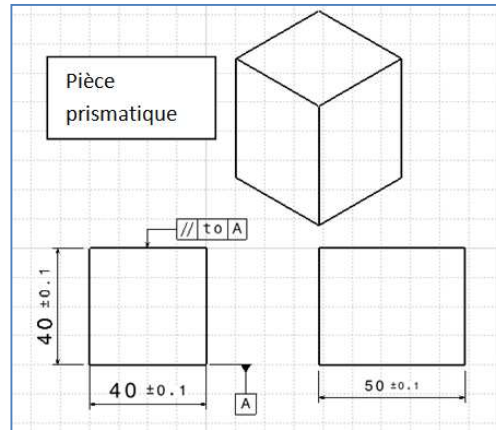


Fig. 3. Dessin de définition des pièces fabriquées

Le domaine écart des surfaces planes avec une tolérance de parallélisme est défini par les quatre inéquations indépendantes suivantes:

$$(E_{OiBi}) = \begin{cases} -t_{oi} \leq ar_y + br_x \leq t_{oi} \\ -t_{oi} \leq ar_y - br_x \leq t_{oi} \end{cases} \quad i = 1 \text{ ou } 2 \quad (4)$$

La solution de ces quatre inéquations permet d'obtenir le domaine écart de la surface plane tolérancée avec une tolérance de parallélisme de t_o . Sa représentation graphique dans l'espace des petits déplacements $\{r_x, r_y\}$ est de la forme suivante :

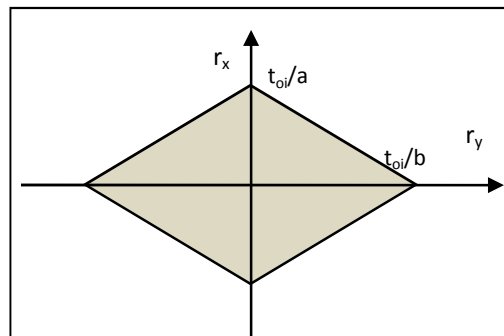


Fig. 4. Domaine écart de la tolérance de parallélisme des pièces élémentaires

Le domaine écart de la condition fonctionnelle (la tolérance de parallélisme de la surface plane terminale) est défini par les quatre inéquations indépendantes suivantes:

$$(E_{OB2}) = \begin{cases} -t_{cf} \leq ar_y + br_x \leq t_{cf} \\ -t_{cf} \leq ar_y - br_x \leq t_{cf} \end{cases} \quad (5)$$

Le domaine écart résultant des écarts (E_{O1B1}) et (E_{O2B2}) est obtenu en utilisant la somme de Minkowski [9].

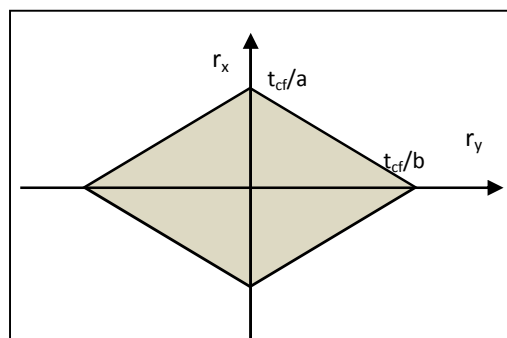


Fig. 5. Domaine écart de condition fonctionnelle

Sachant que la condition fonctionnelle $t_{cf} = \sum_1^2 t_{oi}$

3.3 RÉSULTATS DE MESURE

Les mesures sont effectuées sur une machine à mesurer tridimensionnelle. Pour chaque pièce contrôlée nous déterminons les défauts de planéité et de parallélisme des plans B1 et B2 par rapport au plan de référence PLR. Pour chaque pièce contrôlée, on définit les rotations (r_x, r_y) des plans des moindres carrés (relatifs aux plans B1 et B2) par rapport aux axes $\overrightarrow{OX}$ et $\overrightarrow{OY}$.

A partir des pièces fabriquées, on réalise un ensemble d'assemblages aléatoires, puis on mesure la condition fonctionnelle illustrée par le défaut de parallélisme du plan terminal (B2) par rapport au plan de référence PLR (Fig. 6).

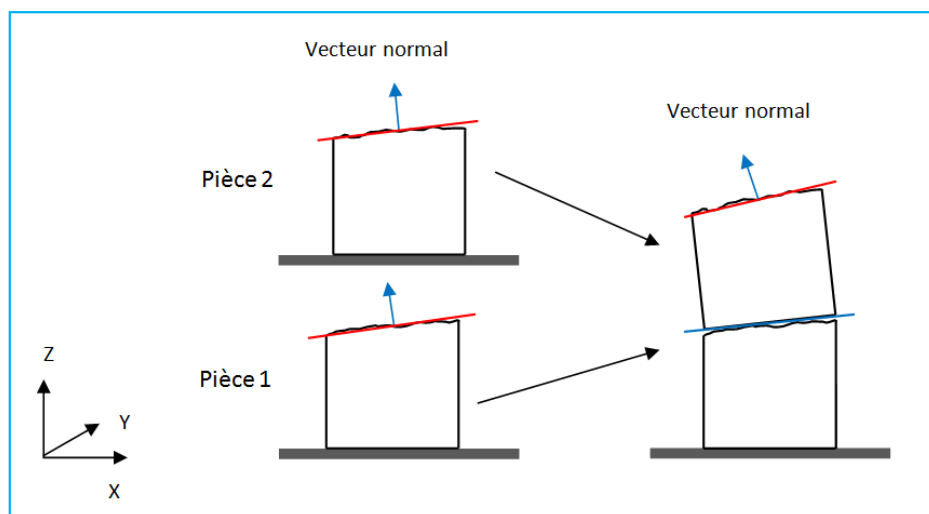


Fig. 6. Montage de mesure des pièces et de l'assemblage

L'objectif de cette étude est de faire une comparaison entre le défaut de parallélisme théorique calculé avec la méthode des domaines à partir des orientations $(r_{xi}, r_{yi}, r_{xj}, r_{yj})$ des deux surfaces fonctionnelles des pièces i et j constituant l'assemblage et la valeur réelle de ce défaut de parallélisme obtenue avec la machine à mesurer tridimensionnelle (valeur pratique). Cette différence illustre l'influence des défauts de forme sur l'analyse des tolérances.

Pour chaque pièce i on obtient les deux rotations r_{xi} et r_{yi} par rapport les deux axes $\overrightarrow{OX}$ et $\overrightarrow{OY}$. Le tableau suivant illustre les résultats obtenus.

Tableau 1. Défauts d'orientation r_{xi} et r_{yi} des pièces mesurées

Pièce i	Rotation $r_{xi} \cdot 10^{-3}$ (en rad)	Rotation $r_{yi} \cdot 10^{-3}$ (en rad)
0	2,97	8,7
1	8,72	8,7
2	8,20	4,7
3	7,7	0,3
4	1,4	0,0
5	9,6	0,3
6	7,3	0,7
7	7,3	1,9
8	2,9	1,8
9	8,1	9,9

L'échantillon est constitué de 10 assemblages. Pour chaque assemblage nous avons mesuré le défaut de parallélisme qui correspond à la condition fonctionnelle. Le tableau suivant illustre quelques mesures effectuées. Le tableau suivant illustre quelques résultats de l'étude de cas effectuée :

Tableau 2. influence des défauts de forme sur la condition fonctionnelle

Assemblage	Défaut de parallélisme sans DF (d)	Défaut de parallélisme avec DF (df)	idf
1	0,3559	0,41	0,0541
2	0,1116	0,145	0,0334
3	0,3489	0,358	0,0091
4	0,2006	0,22	0,0194
5	0,1657	0,194	0,0283
6	0,2704	0,29	0,0196
7	0,2311	0,249	0,0179
8	0,1178	0,132	0,0143
9	0,4632	0,502	0,0389
10	0,3903	0,436	0,0457

A partir des résultats de rotations r_{xi} et r_{yi} mesurées sur les différentes pièces, nous avons calculé le défaut de parallélisme de certaines configurations possibles entre la pièce i et la pièce j de l'assemblage avec la méthode des domaines sans prise en compte le défaut de planéité en utilisant la formule suivante :

$$d = \pm \frac{a}{2} \cdot r_x \pm \frac{b}{2} \cdot r_y$$

$$idf = d - df$$

Avec :

- $r_x = r_{xi} \pm r_{xj}$ et $r_y = r_{yi} \pm r_{yj}$
- DF : défauts de forme
- r_x : Rotation par rapport à l'axe $\overrightarrow{OX}$ de la surface supérieure de l'assemblage
- r_y : Rotation par rapport à l'axe $\overrightarrow{OY}$ de la surface supérieure de l'assemblage
- a, b : Les dimensions de la surface contrôlée de la pièce (dans notre cas : a = b)
- idf : Valeur d'influence des défauts de forme sur le défaut de parallélisme

A partir de cet exemple, nous avons remarqué que l'influence des défauts de forme, dans certains cas, peut s'avérer très importante dans l'analyse des tolérances géométriques. Cette influence, sur la précision des tolérances fonctionnelles de l'assemblage, peut-être de l'ordre des défauts de forme des pièces constituant l'assemblage.

4 CONCLUSION

Cette méthode d'analyse des tolérances au pire de cas repose sur la méthode des domaines écart. L'étude porte sur un empilage de deux pièces prismatiques de surfaces fonctionnelles planes. Après avoir fabriqué une série de pièces de mêmes dimensions. Nous avons mesuré pour chaque pièce le défaut de planéité et le défaut de parallélisme des surfaces fonctionnelles. Puis nous avons constitué un échantillon d'assemblages aléatoires à partir des pièces fabriquées. Enfin nous avons mesuré pour chaque assemblage le défaut de parallélisme de la surface supérieure par rapport à la surface de référence, qui correspond à la condition fonctionnelle de l'assemblage.

En conclusion, les écarts engendrés par les défauts de forme ont une influence sur les résultats de l'analyse des tolérances, en particulier sur la condition fonctionnelle de l'assemblage.

REFERENCES

- [1] D. Duret, M. Giordano "Clearance Space and Deviation Space. Application to three-dimensional chain of dimensions and positions". In Eyrolles, editeur, Proceedings of 3rd CIRP Seminars on Computer Aided Tolerancing – Tolérancement Géométrique, pages 179_196, Ecole Normale Supérieure de Cachan, April 27-28, 1993.
- [2] J-P Petit "Spécification géométriques des produits: méthode d'analyse des tolérances. Application en conception assistée par ordinateur", Thèse de Doctorat de Génie Mécanique, Université de Savoie, 2004
- [3] M. Chahbouni, S. Boutahari et D. Amegouz, "Analyse des tolérances géométriques par la méthode des domaines", Revue de Mécanique Appliquée et Théorique, Vol. 2, 6, pp. 597- 604 , 2013.
- [4] M. Giordano, D. Duret "Clearance space and deviation space. Application to three dimensional chain of dimensions and position", 3rd CIRP Seminar on Computer- Aided Tolerancing, pp 179-196, 1993.
- [5] B. Kataya, "Modélisation des tolérances géométriques pour leur intégration en conception assistée par ordinateur", Thèse de Doctorat de Génie Mécanique, Université de Savoie, 2002
- [6] P. Bourdet, L. Mathieu, C. Lartigue, A. Ballu, "The concept of the small displacement torsor in metrology ", proceeding of international euro conference advanced mathematical tools in metrology, oxford 27-30 September 1995.
- [7] M. Chahbouni, S. Boutahari, D. Amegouz "Influence of form deviations on the tolerance analysis", International Journal of Engineering & Technology, 3(3), pp. 343-349, juillet 2014.
- [8] M. Chahbouni, S. Boutahari, D. Amegouz, "Statistical tolerance analysis by integrating form deviations", International Journal of Innovation and Applied Studies, Vol. 9 No. 3, pp. 1281-1290, Nov. 2014.
- [9] F. Germain, "Tolérancement statistique tridimensionnel, Intégration en CFAO", Thèse de doctorat de l'université de Savoie, 2007.

Discrimination with recruitment in the Tunisian subsidiaries of multinationals

Yosra Bennour

PhD student,
Department of management,
Higher school of trade,
Manouba University,
Manouba, Tunisia

Copyright © 2016 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: Recruitment as one of the principal practices of the human resource management represents a major stake in all the organizations and in particular in the multinational firm. However the risk to fall into discrimination is current there. This work seeks to study this phenomenon with the help of a qualitative study conducted near ten Tunisian subsidiaries of Multinational Firm. At the conclusion of this research, discrimination with recruitment seems to exist in all the subsidiaries, but to differing degrees. To avoid it, we propose criteria of equity like the adaptability, the good knowledge of the profile, the good definition of the station and the equal opportunity.

KEYWORDS: recruitment, discrimination, multinational firm, Tunisian subsidiaries.

1 INTRODUCTION

Discrimination in the job market started to be firstly treated in America it's a crucial topic since it takes into consideration minorities, like women, the disabled people, etc...

The problems of discrimination in the job market thus became one of the essential problems studied in several researches.

Discrimination is the excluding of minorities from the job market. They were judged according to their: sex, age, marital status, origin, membership, genetic characteristics, physical appearance, sexual orientation, manners, health, patronym, political opinions, religious convictions, trade-union activities or associative.

However, the good choice of staff represents for the organization a fundamental objective for its operation and more precisely, for its brand image with respect to the customers. To achieve his mission, the human resource administrator is obliged to resort to methods and to use tools for recruitment as source of discrimination.

In this respect, we seek in this study to know if recruitments in the multinationals and more precisely in the Tunisian subsidiaries of MF¹ are equitable or not.

In order to answer this question of research, several questions are mainly asked, namely: on which basis is carried out the choice of candidates? , which are the various factors of discrimination? and how to fight against this phenomena during a recruitment?

¹ MF : multinational firm

For that we will start by shedding the light on recruitment and discrimination in FMNs. Then, we will devote the second part of the presentation of our relative study to the comprehension of the phenomenon of discrimination to recruitment in ten Tunisian subsidiaries of FMN of various branches of industry and its results.

2 RECRUITMENT AND DISCRIMINATION IN MULTINATIONAL FIRM:

Several authors were interested in the concept of discrimination, in particular in the field of the human resources management (Peretti, 2012 ; Amadiou, 2013). Discrimination can be to intervene at various levels of the human resources management: the evaluation, the management of the careers and recruitment. Within the framework of this study, we direct the projector on the discriminatory aspect of this last practice of human resources management. For that we must initially point out the significance of discrimination.

We quote as example the definition given by Lochak (2004) which presents it like

“The inequality resulting either from the factors inherent in the person (age, disease, handicap.), or with exogenic factors (structures social or economic which admit the inequalities)”

In addition, discrimination can be individual, institutional or cultural (Schneider, 2004). It can be based on a direct mechanism when a person is subjected to a different treatment resting on a prohibited reason for discrimination, and this, in an open and acknowledged way. As it can be indirect or systemic this occurs according to Rivet (2003),

“When an employer adopts, for true reasons of business, a rule or a standard which is neutral at first sight and which applies to all the employees, but which is likely to involve a particular disadvantage for an employee or a group of employees”

Moreover, Horn and Worland (2006) consider that discrimination can be due to economic factors, policies and legal or such cultural such as the stereotypes, the prejudices, racism, the sexism.

Several researchers enumerated several types of discrimination (Garner-Moyer, 2008.2003; Jackson and al., 1995) which we present below

- *Discrimination according to the age*: The age is an indicator of selection considered as the first source of discrimination. It can be a factor of discrimination for the people when it is not indicated to the announcement of the job offer, and at the same time an element of selection to limit the number of the CV useless ones. It can be a factor of discrimination direct or indirect.
- *Racial and ethnic discrimination*: racial and ethnic discrimination are two indissociable forms of discrimination which we find everywhere in the world, independently of the degree of development of the country concerned. These forms of discrimination can touch integration and recruitment.
- *Discrimination according to physical appearance*: it is based on the physical characteristics and the features of the person to make decisions which are prejudicial for him.
- *Discrimination according to the kind*: the kind is a concept used to differentiate the sex and the characteristics which concern the culture
- *Discrimination according to the health status and the handicap*: the handicap is defined as any limitation of activity or restriction of the participation insocial life because of a deterioration substantial durable or final, mental, physical, cognitive, driving, sensory (visual or auditive). The difficulty of the health status can be of short or long life, which obliges a person to go away regularly. Discrimination according to this factor is frequent.
- *Discrimination according to the geographic origin*: it can be according to the origin or the place of dwelling.

Today, more than ever, multinational firms are overlooking a major concern which is that to choosing the good candidate with recruitment while avoiding discrimination.

Indeed, to avoid discrimination with recruitment and become one of the major priorities of the companies which must, not only respect the regulation of work in the countries where they exert, but also to ensure the ethical and responsible managerial practices.

In a preoccupation with a fight against discrimination, the companies can choose the periodic audit of the human resources management or, the social audit of conformity which makes it possible to check the observance of the national regulations of the multinational firm, the social legislation or the good application of the collective agreements.

In this respect, multinational firms established in Tunisia must take care on the non-discrimination which is regulated by the Tunisian constitution of 2014 including a set of laws, illustrated by several articles which relate to the equality. By way of an example, article 15 stipulates that:

*“The public administration is with the service of the citizen and the general interest. Its organization and its operation are subjected to **the principles of neutrality, the equality** of the continuity of the public service, and in accordance with the rules of the transparency, the integrity, the effectiveness, and the responsibility.”*

Concerning the equal opportunity, article 21 recalls that *“**the citizens and the citizens are equal in rights and duties. They are equal in front of the law without discrimination.** The State ensures to the citizens freedoms and the individual rights and collectives. It takes care to ensure the conditions of a dignified life to them.”*

Article 46 stipulates that: ***The State began to protect the acquired women's rights and to work to support them and develop them and that the State guarantees the equal opportunity between men and women in the different responsibilities and all the fields.*** Lastly, article 48 is interested in the right of the handicap; it stipulates *that the State protects **the handicapped people** from all distinctions.*

In order to “diagnose” the state of recruitments in the subsidiaries of multinational firm in matter of discrimination, we conducted an empirical study which we present in the following section.

3 EMPIRICAL STUDY NEAR TEN TUNISIAN SUBSIDIARIES OF MULTINATIONAL FIRMS

To understand the phenomenon of discrimination to recruitment in FMNs we conducted a qualitative study based on the method of the multiple cases, near ten Tunisian subsidiaries of the multinationals German, French and Italian exerting in various branches of industry and established in various areas of Tunisia.

3.1 DATA-GATHERING

We used various means of data-gathering:

- Of the semi-directing talks:

For more reliability of the results we carried out in each visited subsidiary a semi-directing maintenance with the person in charge of human resource and another with a frame work (see table 1). For that, we worked out two guides of talks: for the executives and for the persons in charge of human resource (see guides of maintenance A and B). The collection extended from September 2014 until December 2014. The interviews lasted between 30 and 45 mn.

- Abstract of the local balance sheet of subsidiary LEONI Sousse, Tunisia:
- Non participating observation in the office of recruitment of the service human resource of subsidiary LEONI Sousse².

² We had the occasion to carry out a one month internship in the service of human resource of subsidiary LEONI during the month of May 2014), during which, we could see how is it made the sorting of the candidates' files and we could witness three talks of recruitment.

Table 1: The sample of research

People interviewed	Characteristics of the people interviewed		Characteristics of the company	
	Sex	Function	Branch of industry	Region
Faucan (HR)	F	Responsible HR	wiring and antenna	Zaghouan
Faucan (responsible)	M	administrative and financial director		
LEONI (HR)	F	Responsible recruitment	wiring	Sousse
LEONI (responsible)	M	training manager		
Ksch (HR)	F	administrative and financial director	Electronic	Zaghouan
Ksch (responsible)	M	Accounting		
Afri (HR)	F	HR director	Import and distribution	Tunis
Afri (responsible)	F	financial officer		
Best (HR)	F	HR director	reinsurance	Tunis
Best (responsible)	M	administrative and financial director		
Mic (HR)	M	administrative director	Support and Marketing	Tunis
Mic (responsible)	F	financial officer		
Mit (HR)	M	administrative director	ceramic and glass construction	Kairouan
Mit (responsible)	M	Responsible for the technical direction		
Peugeot (HR)	M	HR responsible	Car Dealers	Tunis
Peugeot (responsible)	M	Chief department and network development		
Stay (HR)	F	responsible management	Textile	Kairouan
Stay (responsible)	F	Leader		
Henkel (HR)	F	Responsible of talent and leadership	Marketing and production of detergents	Tunis
Henkel (responsible)	F	Framework in the HR department		

4 SEARCH RESULTS

We made a data analysis collected using the software NVIVO8 which enabled us to make an analysis will intra and inter-CAS based on the principles of decontextualization/recontextualization of a corpus (Deschenaux, 2007). This process enabled us to release the following notes:

- Recruitment procedure: intern and external.
- Selection criteria: the motivation, knowledge, know-how, the knowledge being, it knowledge-to evolve, the geographical criteria, the physiological criteria.
- Characters of equity: adaptability, the good definition of the station and the profile, equal opportunity.

In addition, we proceeded by:

- *An analysis intra- cas analysis* based on the crossing enters the various guarantors of each subsidiary. In the case of subsidiary LEONI Sousse/ Tunisia, a crossing enters the various means of data-gathering.
- *An inter-CAS analysis* which consists in studying the criteria of each subsidiary to understand the similarities and the differences between them.

The conclusion of the data analysis, several discriminating variables appear with different degrees of importance in recruitment within these subsidiaries. Certain variables like the kind, the race and the ethnos group seem not to have a discriminatory effect in recruitments within the Tunisian subsidiaries of FMNs. Table 2 illustrates these reports while referring to extracts of the talks (See table 2).

Table 2: Discriminating variables

Variable	Degree of appearance	Extracts
Physical appearance	Strongly appeared	<i>"Problem of acceptance according to physical appearance"</i> Fauc (responsible)
Geographic origin	Strongly appeared	<i>« The candidate must be close to the workplace"</i> Fauc (HR)
Handicap and health status	Fairly appeared	<i>"The choice of the handicap is done according to the need for the station and the type of handicap"</i> LEONI(HR)
Age	Slightly appeared	<i>"the age should not be higher than 30 years"</i> Fauc (HR)
Gender	worthless	-
Racial and ethnic	worthless	-

Moreover, the analysis carried out and the talks enabled us to release the criteria of equity of recruitment.

Table 3 presents these criteria which appear in the extracts of the answers to different frequencies.

Table 3: Criteria of equity to recruitment

Criteria of equity	Degree of appearance	extracts
Bonne définition du poste	Strongly appeared	<i>« Le profil choisi doit correspondre au poste demandé »</i> HK (RH)
Egalité des chances	Fairly appeared	<i>« Donner la même chance pour tous les candidats »</i> Mit (RH)
L'adaptabilité	Slightly appeared	<i>« Une bonne intégration du nouvelle recrue est un indicateur d'un bon recrutement »</i> HK (RH)
Bonne définition du profil	Slightly appeared	<i>« Le DRH doit connaître bien les besoins, doit faire une présélection, une sélection puis un entretien qui ne prend pas en considération les critères d'ordre personnel »</i> Fauc (ca)

Lastly, we could release starting from this research task, various criteria of equity to be taken into account by the recruiters (see figure 1), namely:

- **The adaptability** which requires an evaluation to understand the adequacy of the candidate at the station.
- **The good definition of the station and the profile** which corresponds to the adequacy between the need for the station and the profile of the candidate to make a good choice.
- **Equal opportunity between the various candidates** by the multiplication of the appraisers and the choice without pressure and discrimination.

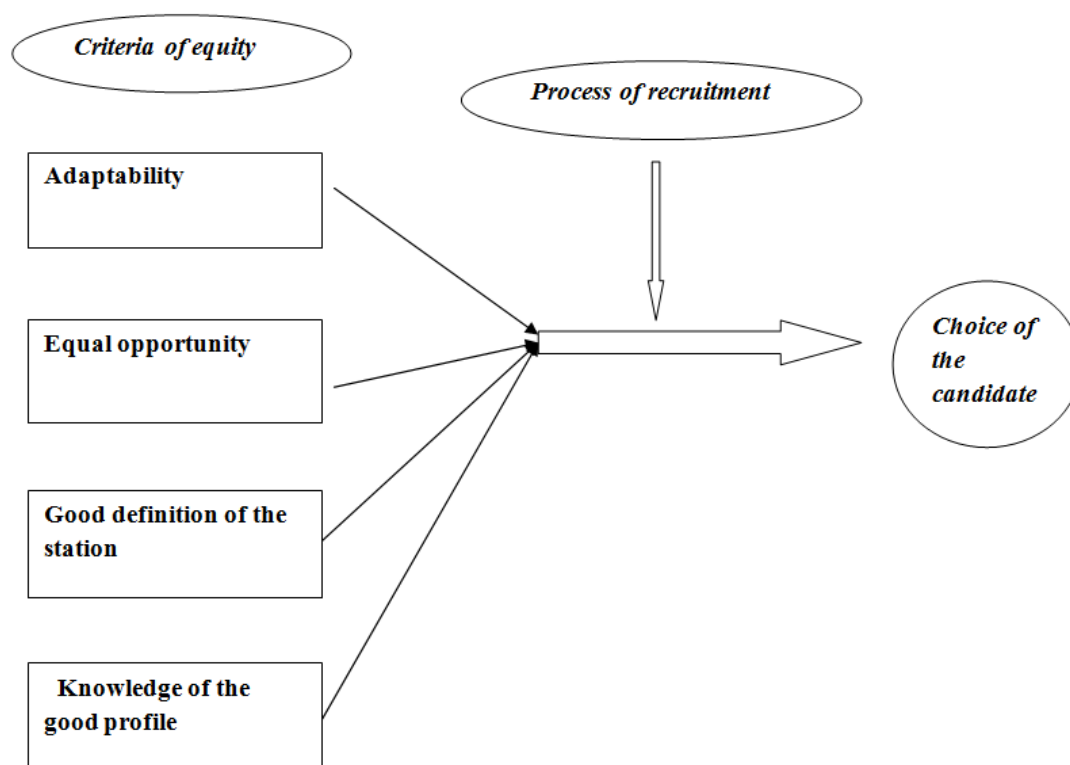


Fig1: Model of the criteria of equity to fight against discrimination with recruitment

These criteria of equity are taken into account by the recruiter to help him carrying out a good and fare process of recruitment well and increasing the chances to choose “the good candidate”. These results constitute a model which we propose to test by later research.

5 CONCLUSION

The practices of recruitment seem to be discriminating in the Tunisian subsidiaries of multinational firm but with variable degrees. The criteria of discrimination are not all present in the same way in the various subsidiaries. The problem is that discrimination always exists, even if it can be indirect or not identifiable. However, one can minimize it, even to avoid it by a set of criteria to be taken into account throughout the process of recruitment, namely: adaptability, the good definition of the station and the profile and equal opportunity. It is about a model which we propose to test by later research On the basis of a multiple case study carried out near ten Tunisian subsidiaries of multinational firms.

By undertaking this research task, we encountered the difficulty in detecting the types of discrimination. In addition, the current Tunisian context of crisis accentuated since the revolution seems to have an impact on our results. The reduced size of our sample does not give us the possibility of generalizing our results.

Thus, the model of criteria of equity which we propose could be tested on a broader sample consisted Tunisian subsidiaries and other nationalities. It would be also interesting to undertake a research in order to evaluate the degree of importance of each factor of discrimination in recruitments. Lastly, this study could be supplemented by others research relating to the phenomenon of discrimination in others practical of GRH, such as the evaluation or the management of the careers.

GUIDE OF MAINTENANCE

Note: this guide of maintenance did not use in a systematic or linear way, but proved to be useful to direct and put rhythm into the discussions.

A. Guide of maintenance (persons in charge HR):

Company Name:

Branch of industry:

size :

Sales turnover:

Date of creation :

Date d'implantation en Tunisie :

Number of the subsidiaries: in Tunisia...

all over the world...

Name and first name :

genre :

Fonction :

Date of assignment at the station:

Date of entry to the company:

- 1- Who makes recruitment in your company? (HR director, recruitment firm ...)
- 2- Is it the same procedure, whatever the situation? So not, which are les différentes possible procedures?
- 3- For the stations of frameworks primarily, how that occurs?
- 4- How the sorting and the selection of the candidate are carried out, according to which criteria?
- 5- There is a grid of evaluation of the candidate? So yes how is it elaborate? and which is occupied some ?
- 6- Take of consideration information of a nature personal (age, sex, place of dwelling, handicap, foreign nationality....)? Why?
- 7- Which are the causes of rejection of candidatures?
- 8- If you can tell me where to speak to me about a situation where the two candidates had the same university courses, even experiment, why you chose one and rejected the other?
- 9- To finish, how would you define a good recruitment? What that requires?
- 10- What is what you propose to guarantee the equity of recruitment within the framework of diversity?

B. Guide of maintenance (frameworks, responsible):

Name and first name :

Gender:

Age:

Training:

Function:

Date of assignment at the current station:

Date of entry to the company:

- 1- How were you recruited? Describe us the stages? What comprised the job offer (criteria?)
- 3- Is it the DRH of the company which took care some, either is it a recruitment firm or other?
- 4- did you certainly have a job interview, with which? Was it individual or collective? How much did that last? How was it held? Which was your impression at the exit? What remained to you to remember this maintenance it? How did you feel the recruiter?
- 5- Was there a grid of evaluation or not? You were it transmitted? If so, which were the criteria according to which, one chose you?

- 5- Were you thereafter surprised to be selected? Why?
- 6- After choose being chosen by the convened recruiter, you-have-T it? If so, around what did your maintenance turn?
- 7- Of after you that made that the recruiter chose you among so many of other candidates? (Your strong points compared to the others, fault of candidates, and the support of somebody...)
- 8- What you think in the way in which you were recruited?
- 9- According to you which are the criteria of the good recruitment and how should be held an equitable operation of recruitment?

REFERENCES

- [1] Schneider, D.J. (2004). The psychology of stereotyping. London: Guilford Press
- [2] Lochak Danièle « *concept of discrimination* », pp13-23, Mediterranean JUNCTIONS. (2004).
- [3] Deschenaux F. Guide of introduction to the software QSR NVivo7(2007). university Garner-Moyer H. "The beauty like selection criteria and of discrimination in phase of recruitment", university of Paris I, Panthéon Sorbonne, pp1-22. Three-rivers: Association for qualitative research. ISBN 2-9809005-1-6. ,(2008)
- [4] Delruelle Eduard et De Witte Josef, « *Discrimination fondée sur l'âge, de quoi s'agit-il et comment y réagir ? informations et conseils pratiques* », Centre pour l'égalité des chances et la lutte contre le racisme, pp 7-37, (2013).
- [5] Cornet.A et Warland.P « *work like place of exclusion and inequality the management of diversity: a solution?*», XVIIe congress of l'AGRH-work in the middle of HRM IAE of Lille de Reims Management School, 16 et 17 novembre 2006, Reims , 2006.
- [6] Cornet, A et Delhay,C , « *Management of diversity: a strategic issue*», 17th strategic international conference of management, Montreal 6-9 juin 2007 , pp22
- [7] Amadiou Jean-Francois, « Discrimination at the time of recruitment of the sending of the CV with maintenance», Diffusion April 14th, 2005, France 2, « envoyé special, (special correspondent) », report of Vincent Nguyen, Mathieu Birden, p1-16.
- [8] Amadiou Jean-Francois, «investigation « Testing » on CV », Adia- Paris, Observatory of discriminations, May 20th, 2004, 11 pages.
- [9] Amadiou Jean-François « *True and false solutions with discriminations*», édition Cereq, 2008, 228 pages.
- [10] Amadiou Jean-François, , « *HRD the black book*», édition le seuil, Paris, 2013.
- [11] Cadin, Guérin, Pigeyre et Pralong « *HRD practices and elements of theory*», 4th edition, Dunod, 2012.
- [12] Rivet Michel « *discrimination in the life with work: the right has the equality at the time of globalization*» pp 276-304, 2003.
- [13] Peretti Jean-Marie, « *All HRM best practices by 51 professional* », pp53, 71 ; paris : 4th edition eyrolles, 2012.
- [14] Jackson.L et al. « *physical attractiveness and intellectual competence: a meta-analytic review*», 1995 Quoted by Garner-Moyer .H « *physical appearance and HRM: between choice and discrimination* » 2003.
- [15] Arrow K.J. « *Theory of discrimination*», 1973, in O.Ashenfelter et A.Rees « *Discrimination on the job market* », Princeton Press, university of Princeton, New Jersey, pp 3-33, 1973.
- [16] Amadiou Jean-Francois « Discrimination at the time of recruitment of the sending of the CV with maintenance», 2005, Diffusion April 14th 2005, France 2, « envoyé special (special correspondent) », report of Vincent Nguyen, Mathieu Birden, p1-16, 2005.

Effet de la lumière des trouées de la canopée sur le potentiel et la dissémination de *Gnetum africanum* dans les écosystèmes forestiers congolais

Bazoungoula Alain Armand¹, Mialoundama Fidèle², and Epron Daniel³

¹Laboratoire de production et physiologie végétales, Faculté des sciences et techniques,
Université Marien Ngouabi, République du Congo

²Laboratoire de production et physiologie végétales, Faculté des sciences et techniques,
Université Marien Ngouabi, Université Libre du Congo, République du Congo

³Unité mixte de recherche Ecologie et Ecophysiologie Forestières INRA - Université Lorraine, France

Copyright © 2016 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: *Gnetum africanum* Welw belonging to the botanical family of Gnetaceae (order Gnetales) is a wild plant of Central African forests. It provides a non-timber forest product called "koko" harvested for its food and commercial interest. In Congo intensified harvest caused its disappearance around major cities and the remoteness of rural harvesting sites. The objective of this study was to know the influence of light on the potential and spread of different growth stages in relation to the change in canopy gaps that allow the entry of light into the undergrowth. The study was carried out in the departments of plateaux and Kouilou where two and three sites were sampled respectively. The analysis of forest sites by basal area led to distinguish the forest regrowth, the young secondary forest and old secondary forest or mature. Recruits are characterized by large canopy gaps ranged between 50.5 ± 6.1 and $91.9 \pm 6.8\%$ and the absence of canopy at some places. Older forests are relatively obstructed rows in classes 3 and 4 of the canopy. The dissemination of *Gnetum* is very marked in the first half of the transect of older and mature forests for all stages of growth, and a strong preference to closed canopy for seedlings. The numbers of young lianas being more surveys along transects of recruits and young secondary formations. *Gnetum africanum* revealed a shade-loving character of seedlings and semi-sun-loving of young lianas.

KEYWORDS: *Gnetum africanum*, forest, basal area, light, canopy gap, potential, dissemination.

RÉSUMÉ: *Gnetum africanum* welw appartenant à la famille botanique des Gnetaceae (ordre des Gnetales) est une plante spontanée des forêts d'Afrique centrale. Il fournit un produit forestier non ligneux appelé « koko » collecté pour son intérêt alimentaire et commercial. Au Congo l'intensification de la cueillette a occasionné sa disparition autour des grandes agglomérations et le recul des sites de récolte en milieu rural. L'objectif de cette étude était de connaître l'influence de la lumière sur le potentiel et la dissémination des différents stades de croissance en relation avec la variation des trouées de la canopée qui permettent l'entrée de la lumière dans le sous-bois. L'étude a été effectuée dans les départements des plateaux et du kouilou où deux et trois sites respectivement ont été échantillonnés. L'analyse des sites forestiers par la surface terrière a permis de distinguer le recru forestier, la forêt secondaire jeune et la forêt secondaire âgée ou mature. Les recrues sont caractérisées par de larges trouées rangées entre 50.5 ± 6.1 et $91.9 \pm 6.8\%$ et l'absence de canopée par endroit. Les forêts âgées sont relativement obstruées, rangées dans les classes 3 et 4 de la canopée. La dissémination du *Gnetum* est très marquée dans la première moitié du transect des forêts âgées et matures pour tous les stades de croissance, et une nette préférence de canopée fermée pour les semis. Les effectifs des jeunes lianes étant plus relevés le long des transects des recrues et des formations secondaires jeunes. *Gnetum africanum* a révélé un caractère sciaphile des semis et semi-héliophile des jeunes lianes.

MOTS-CLEFS: *Gnetum africanum*, forêt, surface terrière, lumière, trouées, potentiel, dissémination.

1 INTRODUCTION

La croissance et le développement d'un grand nombre d'espèces se développant sous couvert forestier sont conditionnés par de nombreux facteurs [2]; [3]; [5]; [7]; [8]; [14]; [21]; [34]; [40]. Les principaux facteurs impliqués sont les facteurs édaphiques (disponibilité en eau, en éléments minéraux et organiques), microclimatiques (lumière, température et l'humidité de l'air) et biotiques (herbivores, microorganismes pathogènes ou symbiotiques, les espèces végétales compétitrices). Ces différents facteurs dépendent d'une part de la station (situation géographique, climat, topographie et sol) qui définit leur niveau potentiel et, d'autre part, de la structure du couvert forestier qui détermine leur niveau effectif en chaque point. Parmi tous ces facteurs, la disponibilité en lumière a été particulièrement étudiée [7]; [9]; [20]; [21]; [23]; [34]. Celle-ci présente un certain nombre de propriétés qui en font un excellent indicateur synthétique de la relation entre structure du couvert et dynamique de régénération.

Dans les forêts tropicales les espèces dominantes développent des cimes qui confèrent au couvert une structure complexe et la lumière atteignant le sous-bois est généralement faible [6]. Les conditions de perturbation liées à la chute de branches ou d'arbres créent des trouées dans la canopée qui laissent entrer suffisamment de lumière et favorise le développement des végétaux longtemps rester dans l'ombre. Certaines espèces vivant dans les conditions de sous-bois sont qualifiées d'espèces tolérantes à l'ombre. Les lianes font partie de ce groupe et sont moins étudiées que les espèces ligneuses exploitées pour leur bois. Les lianes sont des espèces grimpantes généralement portées par les espèces ligneuses pionnières dans un peuplement forestier. Elles peuvent être défavorisées par les facteurs du milieu dont notamment la faible intensité de lumière dans leur phase juvénile et au moment de leur ascension. Cependant grâce à leur croissance rapide en longueur elles atteignent le sommet de la canopée et colonisent les arbres hôtes en y développant une importante masse foliaire [18]; [32]. Les lianes constituent un compartiment important de la structure des forêts tropicales et leur présence en donne une physionomie particulière.

Deux espèces de lianes appartenant au genre *Gnetum* sont assez largement répandues dans les forêts d'Afrique Centrale et constituent un produit forestier non ligneux (PFNL) de grande importance économique [36]. Les conditions écologiques favorables à la régénération naturelle et à leur croissance sont encore largement méconnues. Les travaux de recherche menés principalement au Congo et au Cameroun sur ces deux espèces ont essentiellement concerné leur biologie et leur physiologie [13]; [22]; [24]; [25]; [27]; [26]), leur qualité nutritive [11]; [28] et leur importance socio-économique [36]; [28]. Une forte pression de cueillette est observée dans les forêts les plus proches des centres urbains au Congo [28] et au Cameroun [19]. Cela a entraîné la raréfaction de la ressource et la conquête des sites forestiers lointains, d'où la nécessité de comprendre les conditions écologiques favorables à leur régénération et leur croissance.

Notre étude a consisté en une meilleure caractérisation des exigences écologiques de l'espèce *Gnetum africanum*, l'espèce la plus prisée, dans son milieu naturel. Nous nous sommes focalisés sur la connaissance du potentiel et la dissémination des différents stades de croissance en relation avec la variation des trouées de la canopée qui permettent l'entrée de la lumière dans le sous-bois.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Gnetum africanum Welw est une liane appartenant à la famille botanique des Gnetaceae (ordre des Gnetales) collectée dans les massifs forestiers d'Afrique Centrale pour son intérêt alimentaire. Les graines germées donnent une plantule qui a un port dressé, des entrenœuds courts, des feuilles opposées et décussées et deux cotylédons écailleux. A maturité, l'axe principal émet deux types de rameaux, les uns dressés et les autres volubiles.

2.2 ZONES D'ÉTUDE

La présente étude a été effectuée dans deux départements à savoir le département du Kouilou et le département des plateaux (Figure 1). Dans le Kouilou les sites forestiers prospectés étaient situés respectivement dans les localités de Moboukou, Tchingoni et Wolo (Goma Tchilounga), et deux localités notamment Kadzoni et Elouna dans les plateaux. Le site forestier de Mboukou était distant de 13 km des habitations. Dans les localités de Tchingoni et Wolo, les sites forestiers se trouvaient à respectivement 3 km et 5 km des villages. Les deux sites forestiers prospectés à Kadzoni étaient à 1.5 km et 6 km des habitations. A Elouna, le site était situé à 3 km.

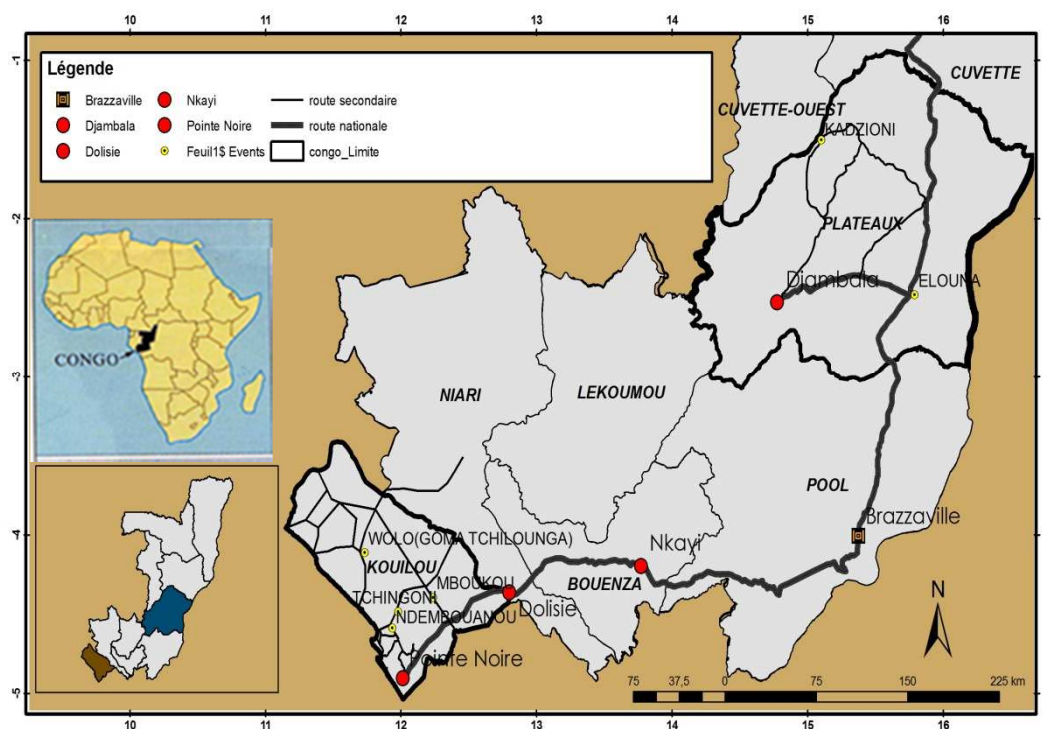


Figure 1 : carte de localisation des sites d'étude

Le climat du Kouilou est de type sub tropical, avec des précipitations comprises entre 1000 et 1400 mm, des températures moyennes annuelles comprises entre 23°C et 26°C, sensiblement homogènes sur l'année. Le relief est caractérisé des plateaux réguliers, en pente douce, recouvert d'un sol sableux sur lequel se développe une mosaïque de savane et de forêts. Dans les plateaux, le relief est faiblement ondulé, mais souvent accidenté par des dépressions fermées abritant des marres et par des vallées sèches. Les précipitations varient entre 1400 et 2500 mm d'eau par an. Les températures légèrement plus basses sont fonction du relief (23°). Les sols également sableux sont couverts d'une forêt mésophile et de steppes où dominent *Loudetia simplex*.

2.3 ECHANTILLONNAGE

Deux transects perpendiculaires de 141.4 m de long ont été réalisés dans chaque site, correspondant donc aux diagonales d'un carré d'une surface de 1 ha. Le long de chaque transect, des placettes de 5 m x 5 m, jointives par l'extrémité de leur diagonale, ont été délimitées. A l'intérieur de chaque placette, un dénombrement de tous les stades de croissance a été effectué à savoir : les semis, les jeunes lianes avec les feuilles à portées de la main (JLFM) d'environ 2.50 m de long, et les lianes adultes (LA) plus longues. Les arbres de plus de 10 cm de circonférence ont été mesurés à une hauteur de 1.30 m.

2.4 PHOTOGRAPHIES DE LA CANOPÉE

Dans cette étude nous avons utilisé un appareil photo numérique de type canon de 5 méga pixels. En se plaçant au centre de chaque placette, une photographie a été prise de façon à obtenir une image de la canopée et des trouées. Les photographies ont été analysées à l'aide d'un logiciel de traitement d'images (Gap Light Analyzer [12], permettant après seuillage de calculer la distribution relative de la surface occupée par la canopée et celle occupée par les trouées. Le logiciel ayant été développé pour l'analyse de photographies hémisphériques obtenues à l'aide d'un objectif fish-eyes [17], une zone circulaire de l'image rectangulaire a été sélectionnée et centrée sur le point d'intersection des deux diagonales de l'image rectangulaire. La valeur relative de la surface non couverte par la canopée a été ensuite calculée. Compte tenu des imprécisions relatives à l'utilisation de photographie non hémisphérique, les valeurs obtenues ont ensuite été regroupées en cinq classes codées de 0 à 4 (Tableau 1).

Tableau 1 : Codage des photographies de la canopée en fonction de l'ouverture relative de la canopée calculée par analyse d'image

Ouverture de la canopée (%)	code	Description visuelle de la canopée
80 – 100	0	absente
60 - 80	1	très ouverte
40 - 60	2	ouverte
20 - 40	3	assez fermée
0 - 20	4	fermée

2.5 DESCRIPTION VISUELLE DE LA CANOPEE ET DU SOUS-BOIS

Après chaque prise de vue, nous avons décrit visuellement la canopée afin de confronter cette description au codage des photographies. La canopée a été décrite comme absente, très ouverte, ouverte, assez fermée et fermée (Tableau 1). Le sous-bois a également été décrit (Tableau 2) comme absent (Ab), peu dense (Pd), moyennement dense (Md), très dense (Td) ou constitué de graminées (Gr).

Tableau 2 : Caractéristique du milieu et effectif des différents stades de croissance dans le site Kadzoni 1, Kadzoni 2, Elouna, Mboukou, Tchingoni 1, Tchingoni 2, Wolo 1 et Wolo 2

Site	Code	trouée (%)	Nb	Sous-bois	Semis	JLFM	LA
Kad. 1	3	28.0	1	Pd	145	2.0	0
	4	10.4 ± 4.2	14	Pd	124±192	6.0±6.1	5.9±10.7
		9.7 ± 4.3	19	Md	59±210	2.0±2.5	0.8±1.2
		6.3 ± 3.2	6	Td	2.6±3.3	1.1±2.4	0.5±0.8
Kad. 2	3	27.7±7.6	2	Pd	33±45	55±76.3	6±8.4
	4	11.6±3.2	38	Pd	8.2±7.4	7.7±6.7	0.5±1.0
Elou.	1	65.8±0.7	2	Td	6,5±4,9	3,5±4.9	0
	2	42.5±2.2	2	Pd	41±44	2,5±3.5	0
	3	24.3±3.4	10	Pd	114±309	1,6±2.2	2.2±2.6
	4	12.2±4.6	22	Pd	9±16	2.3±7.0	1.8±8.2
Mbk	0	99.9±0.1	7	Gr	0,5±1,0	17.0±29.7	0
	2	44.4±3.9	3	Md	0.6±1.1	12.3±17.0	0
	3	28.7±4.9	21	Md	1.5±2.5	17.2±20.3	9.5±0.4
	4	14.4±3.9	9	Td	1.2±1.3	29.8±38.1	1.4±4.3
Tchi 1	0	91.9±6.8	18	Td	0,4±1,8	19.3±7.6	0
	1	71.0±7.4	6	Td	0	25.8±6.4	0
	2	50.5±6.1	6	Td	0	11.3±0.3	0
	3	26.9±4.7	9	Gr	0	16.2±11.3	0
	4	16.0	1	Gr	0	27.0	0
Tchi 2	0	88.1±5.4	12	Td	0	23.1±11.2	0
	1	72.8±4.3	13	Td	0.07±0.2	17.4±18.2	0
	2	46.7±5.6	8	Md	4.3±9.0	13.5±11.5	0
	3	30.1±5.9	5	Td	1.6±2.3	13.6±14.0	0
	4	14.7±2.9	2	Td	0	27.5±13.4	0
Wolo 1	0	95.0±0.8	3	Td	0	7.3±6.6	0
	1	70.8±6.1	8	Td	0.8±2.4	13.0±9.5	0
	2	48.7±7.3	5	Md	0	13.2±14.7	0
	3	31.6±6.3	12	Td	1.0±1.8	9.0±7.4	8.3±0.2
	4	16.4±1.9	12	Td	1.6±3.2	10.5±7.1	0
Wolo 2	1	66.4	1	Td	0	0	0
	2	46.3±6.5	3	Td	0	0.3±0.5	0
	3	28.3±6.0	16	Md	3.5±5.6	2.3±3.8	6.2±0.2
	4	16.5±2.2	20	Td	3.0±8.7	0.8±1.7	0

Nb=nombre de placettes ; JLFM= jeunes lianes feuilles à portée de la main ; LA= lianes adultes ; Td= très dense ; Md= moyennement dense ; Pd= peu dense.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 INFLUENCE DE LA SURFACE TERRIÈRE SUR LA STRUCTURE DE LA FORÊT

La surface terrière par son importance a créé une grande variabilité dans la physionomie des sites étudiés. L'analyse des sites du département des plateaux a révélé deux types de forêts. Il s'agit de la forêt secondaire âgée représentée par les sites de Kadzoni 1 et Elouna où les surfaces terrières ont varié autour de 12 m²/ha (tableau N°3) et la forêt secondaire mature de Kadzoni 2 où les arbres ont donné des surfaces terrières moyennes de 28.20 m²/ha.

Dans le Kouilou, le tableau N°3 a révélé trois types de forêts. Les recrues forestiers de Tchingoni 1 et Tchingoni 2 ayant des arbres à faible surface terrière respective de 1,8 m²/ha et 1,76 m²/ha, les forêts secondaires jeunes de Mboukou et Wolo 1 où les surfaces terrières ont donné des valeurs moyennes de 7,20 m²/ha et 6,99 m²/ha et la forêt secondaire âgée de Wolo 2 à forte surface terrière de 17,82 m²/ha. Cette structuration par catégorie de formation forestière suivant l'ordre de succession met en exergue la dynamique de l'évolution des écosystèmes forestiers. Des observations similaires portant sur des sites d'âges différents avaient été faites par [33]; [38] et [10].

3.2 NATURE DE L'ÉCOSYSTÈME FORESTIER ET IMPORTANCE RELATIVE DES TROUÉES DE LA CANOPEE

Selon que le milieu en présence soit un recru forestier, une forêt secondaire jeune, une forêt secondaire âgée ou une forêt mature, les trouées de la canopée présentent une grande variation. Les photographies de la canopée prises dans chaque site ont donné l'ouverture relative de la canopée calculée par analyse d'image (tableau N°2) et illustrées par les photos 1, 2, 3, 4 (register image) et les photos 1', 2', 3', 4' (Canopy openness).



Photo N°1: IMG_1155. Register image



Photo N°1': IMG_1155 Canopy openness 56,22 %



Photo N°2: IMG_1178. Register image

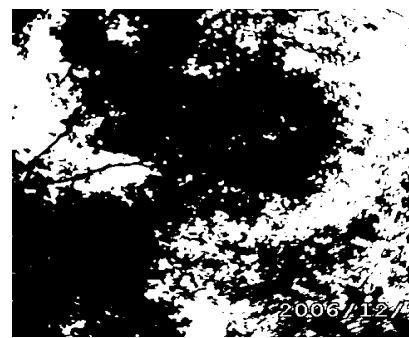


Photo N°2': IMG_1178 Canopy openness 30,91 %



Photo N°3: IMG_0482. Register image



Photo N°3': IMG_0482. Canopy openness 16,72 %

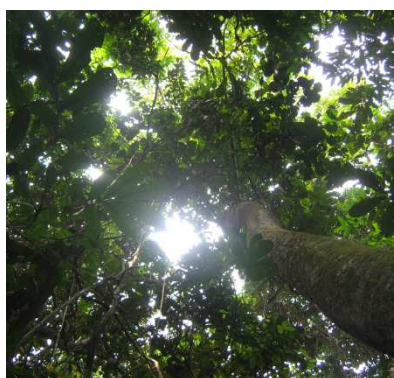


Photo N°4: IMG_0551. Register image

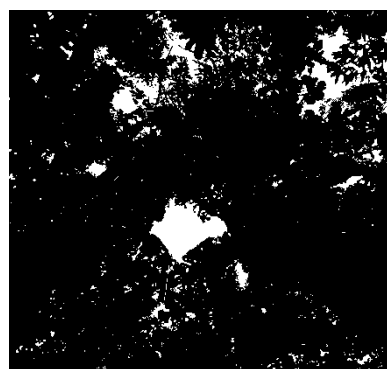


Photo N°4': IMG_0551. Canopy openness 9,38 %

L'analyse du tableau N° 2 montre que les recrues forestiers et les forêts secondaires jeunes présentent de nombreuses zones ouvertes et très ouvertes voire une absence totale de la canopée dont la proportion des trouées varie entre $14.4 \pm 3.9\%$ et $99.9 \pm 0.1\%$ (Photo N°1, 1' et photo N°2, 2'). Le passage à une succession plus âgée et mature (où la surface terrière des arbres est plus grande) conduit à une obstruction progressive de la canopée et un grand nombre de placettes se retrouvent dans le code 3 et 4 (site de Kadzoni 1, 2 et Wolo 2 – tableau 2 et 3 – photo N°3, 4 et photo N°3', 4'). [1] a montré que la hauteur totale, la hauteur de base et le rayon équivalent du houppier, sont bien reliés au diamètre à 1.30 m et que l'importance de la section des arbres pourrait aussi donner une indication sur l'âge du site concerné.

La disposition des arbres sur le plan du sol [30] et l'importance de leurs houppiers peuvent constituer des éléments déterminant pour la dimension des trouées. Ainsi les arbres rapprochés à faible surface terrière peuvent fortement obstruer la canopée, tandis que les arbres à forte surface terrière disposés à des distances relativement grandes les uns des autres peuvent donner lieu à des trouées importantes dans la canopée. De nombreux auteurs qui se sont intéressés à la relation entre la structure du couvert et le rayonnement relatif dans un peuplement hétérogène ont fait état de cette variabilité causée par la distribution des arbres [30] et la présence des trouées. L'importance des trouées serait reliée à la structure de la canopée et influence le niveau de lumière [39].

3.3 RAPPORT ENTRE LES TROUEES DE LA CANOPEE, LA DENSITE DU SOUS-BOIS ET L'ABONDANCE DE *GNETUM AFRICANUM*.

Dans la forêt secondaire âgée de Kadzoni 1 et Elouna, et la forêt mature de Kadzoni 2 du département des Plateaux, une prédominance des classes 3 et 4 a été observée (tableau 2 et 3). Le sous-bois a été généralement peu dense. L'analyse de la présence de *Gnetum* dans ces différents sites à partir des trouées de la canopée a révélé que les semis ont été plus nombreux que les jeunes lianes et les lianes adultes dans le code 3. Une obstruction plus importante de la canopée en code 4 a conduit à une diminution de l'ensemble des effectifs de tous les stades de croissance. Cette observation est similaire à celle de [27] qui stipulent que les plantules de *Gnetum* exposées à une lumière insuffisante restent longtemps sans croître et beaucoup d'entre elles meurent. La disponibilité de la lumière constitue le principal facteur qui limite la survie et la croissance de nombreuses espèces [39]; [37], et la présence des trouées semble influencer sur leur arrangement spatial [41]. La figure 2 du site de Kadzoni 1 montre que tous les stades de *Gnetum* sont dans la première moitié du transect et les effectifs

diminuent vers l'intérieur. La lumière (que nous ne pouvons évaluer par l'analyse des photos de la canopée) semble être suffisante en bordure selon la position du soleil [15].

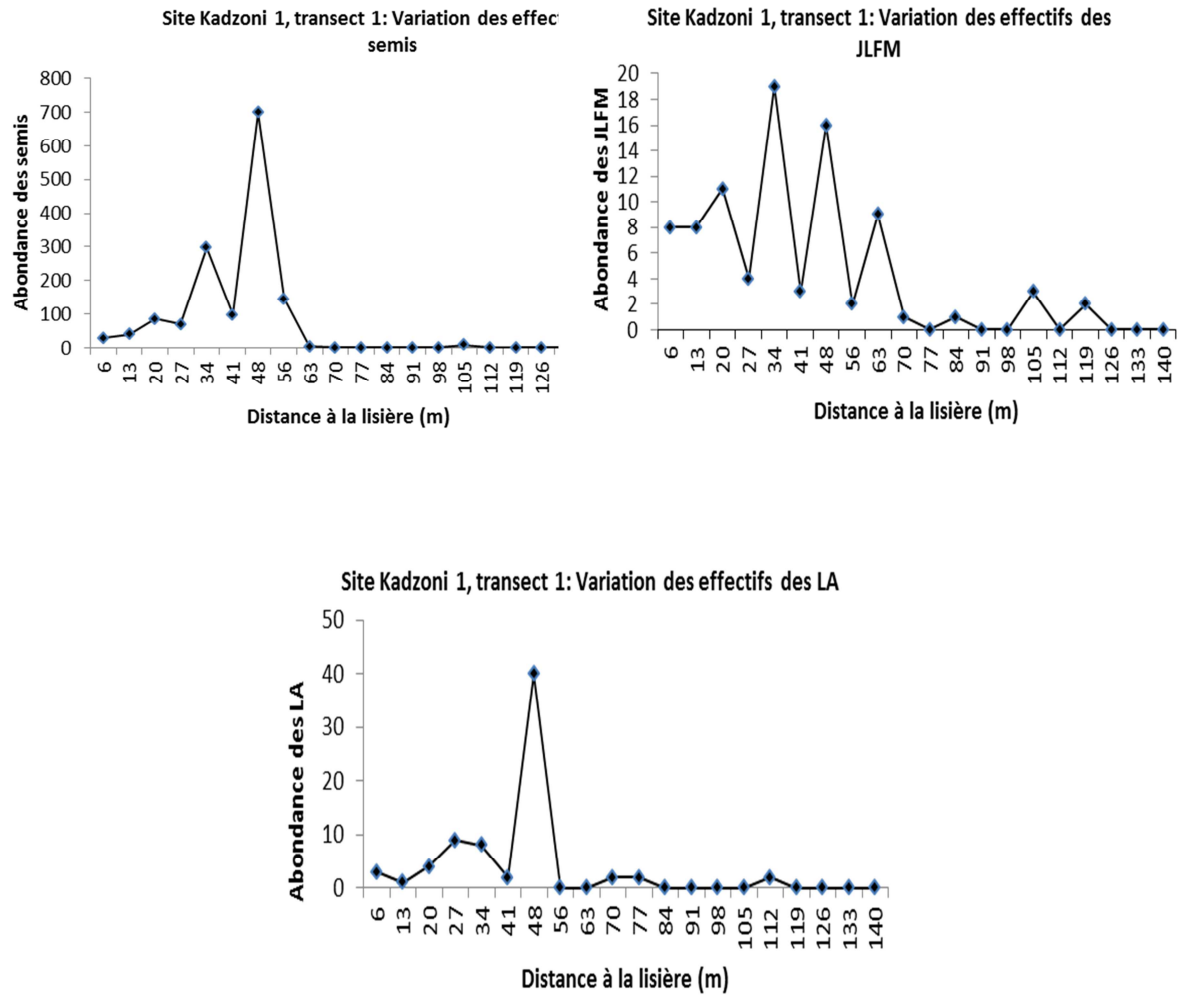


Figure 2: Effectif des différents stades de croissance dans Kadzoni 1, transect 1 (Forêt secondaire âgée)

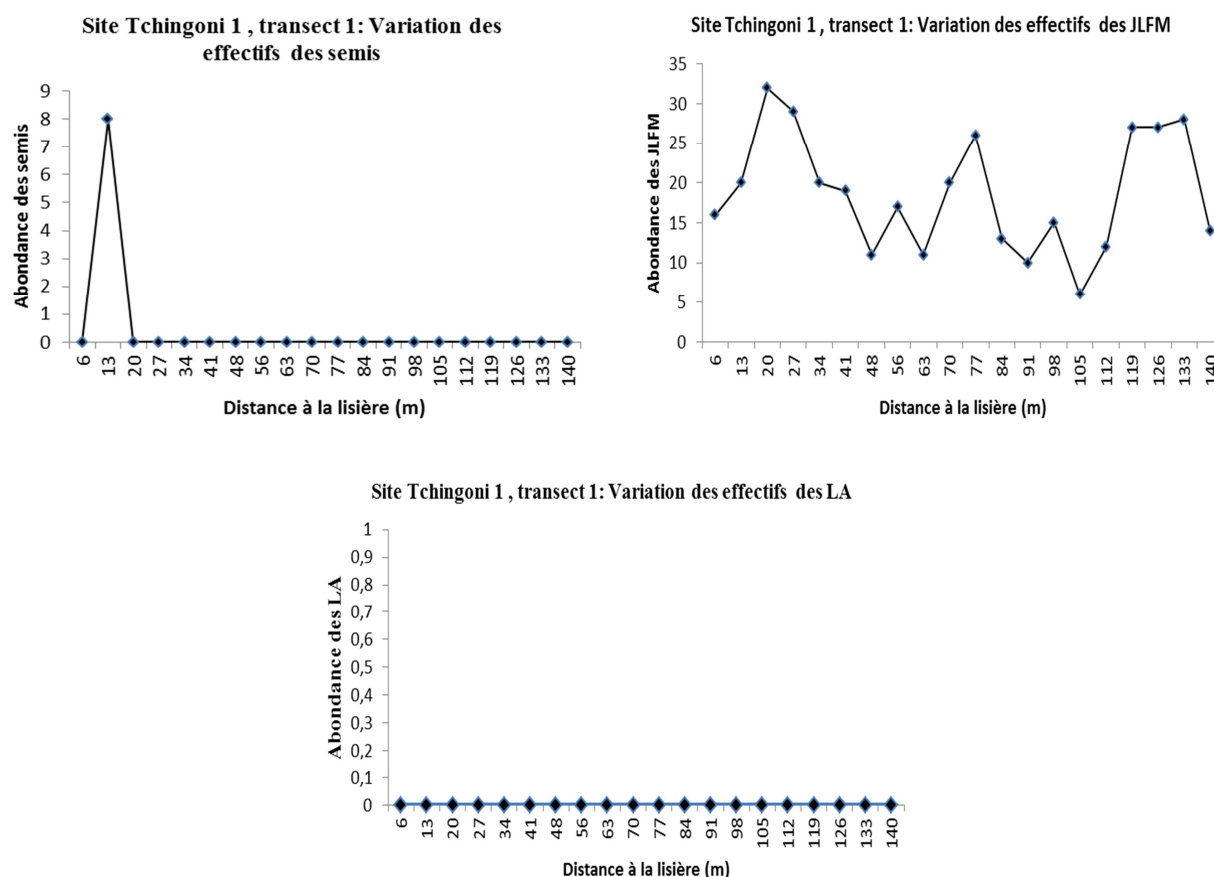


Figure 1: Effectif des différents stades de croissance dans Tchingoni 1, transect 1 (Recru forestier)

En effet les placettes à plus grands effectifs occupent les 50 premiers mètres, pourtant elles sont en code 3 de la canopée (ouverture de 20 à 40%). La diminution du rayonnement photosynthétiquement actif vers l'intérieur semble être la cause de la faible densité [27]. Dans notre étude, *Gnetum africanum* a révélé un caractère sciaphile du stade des semis dont la tolérance à l'ouverture de la canopée semble se situer entre 9.7% et 40% de la dimension des trouées dans les forêts âgées et matures. La classe 3 semble présenter les meilleures conditions de pénétration de lumière dans le sous-bois pour les semis. La corrélation entre la présence des semis et la dimension des trouées a été prouvée chez de nombreuses espèces [42]. Leur présence a été liée à celle des lianes adultes probablement par le fait que celles-ci colonisent la canopée des arbres de plus de 10 cm de diamètre [31]; [4]; [29]. La floraison induite par l'exposition au rayonnement solaire dans la canopée des espèces pionnières devenues matures pourrait expliquer la présence d'un grand nombre des semis en classe 3.

Dans le département du Kouilou les recrues forestiers et les forêts secondaires jeunes ont présenté des sous-bois très dense et moyennement dense occupés par des arbustes de DBH <10 cm et des Graminées par endroits. Ces observations se rapprochent de nombreuses études qui ont en effet montré qu'en général les densités sont plus importantes dans les forêts secondaires que dans les forêts primaires [35].

Par contre dans les recrues forestiers et les jeunes formations secondaires là où la proportion des trouées de classe 0, 1 et 2 est la plus importante, le stade jeunes lianes feuilles à portée de la main est le plus abondant (figure 3). Ce qui permet de relever le caractère héliophile moyen du *Gnetum* et donc du rôle déterminant joué par la lumière pour sa croissance [27].

Tableau N°3: Caractéristiques des différents sites et choix du code canopée pour la mise en culture

Forêts	Surface terrière (m ² /ha)	Caractéristiques	Semis/ha	JLFM/ha	LA/ha	Code canopée
Kadzoni 1	12.91	Forêt secondaire âgée	28960	1310	1030	3-4
Kadzoni 2	28.20	Forêt mature	3790	4030	320	4
Elouna	12.09	Forêt secondaire âgée	14260	790	630	3-4
Mbougou	7,20	Forêt secondaire jeune	480	6120	150	3
Tchingoni 1	1.8	Recru forestier	80	7450	-	0-1-2-3
Tchingoni 2	1.76	Recru forestier	440	7360	-	0-1-2-3
Wolo 1	6.99	Forêt secondaire jeune	400	4280	106	3-4
Wolo 2	17.82	Forêt secondaire âgée	1140	560	10	3-4

Le tableau N°3 montre que la forêt mature (Kadzoni2) et les forêts secondaires âgées (Kadzoni1, Elouna et wolo2) sont pourvues d'un grand nombre de semis (28960, 14260 et 1140 semis/ha) et la structure de leur canopée est dominée par les codes 3 et 4. La présence des JLFM est inversement relativement moins grande. Dans les recrues forestiers (Tchingoni1 et Tchingoni2) la présence d'une canopée ouverte de code 2 et assez fermé de code 3 leur confère des JLFM plus importants respectivement 7450 plants/ha et 7360 plants/ha. Les recrues et les forêts secondaires jeunes se révèlent favorable à la croissance de ce stade de Gnetum. Les codes 2 et 3 correspondant à des ouvertures de canopée comprises entre 20% et 60% peuvent être retenus pour une éventuelle mise en culture de *Gnetum africanum*.

4 CONCLUSION

La structure de la forêt est fortement influencée par la surface terrière des arbres qui la composent. Celle-ci en donne la physionomie et la dynamique des successions allant du recru forestier, à la forêt secondaire jeune et la forêt secondaire âgée ou mature. Dans les forêts secondaires jeunes et les recrues forestiers à canopées relativement ouvertes, le stade jeunes lianes feuilles a portée de la main est le plus important. Dans les forêts matures et âgées ce stade de croissance est présent en bordure où filtre une lumière assez importante. Les semis sont rencontrés dans des zones plus ou moins obstruées par de grands arbres qui portent les lianes adultes et où ils restent longtemps en attente d'une lumière optimale à leur croissance. *Gnetum africanum* affecte en définitive des trouées lumineuses pour sa croissance en milieu forestier et ces résultats pourraient permettre sa culture par la mise en place d'un itinéraire technique bien adapté aux conditions écologiques in-situ et la gestion durable de cette ressource dans son habitat naturel.

REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement la fondation internationale pour la science (FIS) qui nous a accordé un soutien financier pour notre mobilité durant toute la période de réalisation de cette étude. Que la direction de la FIS trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

REFERENCES

- [1] Alexandre D.Y., 1977. Régénération naturelle d'un arbre caractéristique de la forêt équatoriale de Côte-d'Ivoire: *Turraeanthus africana* Pellegr. OEcol Plant. 12 (3) 241-262.
- [2] Beckage, B. et Clark, J. S., 2003. Seedling survival and growth of three forest tree species: The role of spatial heterogeneity. Ecology 84 (7), p. 1849-1861.
- [3] Brang, P., 1998. Early seedling establishment of *Picea abies* in small forest gaps in the Swiss Alps. Canadian journal of Forest Research 28, p. 626-639.
- [4] Campbell, E. J. F., et D. Newbery., 1993. Ecological relationships between lianas and trees in lowland rainforest in Sabah. East Malaysia. J. Trop. Ecol. 9: 469-490.
- [5] Catovsky, S. et Bazzaz, F. A., 2002. Feedbacks between canopy composition and seedling regeneration in mixed conifer broad-leaved forests. Oikos 98 (3), p. 403-420.
- [6] Chazdon, R.L., 1988. Sunflecks and their importance to forest understorey plants. Adv. Ecol. Res. 18: 1-63.
- [7] Collins, B. S. et Battaglia, L. L., 2002. Microenvironmental heterogeneity and *Quercus michauxii* regeneration in experimental gaps.

- [8] Cornett, M. W., Puettmann, K. J. et Reich, P. B., 1998. Canopy type, forest floor, predation, and competition influence conifer seedling emergence and early survival in two Minnesota conifer-deciduous forests. *Canadian journal of forest research* 28, p. 196-205.
- [9] Dai, X., 1996. Influence of light conditions in canopy gaps on forest regeneration : a new gap light index and its application in a boreal forest in east-central Sweden. *Forest Ecology and Management* 84, p. 187-197.
- [10] Denslow, J. S., and S. G. Guzman., 2000. Variation in stand structure, light and seedling abundance across a tropical moist forest chronosequence, Panama. *J. Veg. Sci.* 11: 201–21
- [11] Eyo E., Abel U., 1983. Chemical composition of amino-acid content of *G. africanum* leaves. *Nigerian Journal Nutrition Science*, 4: 52-57.
- [12] Frazer, G.W., Canham, C.D. et Lertzman, K.P., 1999. Gap Light Analyzer (GLA), Version 2.0: Imaging Software to Extract Canopy Structure and Gap Light Transmission Indices from True-Colour Fisheye Photographs, Users Manual and Program Documentation. Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and The Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, New York.
- [13] Gaussen H., 1963. Les gymnospermes. In : Précis des sciences biologiques. P. Grasse, Paris, Masson, p.640-643.
- [14] Heinemann, K., Kitzberger, T. et Veblen, T. T., 2000. Influences of gap heterogeneity on the regeneration of *Nothofagus pumila* in xeric old-growth forest of northwestern Argentina. *Canadian Journal of Forest Research* 30, p. 25-31.
- [15] Holmes M.G. et Smith H., 1977a. The function of phytochrome in the natural environment. I. Characterization of daylight for studies in photomorphogenesis and photoperiodism. *Photochem. Photobiol.*, 25, 533-538.
- [16] Jennifer L. Gagnon., Eric J. Jokela., W.K. Moser et Dudley A. Huber., 2004. Characteristics of gaps and natural regeneration in mature longleaf pine flatwoods ecosystems. *Forest Ecology and Management* 187 : 373–380
- [17] Jonckheere I, Nackaerts K, Muys B et Coppin P., 2005. Assessment of automatic gap fraction estimation of forests from digital hemispherical photography. *Agricultural and Forest Meteorology* 132 (2005) 96–11
- [18] Jones, E. W., 1950. Some aspects of natural régénération in the Bcni rainforests. *Empire For.Rev.*, 29, 1950, p. 108-124. . Ecological studies in the rain forest of Southern Nigeria. IV. Part I.J. Ecol, 43, 1955, p. 564-594. Part 2.J. Ecol, 44, 1956, p. 83-117.
- [19] Kanmegne J., Oyono Belnnga M., Degrande A., Tchoundjeu Z., et Tiki Manga T., 2007. Gender analysis in the commercialization of *Gnetum africanum*/buchholzianum in the Lékié division in Cameroon. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 5: 243-247.
- [20] Kato, K. et Yamamoto, S. L., 2000. Effects of canopy on the sapling composition and structure in a subalpine old-growth forest central Japan. *Ecoscience* 7 (2) p. 237-242.
- [21] Madsen, P. et Larsen, J. B., 1997. Natural regeneration of beech (*Fagus sylvatica* L.) with respect to canopy density, soil moisture, and soil carbon content. *Forest Ecology and Management* 97, p. 97-105.
- [22] Martens F., 1971. Traité d'anatomie végétale. Les gnétophites XII, 2, 295p., Berlin, Gebrüder Borntraeger.
- [23] Messier, C., Doucet, R., Ruel, J. C., Claveau, Y., Kelly, C. et Lechowicz, M. J., 1999. Functional ecology of advance regeneration in relation to light in boreal forests. *Canadian Journal of Forest research* 29 (6), p. 812-823.
- [24] Mialoundama F., 1979. Influence des feuilles sur la croissance en longueur de la tige chez *Gnetum africanum* Welw. C.R. hebdomadaire. Séances Acad. Sci., 288(6) : 603-606.
- [25] Mialoundama F., 1980a. Corrélations intervenant dans la croissance des rameaux latéraux chez *Gnetum africanum* Welw. *Soc. Bot. Fr., Actual. Bot.*, 127 (2) : 119-121.
- [26] Mialoundama F., Lauzac M., Paulet P., 1984., The periodic induction of dormancy during the rhythmic growth of *Gnetum africanum* Welw. *Physiol. Plant.*, 61: 309-313.
- [27] Mialoundama F., Paulet P., 1985. Développement et rythme d'émergence foliaire chez *Gnetum africanum* en relation avec la photopériode et les propriétés du rayonnement. *Ecol. Plant.* 6(3) : 309-318.
- [28] Mialoundama F., 2007. LE KOKO OU MFUMBU (Gnétacées): Une plante alimentaire d'Afrique Centrale. L'Harmattan, Paris, 211p.
- [29] P'Erez-Salicipup, D., V. L. Sork, and F. E. Putz. 2001., Lianas and trees in a liana forest of Amazonian Bolivia. *Biotropica* 33: 34–47.
- [30] Pukkala, T., Kuuluvainen, T., Hokkanen, T. J., et Järvinen, E., 1993. Factors related to seedling growth in boreal Scots pine stand : a spatial analysis of a vegetation-soil system. *Canadian Journal of Forest Research* 23, p. 2101-2109.
- [31] Putz, F. E., 1983. Liana biomass and leaf area of a terra firme forest in the Rio Negro basin, Venezuela. *Biotropica* 15: 185–189.
- [32] Putz, F.E., 1984a. The natural history of lianas on Barro Colorado Island, Panama. *Ecology* 65: 1713–1724.
- [33] Saldarriaga, J. G., D. C. Well, M. L. Tharp, and C. UHL., 1988. Long-term chronosequence of forest succession in the Upper Rio Negro of Colombia and Venezuela. *J. Ecol.* 76: 938–958

- [34] Siebel, H. N et Bouwma, I. M., 1998. The occurrence of herbs and woody juveniles in a hardwood floodplain forest in relation to flooding and light. *Journal of Vegetation Science* 9, p. 623-630.
- [35] Stefan, A., Schnitzer et Frans Bongers., 2011. Increasing liana abundance and biomass in tropical forests: emerging patterns and putative mechanisms. *Ecology Letters*, 10.1111/j.1461-0248.2011.01590.x.
- [36] Tabuna H., 1999. Le marché des produits forestiers non ligneux de l'Afrique Centrale en France et en Belgique. CIFOR. Occasional paper N°19, 37p.
- [37] Tomita, M et Seiwa, K., 2004. Influence of canopy tree phenology on understorey populations of *Fagus crenata*. *Journal of vegetation science* 15: 379-388, 2004.
- [38] Tucker, J. M., E. S. Brondizio, and E. F. Moran., 1998. Secondary succession in the Eastern Amazon: Structural characterization and determinants of regrowth rates. In M. Guariguata and B. Finegan (Eds.). *Ecology and management of tropical secondary forest: Science, people, and policy*, pp. 49–67. Whitmore, T. C. 1984., *Tropical Rain Forests of the Far East*. Oxford University Press, New York.
- [39] Whitmore, T. C., 1984. *Tropical rain forests of the far east*, 2nd edn. Clarendon Press, Oxford, 352pp.
- [40] Wright, E. F., Coates, K. D. ET Bartemucci, P., 1998. Regeneration from seed of six tree species in the interior cedar-hemlock forest of British Columbia as affected by substrate and canopy gap position. *Canadian Journal of Forest Research* 28, p. 1352-1364.
- [41] Clark, J. S. et Ji, Y., 1995, 'Fecundity and Dispersal in Plant-Populations – Implications for Structure and Diversity', *Amer. Nat.* 146, 72–111.
- [42] Goldblum, D., 1997. The effects of treefall gaps on understory vegetation in New York State. *J. Veg. Sci.* 8, 125–132.

Evaluation des paramètres biochimiques du moût de sorgho durant dix-huit heures de fermentation discontinue

[Assessment of biochemical parameters of sorghum wort for eighteen hours of batch fermentation]

Benjamin Kan KOUAME¹, Casimir Anauma KOKO¹, Massé DIOMANDE¹, and Emmanuel Nogbou ASSIDJO²

¹Département de Biochimie et Microbiologie,
Université Jean Lorougnon Guédé,
BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

²Laboratoire des Procédés Industriels, de Synthèse et de l'Environnement,
Institut National Polytechnique Yamoussoukro,
BP 1313 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

Copyright © 2016 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 fermentation process of Sorghum wort is one of the fundamental steps that determine the quality of tchapalo (traditional beer). Its assessment through biochemical parameters such as pH, temperature, total soluble solids (substrate), biomass, released carbon dioxide and alcohol (ethanol) content allowed capitalizing values during the experiments. Analysis of the evolution of these biochemical parameters showed significant variations ($P < 0.05$) during the batch fermentation process of sorghum wort. Thus, the biomass reached a maximum average of 27.64 (± 7.83) g/L at the eleventh hour of fermentation and then decreased drastically, until an average of 4.40 (± 1.00) g/L at the end of fermentation. The maximum temperature value (32.50 (± 0.69) °C) was recorded at the ninth hour of fermentation while that of the carbon dioxide (88.11 (± 4.48) ppm) is obtained at the fourteenth hour of fermentation. While considering the eighteenth hour of fermentation, it was noted that the pH of sorghum wort stays very acid (2.88 (± 0.55)). Similarly, it was observed a decrease of more than half the levels of total soluble solids in sorghum wort after fermentation. In contrary, the alcohol content increased to reach a maximum average of 5.24 (± 1.14)% (v / v) at the end of fermentation. These results constitute an important data base for the industrialization of the manufacture of tchapalo whose consumption is rising.

KEYWORDS: Tchapalo, batch fermentation, sorghum wort, biomass, traditional beer, Côte d'Ivoire.

RESUME: Le processus de fermentation du moût de sorgho est l'une des étapes fondamentales qui déterminent la qualité du "tchapalo" (bière traditionnelle). Son évaluation à travers les paramètres biochimiques tels que le pH, la température, l'extrait sec réfractométrique (substrat), la biomasse, le dioxyde de carbone dégagé et l'alcool produit (éthanol) a permis de capitaliser des valeurs durant les expérimentations. L'analyse de l'évolution de ces paramètres biochimiques a montré que ceux-ci présentent des variations significatives ($P < 0,05$) au cours du processus de fermentation discontinue du moût de sorgho. Ainsi, la biomasse a atteint une valeur moyenne maximale de 27,64 ($\pm 7,83$) g/L à la onzième heure de fermentation puis, a diminué de façon drastique en atteignant une valeur moyenne de 4,40 ($\pm 1,00$) g/L en fin de fermentation. La valeur maximale de température (32,50 ($\pm 0,69$) °C) a été enregistrée à la neuvième heure de fermentation pendant que celle du dioxyde de carbone dégagé (88,11 ($\pm 4,48$) ppm) est obtenue à la quatorzième heure de fermentation. En considérant les dix-huitièmes heures de fermentation, il a été noté que le pH du moût de sorgho reste très acide (2,88 ($\pm 0,55$)). De même, il a été observé une diminution de plus de la moitié des teneurs en extrait sec réfractométrique du moût de sorgho en fin de fermentation. Par contre, la teneur en alcool a augmenté pour atteindre une valeur moyenne maximale de 5,24 ($\pm 1,14$) %

(v/v) en fin de fermentation. Les résultats obtenus constituent une importante base de données pour une industrialisation de la fabrication du "tchapalo" dont la consommation est croissante.

MOTS-CLEFS: Tchapalo, fermentation discontinue, biomasse, moût sorgho, bière traditionnelle, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

Le "tchapalo" est une bière traditionnelle alcoolisée produite et consommée dans plusieurs pays d'Afrique [1]. En Côte d'Ivoire, le "tchapalo" est toujours fabriqué de manière artisanale sur toute l'étendue du territoire avec une consommation croissante [1]. La production de cette bière traditionnelle par les femmes passe par une étape de fermentation lactique spontanée, puis par une étape de fermentation alcoolique. Cette dernière se fait avec des ferments traditionnels non sélectionnés généralement issus de dépôts séchés des productions précédentes. Ces ferments constituent la source de microorganismes actifs de la fermentation alcoolique du moût [2]. En effet, les microorganismes de ces ferments, de par leurs activités métaboliques, contribuent au développement des propriétés caractéristiques (notamment le goût, l'arôme, l'apparence visuelle et les valeurs nutritionnelles) du produit final [2], [3].

Malgré la multitude de sites de production qui ne cessent d'augmenter, la fabrication et la commercialisation du "tchapalo" restent confrontées à de multiples problèmes. En effet, la production de cette bière se fait de façon artisanale et dans des conditions qui n'ont pas évolué avec le temps. Par ailleurs, sa fabrication se déroule toujours dans des conditions hygiéniques déplorables avec une utilisation de matériel rudimentaire et des opérations pénibles.

Le processus de fermentation alcoolique lors de la production du "tchapalo" reste incontrôlé. Pourtant, c'est une opération essentielle [4]. Celle-ci demeure un processus entièrement microbien difficile à contrôler de sorte que la qualité marchande du "tchapalo", reste variable et aléatoire. Pour résoudre ce problème, une maîtrise des paramètres de fermentation apparaît comme un pas essentiel.

La présente étude a pour objectif d'évaluer les paramètres biochimiques du moût de sorgho durant dix-heures heures de fermentation discontinue. Il s'agit, plus spécifiquement, de suivre l'évolution des paramètres biochimiques de façon périodique et simultanée (une heure d'intervalle) pendant toute la durée de la fermentation discontinue du moût. Le suivi de ces paramètres permettra de mieux contrôler le processus de fermentation et de disposer d'une importante base de données pour les recherches ultérieures.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 PREPARATION DU MOUT DE SORGHO ET MISE EN PLACE DES FERMENTATIONS

La préparation de moût sucré de sorgho est effectuée selon une méthode traditionnelle, utilisée par les brasseuses de la ville de Yamoussoukro (centre de la Côte d'Ivoire) et décrite par Amané *et al.* [5]. Cette préparation est basée sur les deux étapes fondamentales de la fabrication de cette bière traditionnelle locale ("tchapalo") : le maltage et le brassage.

Pour une expérimentation, cinq (05) litres de moût de sorgho sont produits selon la méthode décrite par Amané *et al.* [5]. Le moût de sorgho ainsi obtenu est uniquement utilisé pour des fermentations alcooliques à l'échelle de laboratoire. En effet, pour chaque essai de fermentation discontinue les cinq (05) litres du moût sucré de sorgho obtenus sont introduits dans un micro-fermenteur. L'inoculation du moût sucré de sorgho contenu dans le micro-fermenteur est réalisée par une quantité de 10 g de ferments traditionnels comme décrite par Amané [2]. La fermentation alcoolique a débuté après la phase d'initialisation des ferments dans le milieu réactionnel. Au total, trente (30) essais de fermentation discontinue du moût de sorgho ont été réalisés et se sont déroulés à la température ambiante (25-32 °C). Les paramètres tels que le pH, la température, la teneur en sucres (l'extrait sec réfractométrique), la biomasse, le dioxyde de carbone et l'alcool (éthanol) du moût de sorgho en fermentation sont suivis de façon périodique et simultanée (une heure d'intervalle) pendant 18 heures.

2.2 SUIVI DES PARAMETRES BIOCHIMIQUES AU COURS DE LA FERMENTATION DISCONTINUE

La valeur du pH du moût de sorgho en fermentation ($t=0$ à 18 heures de fermentation) est déterminée selon la méthode décrite par Amané *et al.* [5] grâce à un pH-mètre (HANNA HI98240). La sonde du pH-mètre, préalablement calibrée, est plongée dans un volume de 20 mL du moût de sorgho en fermentation. La valeur du pH est directement lue sur l'écran de l'appareil après 3 min de stabilisation.

La valeur de la température du moût de sorgho en fermentation est déterminée grâce à un thermomètre stérile (ASPINA 09654.40, France) incorporé directement dans le micro-fermenteur. Ce thermomètre a permis de suivre directement la fluctuation de la température du moût de sorgho en fermentation ($t=0$ à 18 heures de fermentation). La température a été exprimée en degré Celsius.

L'extrait sec réfractométrique (ou la teneur en sucres ou substrat) du moût de sorgho en fermentation ($t=0$ à 18 heures de fermentation) est déterminé à l'aide d'un réfractomètre manuel (51295 MC, France). Le Brix réfractométrique exprime la quantité de matières solubles dans la solution en fermentation.

Les teneurs en dioxyde de carbone (CO_2) du moût de sorgho en fermentation ($t=0$ à 18 heures de fermentation) sont déterminées à l'aide d'un analyseur de gaz CO_2 incorporé dans le Micro-fermenteur. Cette teneur en dioxyde de carbone lue est exprimée en partie par millions (ppm).

Les teneurs en alcool (%) sont déterminées par une méthode de distillation suivie de titrage d'alcool. En effet, un volume V_0 de 40 mL du moût de sorgho en fermentation ($t=0$ à 18 heures de fermentation) est prélevé dans des Béchers de capacité 50 mL et est admis dans le ballon du dispositif de distillation contenant six petits grains de pierre ponce. Le chauffage est assuré jusqu'à atteindre 78 °C par un chauffe ballon du dispositif de distillation. Au bout de 20 minutes, un volume V_1 de 20 mL de distillat est recueilli. L'indice réfractométrique du distillat de volume V_1 , a été lu grâce au réfractomètre à main (51295 MC, France). Les teneurs en alcool (%) sont déterminées par rapport à une courbe d'étalonnage préalablement établie à l'aide de l'éthanol 90 %. Ces teneurs en alcool sont par la suite ramenées au volume V_0 du moût frais de sorgho en fermentation selon la relation suivante :

$$\% \text{ alcool réel} = \frac{V_1}{V_0} \times (\% \text{ alcool}) \quad (1)$$

V_1 = volume du distillat

V_0 = volume initial prélevé du moût frais de sorgho en fermentation

La biomasse (quantité microbienne) est quantifiée par la méthode gravimétrique [6]. En effet, cette méthode gravimétrique a permis de calculer le poids sec d'un volume donné des moûts de sorgho par dessiccation par infrarouge. Une quantité de 25 mL du moût de sorgho en fermentation ($t=0$ à 18 heures de fermentation) est prélevée et centrifugée à 5 °C pendant 10 minutes, à 12 000 trs/min. Le culot est ensuite récupéré. Une nouvelle centrifugation du culot dans les mêmes conditions a permis de récupérer la biomasse totale. Celle-ci est alors séchée et pesée par un analyseur d'humidité (thermobalance, PRECISA HA60). La biomasse obtenue en concentration cellulaire est exprimée en gramme par litre (g/L).

2.3 TRAITEMENTS STATISTIQUES DES DONNEES EXPERIMENTALES

Afin d'éliminer des essais aberrants de fermentation discontinue et en raison de la forme trilineaire du système (temps de fermentation, différents essais de fermentation et six paramètres de fermentation analysés), une analyse de PARAFAC, a été réalisée. Le PARAFAC est une méthode de décomposition multidimensionnelle provenant de la psychométrie [7], [8]. Il peut être conceptuellement comparé à l'Analyse en Composante Principale (ACP) bilinéaire, ou plutôt à une généralisation de l'ACP bilinéaire [9], [10]. C'est une méthode de réduction et de regroupement qui permet d'identifier les essais de fermentation discontinue du moût de sorgho relativement homogènes dans une structure tridimensionnelle. Autrement dit, elle permet la répartition des essais de fermentation discontinue du moût de sorgho (individus) sur les deux autres composantes principales (temps de fermentation et six paramètres de fermentation analysés). Le principe de la méthode est d'obtenir une représentation approchée du nuage des individus dans un sous-espace de faible dimension. Cette méthode consiste en une projection des essais de fermentation alcoolique du moût de sorgho sur ce nouveau sous-espace en faisant en sorte que les distances soient les moins déformées possibles. La représentation des essais de fermentation discontinue du moût de sorgho sous forme de nuage de points a été réalisée avec le logiciel SPSS.10.07.

Par ailleurs, les données recueillies au cours de la fermentation discontinue du moût de sorgho ont été aussi soumises à une analyse de variance (ANOVA). Les différences ont été considérées comme significatives pour des valeurs de $P < 0,05$.

3 RESULTATS

3.1 ANALYSE DES DIFFERENTS ESSAIS DE FERMENTATION DISCONTINUE PAR LE PARAFAC

L'analyse de PARAFAC effectuée sur les trente essais de fermentation discontinue a permis de réduire et de regrouper ces essais à travers un ensemble de points (Figure 1).

La figure 1 présente la répartition des individus (différents essais de fermentation discontinue) sur les deux premières composantes principales que sont le temps de fermentation (Composante 1) et les paramètres de fermentation analysés (composante 2). L'analyse de PARAFAC a révélé la présence d'un groupe de points délimités par l'ellipse d'intervalle de confiance 95 %. Ces points, correspondant aux essais de fermentation discontinue du moût de sorgho ; sont de façon générale, très proches les uns des autres. Toutefois, il a été observé un éloignement prononcé de deux points par rapport aux autres, c'est-à-dire en dehors de l'ellipse d'intervalle de confiance 95 %. Cet éloignement indique que les deux essais de fermentation discontinue du moût de sorgho relatifs à ces points n'ont pas évolué comme les autres.

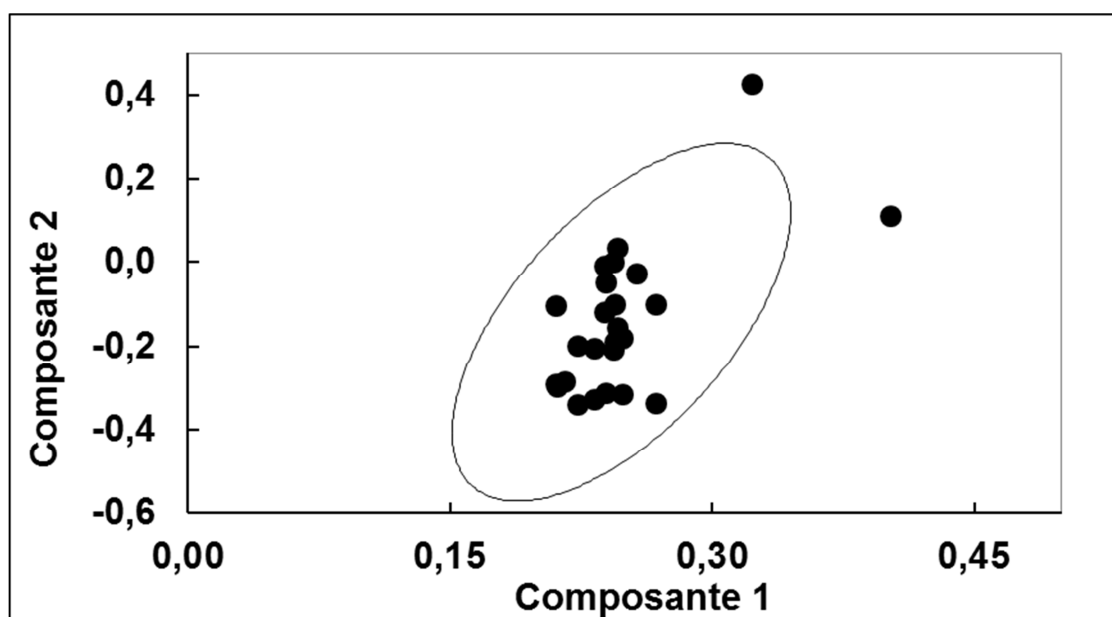


Fig. 1. Projection des différents essais de fermentation discontinue du moût de sorgho sur les deux premières composantes principales du PARAFAC

3.2 EVOLUTION DES PARAMETRES BIOCHIMIQUES DU MOUT DE SORGHO DURANT DIX-HEURES DE FERMENTATION

Les différentes évolutions du pH, de la température, de la biomasse, du substrat, du dioxyde de carbone dégagé et de la teneur en alcool sont représentées respectivement par les figures 2, 3, 4, 5, 6 et 7. L'analyse de ces figures montre de façon générale que les valeurs moyennes du pH, de la température, du substrat, de la biomasse, du dioxyde de carbone dégagé et de l'alcool produit du moût de sorgho varient au cours du temps de la fermentation. Le pH moyen du moût de sorgho en fermentation diminue légèrement d'une valeur moyenne de 3,04 ($\pm 0,25$) en début de fermentation à une valeur moyenne de 2,88 ($\pm 0,55$) à la quinzième heure de fermentation, puis demeure constant jusqu'en fin de fermentation (Figure 2). Il reste acide pendant les 18 heures de fermentation. Quant aux valeurs moyennes de la température du moût de sorgho en fermentation, elles évoluent progressivement en début de fermentation d'une valeur moyenne de 26,07 ($\pm 1,72$) °C pour atteindre une valeur maximale de 32,50 ($\pm 0,69$) °C à la neuvième heure de fermentation, puis décroît jusqu'à la valeur moyenne de 30,41 ($\pm 0,5$) °C en fin de fermentation (Figure 3). Contrairement aux valeurs moyennes de la température du moût de sorgho, les valeurs moyennes de l'extrait sec réfractométrique (substrat) du moût de sorgho diminuent progressivement d'une valeur moyenne de 14 ($\pm 1,15$) °Brix en début de fermentation à une valeur moyenne de 6,60 ($\pm 1,04$) °Brix en fin de fermentation (Figure 4). En considérant la dix-huitième heure de fermentation, il a été observé une diminution de plus de la moitié des teneurs en extrait sec réfractométrique du moût de sorgho en fin de fermentation.

Les valeurs moyennes de la biomasse (quantité microbienne) du moût de sorgho varient légèrement d'une valeur moyenne de 0,80 ($\pm 0,64$) g/L à une valeur de 2,70 ($\pm 0,12$) g/L entre zéro et la cinquième heure de fermentation, puis

augmentent exponentiellement jusqu'à la neuvième heure de fermentation atteignant une valeur moyenne de 27,00 ($\pm 5,13$) g/L. Elles restent par la suite, légèrement constantes et atteignent une valeur moyenne de 27,64 ($\pm 7,83$) g/L à la onzième heure de fermentation. Au-delà de la onzième heure, elles diminuent de façon drastique en atteignant une valeur moyenne de 4,40 ($\pm 1,00$) g/L en fin de fermentation (Figure 5).

Quant aux valeurs moyennes de dioxyde de carbone dégagé du moût de sorgho, elles augmentent de zéro à une valeur moyenne de 88,11 ($\pm 4,48$) ppm entre la première et la quatorzième heure de fermentation, puis décroissent légèrement pour atteindre une valeur moyenne de 85,95 ($\pm 5,02$) ppm en fin de fermentation (Figure 6). Parallèlement aux valeurs moyennes de dioxyde de carbone dégagé, les teneurs moyennes en alcool (éthanol) du moût de sorgho augmentent respectivement d'une valeur moyenne de 0,01 ($\pm 0,00$) % (v/v) en début de fermentation à une valeur moyenne de 5,24 ($\pm 1,14$) % (v/v) en fin de fermentation (Figure 7).

Par ailleurs, les analyses de variance ont révélé des variations significatives ($P < 0,05$) de certains paramètres biochimiques du moût au cours de la fermentation discontinue. Il s'agit de la de la température, de la biomasse, du substrat, du dioxyde de carbone dégagé et de la teneur en alcool

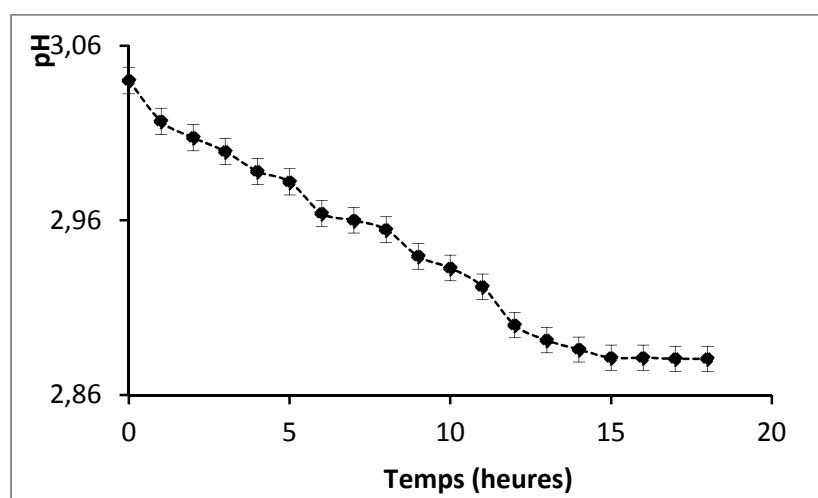


Fig. 2. Evolution du pH du moût de sorgho durant les dix-heures de fermentation discontinue

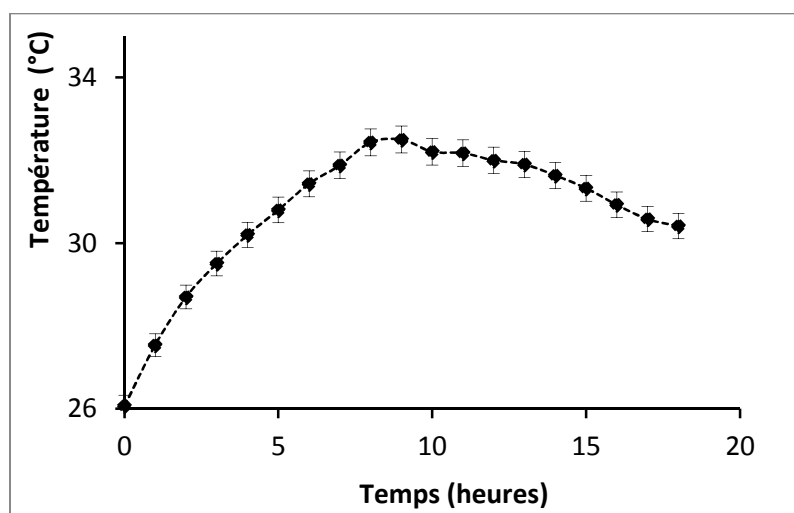


Fig. 3. Evolution de la température du moût de sorgho durant les dix-heures de fermentation discontinue

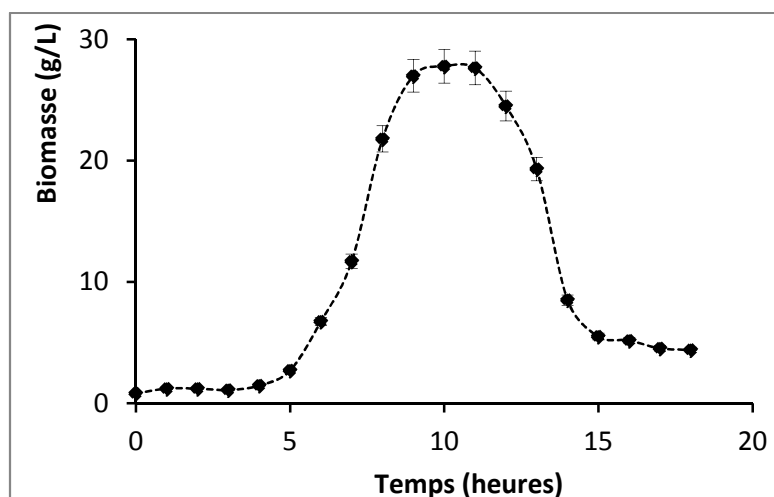


Fig. 4. Evolution de la biomasse du moût de sorgho durant les dix-heures de fermentation discontinue

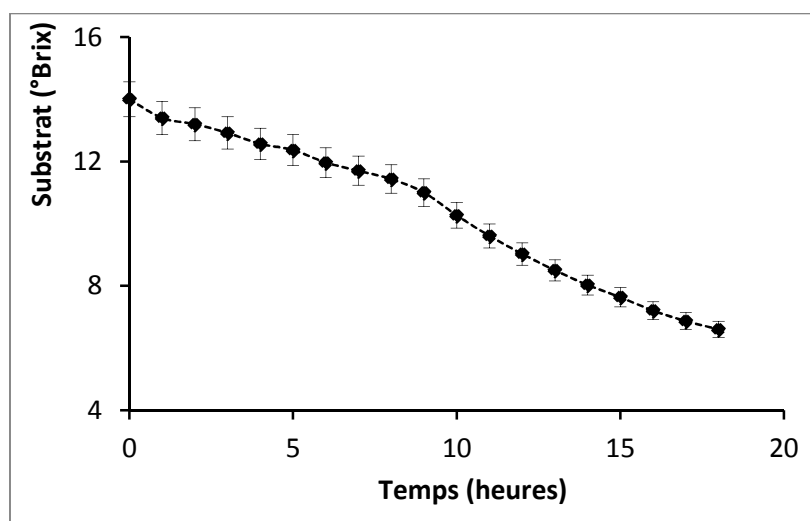


Fig. 5. Evolution du substrat du moût de sorgho durant les dix-heures de fermentation discontinue

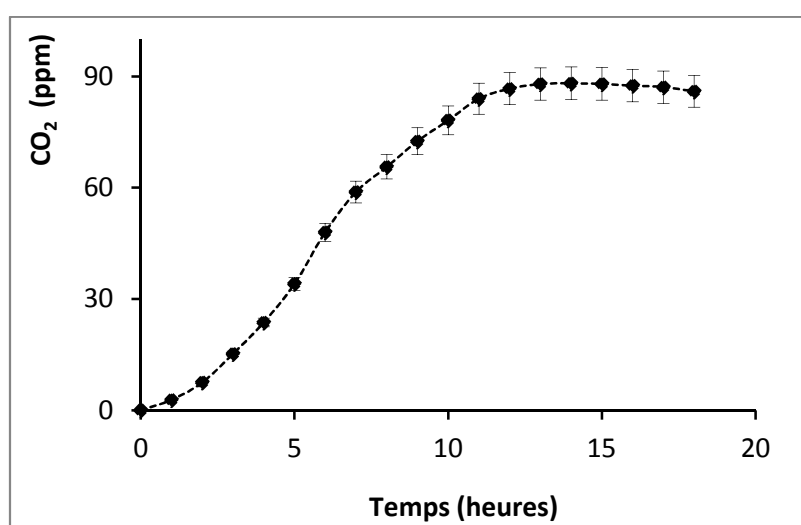


Fig. 6. Evolution du CO₂ du moût de sorgho durant les dix-heures de fermentation discontinue

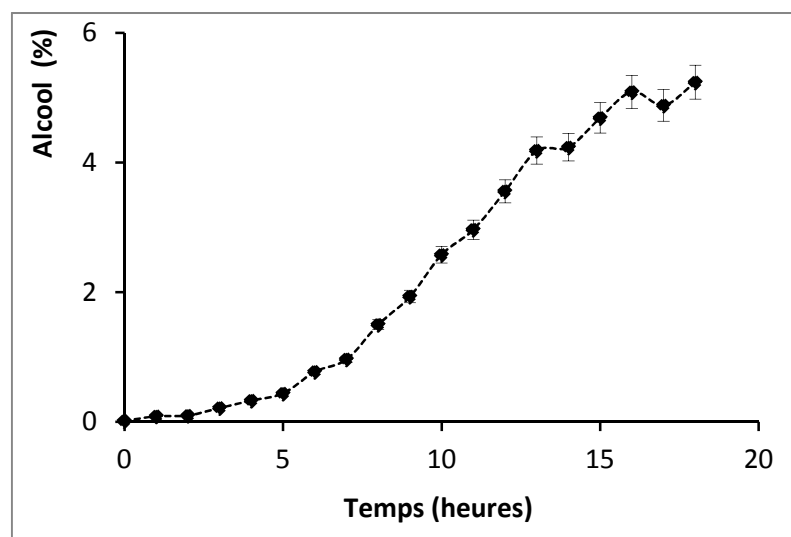


Fig. 7. Evolution de la teneur en alcool du moût de sorgho durant les dix-heures de fermentation discontinue

4 DISCUSSION

Afin d'extirper des données aberrantes issues des paramètres biochimiques relatives à certains essais de fermentation discontinue, le PARAFAC a été utilisé. L'analyse de PARAFAC a montré que les points relatifs aux différents essais de fermentation alcoolique du moût de sorgho délimités par l'ellipse d'intervalle de confiance 95 %, évoluent de la même façon. Néanmoins, il existe des légers décalages observés entre les différents essais de fermentation discontinue (points) représentés dans l'ellipse d'intervalle de confiance 95 %. Ces légers décalages pourraient être attribués aux conditions initiales de fermentation. En effet, il est à souligner que les essais de fermentation discontinue du moût de sorgho se sont déroulés dans les conditions du laboratoire c'est-à-dire dans le milieu ambiant (25-32 °C), sans fixation par exemple de la température qui est un facteur environnemental. Ce facteur environnemental pourrait être à l'origine de l'existence des légers décalages observés entre les essais de fermentation. En effet, la température de la fermentation a une influence sur le processus de fermentation alcoolique [11]. Deux essais de fermentation discontinue du moût de sorgho ont constitué des essais aberrants dans la mesure où ces deux essais sont en dehors de l'ellipse à intervalle de confiance 95 %. Les mesures obtenues de ces essais de fermentation discontinue du moût de sorgho ont été extirpées de la base de données.

Dans cette étude, les valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques et microbiologiques notamment le pH, la température, l'extrait sec réfractométrique (substrat), la biomasse, le dioxyde de carbone dégagé et l'alcool produit (éthanol) ont été déterminées au cours du temps de fermentation. Le pH du moût de sorgho en fermentation demeure statistiquement identique durant la fermentation ($P < 0,05$) et le moût de sorgho en fermentation reste acide jusqu'à la fin de la fermentation. Des résultats similaires ont été enregistrés dans le moût de sorgho au Bénin, avec un pH de l'ordre de 3 en fin de fermentation à 25 °C [12]. Cette faible valeur de pH offre la garantie que la plupart des microorganismes pathogènes ne peuvent proliférer dans le milieu [13]. Par ailleurs, le caractère acide du moût sucré de sorgho en fermentation est relatif à la phase de fermentation lactique. En effet, la production du moût sucré de sorgho nécessite une phase importante de fermentation lactique spontanée au cours desquelles les bactéries lactiques notamment les genres *Lactobacillus*, *Leuconostoc* et *Pediococcus* produisent des acides organiques [14], [15]. Ainsi, la fermentation alcoolique initiée par les ferments traditionnels est essentiellement assurée par les levures [13]. Au cours de celle-ci, l'activité des bactéries lactiques est généralement négligeable. Cela signifie que les acides organiques produits pendant la phase d'aigrissement subissent très peu de modification pendant la fermentation alcoolique du moût de sorgho. Le caractère acide du moût de sorgho en fermentation serait donc lié à la présence d'acides organiques dont les principaux sont l'acide oxalique, l'acide lactique, l'acide tartrique, l'acide malique et l'acide citrique [16]. De même, il a été remarqué que la température du moût de sorgho en fermentation évolue progressivement du début à la neuvième heure de fermentation où elle atteint sa valeur moyenne maximale (32,50 ($\pm 0,69$) °C), puis décroît en fin de fermentation à une valeur moyenne de 30,41 ($\pm 0,5$) °C. Par ailleurs, l'analyse statistique a montré que les valeurs moyennes de la température du moût de sorgho en fermentation sont statistiquement différentes ($P < 0,05$). Ces valeurs moyennes de la température du moût de sorgho en fermentation sont inférieures à celles observées par Djè et al. [17]. Selon ces auteurs, les valeurs moyennes de la température durant la fermentation alcoolique lors de la production de cette même bière dans trois sites d'Abidjan diminuent de façon générale d'une valeur moyenne de 39,3 ($\pm 0,8$) °C en début de fermentation à une valeur moyenne de 34,6 ($\pm 0,8$) °C en fin

de fermentation. Par ailleurs, la valeur moyenne maximale de la température ($32,50 \pm 0,69$ °C) du moût de sorgho en fermentation obtenue est légèrement supérieure à la valeur moyenne maximale de la température (32 °C) de production du "bili bili", une bière traditionnelle du Tchad [18]. Les variations de la température du moût de sorgho seraient dues aux réactions biochimiques qui ont lieu pendant le processus de fermentation discontinue. En effet, la fermentation est un processus catabolique produisant de l'énergie dont une partie est conservée sous forme d'ATP et l'autre est dissipée sous forme de chaleur [19]. Cette production d'énergie pourrait avoir comme conséquence, la modification de la température du moût de sorgho en fermentation.

L'analyse des valeurs moyennes de la biomasse, de l'extrait sec réfractométrique, du dioxyde de carbone dégagé et d'alcool produit a montré que ces quatre paramètres de fermentation présentent des fortes variations au cours du processus de fermentation discontinue du moût de sorgho. Pendant que les quantités de l'extrait sec réfractométrique (substrat) diminuent considérablement au cours du temps de fermentation, les quantités de dioxyde de carbone et d'alcool augmentent progressivement. Ce phénomène a été observé au niveau des travaux réalisés par N'Guessan *et al.* [16]. Les résultats des travaux de ces auteurs ont révélé une diminution de l'extrait sec réfractométrique (substrat) et une augmentation du dioxyde de carbone et de l'alcool au cours du temps de fermentation quelle que soit la quantité d'inoculum utilisée pour assurer la production du "tchapalo" (bière traditionnelle à base de sorgho). Cela vient confirmer le fait qu'au cours de la fermentation alcoolique la consommation du substrat (des sucres) conduit à la production des composés volatils (dioxyde de carbone) et de l'alcool. Plus le substrat est dégradé, plus la proportion d'alcool du moût de sorgho augmente, atteignant dans cette étude une valeur moyenne égale à 5,24 %. Cette valeur alcoolique moyenne (5,24 %) enregistrée en dix-huit heures de fermentation est supérieure à celle (4,05 %) de la bière traditionnelle à base de sorgho du Togo obtenue après trente-six heures de fermentation [20]. Une valeur de l'ordre de 4,8 % d'alcool a été enregistrée au Bénin, dans le moût de sorgho après sept jours de fermentation à 25 °C [12]. Contrairement aux teneurs en substrat (extrait sec réfractométrique), l'évolution de la biomasse au cours du temps de fermentation alcoolique du moût, présente plusieurs phases. Ces différentes phases d'évolution des valeurs moyennes de la biomasse s'apparentent à celles des travaux de Blanch et Clark [21], dans le cas de la croissance d'une population microbienne en milieu non renouvelé. Par ailleurs, les différentes variations observées au niveau des paramètres physico-chimiques et microbiologiques signifient que ceux-ci sont en modification perpétuelle durant le processus de fermentation discontinue du moût de sorgho.

5 CONCLUSION

Cette étude a enfin montré clairement que le pH, la température, l'extrait sec réfractométrique, la biomasse, le CO₂ dégagé et l'alcool produit (éthanol) évoluent différemment au cours du temps de fermentation discontinue du moût de sorgho. Ces paramètres de fermentation présentent des variations au cours du temps de fermentation. Par ailleurs, la maîtrise de ces paramètres pourrait constituer une avancée notoire pour une industrialisation de la fabrication du tchapalo qui est une bière dont la consommation est croissante.

RÉFÉRENCES

- [1] A.K. Yao, N. Kadio, A. Coulibaly & G.N. Agbo. Production du tchapalo à partir du sorgho en Côte d'Ivoire. In: JM Menyonga, T Bezuneh, CC Nwasike, PM Sedogo, A & Tenkouano (Ed). *Processing and industrial utilization of sorghum and related cereal in Africa*, Ouagadougou (Burkina Faso), 22 novembre 1993. Proceeding of the OUA/STRC-SAFGRAD Regional symposium, p 55-60, 1995.
- [2] N.D. Amané. Étude d'une bière de fabrication artisanale « tchapalo » : aspect analytique, aspect sociologique et l'aspect technologique. Thèse de Doctorat Unique. Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire. 200 pp., 2009.
- [3] A.P.P. Kayodé, J.D. Hounhouigan, M. J.R. Nout & A. Niehof. Household production of sorghum beer in Benin: technological and socio-economic aspects in Benin. *International Journal of Consumer Studies*, 5 (2): 1470-6431, 2007.
- [4] Morakul S. Etude et modelisation de la composition du gaz fermentaire en conditions œnologiques : intérêt pour le contrôle de la fermentation. Thèse de Doctorat, Centre International d'Etudes supérieures en sciences Agronomiques, Montpellier SUPAGRO. 132 p., 2011.
- [5] N.D. Amané, N. E. Assidjo, K. Bohoussou, M. A. Gbongué & P. Cardot. Caractérisation physico-chimique d'une bière traditionnelle Ouest Africaine le tchapalo. *Agronomie Africaine*, 17 (2) : 73-162., 2005.
- [6] P. Barbin. Contrôle et éléments de maîtrise de la contamination par la levure brettanomyces au cours du procédé de vinification en rouge. Thèse de Doctorat Unique. Institut National Polytechnique, Toulouse, France. 200 pp. 2006.
- [7] D.N. Rutledge & D.J.R Bouveresse. Multiway analysis of outer product arrays using PARAFAC. *Chemometrics Intellect Laboratory System*, 85 (2): 170-178, 2007.

- [8] T. Khayamian. Robustness of PARAFAC and N-PLS regression models in relation to homoscedastic and heteroscedastic noise. *Chemometric Intellect Laboratory System*, 88 (1): 35-40., 2007.
- [9] A.K. Smilde. Three-way analyses: Problems and prospects. *Chemometrics Intellect Laboratory System*, 15 (2-3): 143-157., 1992.
- [10] D.J.R Bouveresse, H. Benabib & D.N. Rutledge. Independent component analysis as a pretreatment method for parallel factor analysis to eliminate artefacts from multiway data. *Analytical Chemistry Acta*, 589 (2) : 216- 224., 2007.
- [11] K.F. N'Guessan, S. Aka, N.T. N'Djéni & K.M. Djè. Influence of alcoholic Fermentation Temperature on Sorghum Beer Quality. *Food Global Science Books*, 2 (2), 119-123., 2008a.
- [12] A.E. Dahouenon; R. G. Degnon, E. S. Adjou ; D. C.K. Sohounhloue. Stabilisation de la bière produite à partir de matières amylacées locales (Sorghum bicolor et Musa acuminata) par adjonction de l'huile essentielle de Cymbopogon citratus, *Journal of Applied Biosciences* 51: 3596 – 3607., 2012.
- [13] S. Aka, N.T. Djéni, K.F. N'guessan, K.C. Yao & K.M. Djé. Variabilité des propriétés physico-chimiques et dénombrement de la flore fermentaire du tchapalo, une bière traditionnelle de sorgho en Côte d'Ivoire. *Afrique Science*, 4 (2) : 274-286. 2008
- [14] C.A Togo, S.B. Feresu & A.N. Mutukumira. Identification of lactic acid bacteria isolated from opaque beer (chibuku) for potential use as a starter culture in Togo. *Journal Food Technology of Africa*, 7 (3): 93-97. 2002.
- [15] H. Sawadogo-Lingani, V. Lei, B. Diawara, D.S. Nielsen, P.L. Moeller, A.S Traoré & M. Jakobsen. The biodiversity of predominant lactic acid bacteria in dolo and pito wort for the production of sorghum beer in Ghana and Burkina Faso. *Journal applied Microbiology*, 103 (4): 765-777. 2007
- [16] K.F N'Guessan, N.T. N'Djéni, T.D. Adjéhi & K.M. Djè. Effect of Traditional starter inoculation rate on Sorghum Beer Quality. *Journal of Food Technology*, 6 (6): 271-277. 2008b.
- [17] M.K Djè, K.F N'Guessan, T.N. Djéni & D.T. Adjéhi. Biochemical changes during alcoholic fermentation in the production of "Tchapalo", a traditional sorghum beer. *International Journal of Food Engeneering*, 4 (7): 1-15. 2008.
- [18] M. Nanadoum, M. Mbaiguinam, C. Gaillardin & J. Pourquie. Suivi technique, analytique et microbiologique de la « bili bili » bière traditionnelle tchadienne. *Afrique Science*, 2 (1) : 69-82., 2006.
- [19] H. Akin. Evolution du pH pendant la fermentation alcoolique de moûts de raisins : modélisation et interprétation métabolique. Thèse de Doctorat Unique. Institut National Polytechnique, Toulouse, France. 120 pp., 2008.
- [20] J. Périssé, J. Adrian, A. Rerat & S. Le Berre. Bilan nutritif de la transformation du sorgho en bière ; préparation, consommation d'une bière au Togo. *Annales de Nutrition et des aliments*, 12 : 1-15., 1959.
- [21] H. W. Blanch & D.S. Clark. Modeling of a feed-batch fermentation process using Escherichia coli. *Biochemical Engineering Control*, 14 (2) : 3-20., 1997.

Etude de l'impact d'une distribution active des Moustiquaires imprégnées d'insecticides à longue durée d'action (MILDA) sur le taux d'utilisation et la transmission du paludisme en milieu rural au sud de la Côte d'Ivoire

[Impact study of an active distribution of Long-Lasting Insecticidal nets (LLINs) on the use rate and the transmission of malaria in rural environment in the south of the Côte d'Ivoire]

Emmanuel Tia¹, Léonce Kouadio¹, Serge Brice Assi², Anne-Marie Boby-Ouassa¹, Bertin Tchiekoi NCHO², Vincent Koffi³, Moussa Koné¹, Bernard Koffi Koffi¹, Nestor Bli Kesse¹, and Alphonse Kadjo Kouamé¹

¹Centre d'Entomologie Médicale et Vétérinaire de l'Université Alassane Ouattara de Bouaké, Côte d'Ivoire

²Institut National de Santé Publique, Abidjan, Côte d'Ivoire

³ONG Ivory Coast Medical relief Team, Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2016 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 search of strategy for an effective use of impregnated mosquito nets by the populations, the impact of active distribution on the use rate of long lasting impregnated mosquito nets (LLIN) and on the transmission of malaria was studied in rural areas in the South of Ivory Coast, in 4 villages of Bassam and Adzopé. It contained a survey on the populations' knowledges, attitudes and practices on malaria (before and after the distribution), an active distribution, a sensitization and a regular follow-up of the use of impregnated mosquito nets. Altogether, 2500 mosquito nets were distributed. In the villages of Bassam and Adzopé, was respectively observed an increase rate of 40.5 % and 61 % of the knowledge of the malaria, 93 % and 97.5 % of the use of the LLINs and a fall of 90.5 and 90 % of the bites of mosquitoes and a correct maintenance of the MII by 97.5 % of the population in each of both zones of study. LLINs preserved their effectiveness after 3 years of use. Their use caused 50% reduction of the malaria fever especially to Adzopé.

KEYWORDS: Malaria, impregnated mosquito nets, active distribution, increase, use.

RÉSUMÉ: Dans la recherche de stratégie pour une utilisation effective des moustiquaires imprégnées par les populations, l'impact d'une méthode de distribution active sur le taux d'utilisation des moustiquaires imprégnées, sur la transmission du paludisme et sur la nuisance a été étudié en milieu rural au Sud de la Côte d'Ivoire, dans 4 villages de Bassam et d'Adzopé. Elle a comporté une enquête sur les connaissances attitudes et pratiques des populations vis-à-vis du paludisme (avant et après la distribution de MII), une distribution active de MILDA, une sensibilisation et un suivi régulier de l'utilisation des moustiquaires imprégnée et une journée de soins gratuits. Au total 2500 moustiquaires ont été distribuées. Dans les villages de Bassam et d'Adzopé, il a été observé respectivement un accroissement de 40,5% et 61% de la connaissance du paludisme, de 93% et 97,5% du taux d'utilisation de la moustiquaire imprégnée, une chute de 90,5 et 90% des piqûres des moustiques et un entretien correct des MII par 97,5% de la population de chacune des deux zones d'étude. Les MILDA ont conservé leur efficacité après 3 ans d'utilisation. L'utilisation des MILDA a occasionné une réduction de 50% des accès palustres surtout à Adzopé.

MOTS-CLEFS: paludisme, moustiquaires imprégnées, distribution active, accroissement, utilisation.

1 INTRODUCTION

Le paludisme est la plus importante des maladies parasitaires tropicales. La mortalité due au paludisme estimée à 600 000 morts par an [1], [2], [3]. Cette parasitose fait sérieusement obstacle au développement économique et social surtout en milieu rural.

En Côte d'Ivoire, le paludisme constitue un véritable problème de santé publique, de par sa fréquence élevée, sa gravité et ses conséquences socio-économique importantes ; il représente la première cause de morbidité avec une incidence de 114,54 pour 1000 dans la population générale et de 389 pour 1000 chez les enfants de moins de 5 ans [4], [5]. Le paludisme est la cause de 52% de perte de la production agricole et de la mobilisation de 25% du revenu familial [6]. Conscient des conséquences graves de la maladie, le gouvernement de Côte d'Ivoire a inscrit la lutte contre le paludisme au rang des priorités du plan national de développement. Cette volonté s'est manifestée entre autres par l'instauration de la politique de gratuité ciblée qui prend en compte les moustiquaires imprégnées à longue durée d'action (MILDA) [6]; par exemple, entre 2014 et 2015, environ 13 millions de MILDA ont été offertes aux populations locales [6]. Malheureusement en dépit de plusieurs années de promotion de la moustiquaire imprégnée en Côte d'Ivoire (de 1996 à 2015), le taux d'utilisation de la moustiquaire reste encore très faible : seulement 67% des ménages possèdent une moustiquaire imprégnée d'insecticide avec un taux d'utilisation de 33% [7], [8], [9]. Aussi est-il important d'appuyer les actions des autorités par des dons de MILDA aux populations et par la recherche des stratégies d'accroissement du taux d'utilisation, d'évaluation de l'efficacité résiduelle des MILDA et de réactualisation des informations relatives à l'impact des MILDA sur la transmission du paludisme. C'est dans ce cadre que se situe cette étude dont l'objectif a été d'évaluer l'impact d'une distribution active de MILDA sur le taux d'utilisation de celles-ci et sur la transmission du paludisme.

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 SITES D'ETUDE

Les critères qui ont présidé au choix des villages bénéficiaires sont : absence de centre de santé, facilité d'accès en toute saison, environnement propice à la reproduction des vecteurs du paludisme et prévalence élevée du paludisme.

L'étude s'est déroulée à Gbamélé et Azuretti, deux villages de la Sous-Préfecture de Grand-Bassam (situés respectivement à 6 km et 500m de bassam), et Ayalo et N'guessankoi, deux villages de la Sous-préfecture d'Agou (Adzopé) (situés à 10km d'Agou), de novembre 2008 à mars 2013 (Fig.1). Ces villages sont situés dans le secteur forestier de la Côte d'Ivoire où les précipitations sont abondantes (avec une pluviométrie annuelle supérieure à 1500 mm) associées à des températures relativement chaudes (moyennes thermiques de 31°C) [10]. Ils ne sont pas dotés de centres de santé.

Dans le district sanitaire de Bassam, le paludisme représente 50% des consultations. Le paludisme représente 75% des causes de consultations du District sanitaire d'Adzopé dont ils dépendent.

2.2 DISTRIBUTION ACTIVE DES MOUSTIQUAIRES

2.2.1 RECENSEMENT DE LA POPULATION

Dans chaque village, tous les habitants ont été recensés afin de connaître le nombre exact de moustiquaires à y distribuer dans le cadre d'une couverture totale de la population.

Chaque chef de famille a été interrogé sur la base d'un questionnaire comportant entre autres le nombre des membres de la famille, les groupes de sommeil (les personnes dormant ensemble). Le nombre de moustiquaires à distribuer dans une famille donnée équivaut au nombre de groupes de sommeil.

2.2.2 ENQUETE SUR LES CONNAISSANCES, ATTITUDES ET PRATIQUES DES POPULATIONS LOCALES (CAP)

L'enquête a été effectuée sur un échantillon de la population recensée dont la taille a été évaluée pour une marge d'erreur inférieure à 5% et pour un seuil de confiance de 95% selon la formule suivante (11, 12) :

$$n = \frac{385}{1 + \frac{385}{N}} \quad (N = \text{Effectif de la population locale, } n = \text{taille de l'échantillon})$$

Deux enquêtes CAP ont été menées auprès des personnes âgées de 15 ans et plus. La première enquête relative au paludisme a été menée, avant la distribution des MILDA. Elle a été réalisée sur la base d'un questionnaire pré-imprimé relatif à l'identité de la personne enquêtée, à la connaissance du paludisme par les populations (ses causes et ses symptômes) et aux moyens de lutte utilisés contre les piqûres des moustiques. Cette enquête avait pour objectif de connaître les pratiques et les connaissances des populations locales sur le paludisme afin de les corriger éventuellement au cours de l'éducation sanitaire prévue. Au cours de la deuxième enquête, un an après la première, des questions complémentaires relatives au lavage ou non, à la fréquence de lavage et au savon utilisé pour le lavage ont été posées aux enquêtés.

2.2.3 SENSIBILISATION DES POPULATIONS A L'UTILISATION DE LA MOUSTIQUAIRE IMPREGNEE

Cette éducation sanitaire est destinée aux Agents de santé communautaires (ASC) et à toutes les populations locales. Les ASC sont des jeunes de niveau 4^e et plus des lycées et collèges, proposés par les autorités villageoises. Elle avait pour but d'informer les populations sur la cause et les moyens de prévention du paludisme (l'utilisation correcte des MILDA), ses symptômes, ses complications, les soins élémentaires à y apporter, son impact sur la production agricole. L'objectif de cette formation est d'induire chez ces populations une nouvelle perception du paludisme et un changement positif de comportement.

2.2.4 DISTRIBUTION DE MOUSTIQUAIRES IMPREGNEES

Les moustiquaires imprégnées distribuées ont été gracieusement offertes par l'ONG américaine « Ivory Coast Medical Relief Team (ICMRT) ou Assistance Médicale à la Côte d'Ivoire » ; elles sont de longue durée (5 ans) et sont de type Permanet[®] 2.0 (160x180x150 cm), enduites de deltaméthrine (55mg/m²) dans du polyéthylène de 75 deniers et de couleur vert foncée. La distribution a eu lieu aux domiciles des bénéficiaires où une équipe technique leur a remis gratuitement des moustiquaires en fonction du nombre de groupes de sommeil enregistrés par concession. Dans le but d'éviter la déperdition des moustiquaires (vente par les bénéficiaires), cette équipe est passée de domicile en domicile avec des pointes et a, à l'aide d'un marteau, fixé elle-même les moustiquaires dans les chambres à coucher. Elle a donné aux bénéficiaires des conseils d'utilisation et d'entretien des dites moustiquaires. L'utilisation effective des moustiquaires distribuées a été contrôlée par les ASC domiciliés dans les villages bénéficiaires et l'équipe technique qui visitaient ces sites chaque mois.

2.3 ENQUÊTE PARASITO-CLINIQUES

Deux enquêtes parasito-cliniques ont été réalisées. La première enquête s'est déroulée de 07 au 21 Octobre 2009 au moment de la distribution des MILDA aux populations. La deuxième enquête a été réalisée un an après la distribution des MILDA, du 04 au 13 Décembre 2010.

2.3.1 COLLECTE DES DONNEES DEMOGRAPHIQUES

La population cible était composée d'enfants de 0 à 14 ans quel que soit le sexe. Avant toute inclusion dans l'étude, l'accord verbal de la personne en charge de l'enfant a été obtenu. Au cours de la première enquête, à Adzopé, 256 enfants (dont 149 à Ayalo et 107 à N'guessankoi) et 176 enfants (dont 143 à Azzurretti et 33 à Gbamélé) ont été inclus. Lors de la seconde enquête, à Adzopé, 199 enfants (dont 100 à Ayalo et 99 à N'guessankoi) et à Grand-Bassam, 200 enfants (dont 170 à Azzurretti et 30 à Gbamélé) ont été inclus. Pour chaque enfant, les données recueillies sur une fiche ont été l'âge en années, le sexe, l'utilisation ou non de moustiquaires imprégnées ou de moustiquaires non imprégnées.

2.3.2 COLLECTES DES DONNEES PARASITO-CLINIQUES

Les données parasitologiques et cliniques ont été collectées à partir du prélèvement d'une goutte de sang pour la confection d'une goutte épaisse (GE) et la prise de la température axillaire. Lorsque l'enfant avait de la fièvre (température axillaire supérieure ou égale à 37,5°C), il était examiné par un médecin. S'il s'agit d'un paludisme simple, il le traite selon les recommandations du Programme National de Lutte contre le Paludisme (PNLP).

Les gouttes épaisses ont été colorées au Giemsa à 3% pendant 45 mn et examinées au laboratoire au grossissement 10x100. La numération des parasites s'est faite sur 200 champs microscopiques et ajustée au nombre de parasites / μ L de sang en admettant 8000 globules blancs / μ L [1], [13]. On procède de la manière suivante. :

$$\text{Nombre de parasites par } \mu\text{l de sang} = \frac{\text{Nombre de Trophozoïtes pour 200 champs}}{\text{Nombre de globules blancs pour 200 champs}} \times 8000$$

Un contrôle de qualité des numérations parasitaires a été fait sur 10% des préparations prises au hasard.

2.3.3 DETERMINATION DES INDICES PARASITOLOGIQUES

Les indices parasitologiques déterminés étaient l'indice plasmodiale et la densité parasitaire [1], [13].

- L'indice plasmodique (ou prévalence plasmodiale ou prévalence parasitaire) est le pourcentage de porteurs de *Plasmodium* dans la population examinée. Il est estimé chez les enfants de 2 à 9 ans et permet d'évaluer le niveau d'endémicité palustre du site d'étude.
- La densité parasitaire moyenne (DPM) représente le nombre moyen de parasites par microlitre de sang. Compte tenu du fait que les comptages de parasites suivent rarement la loi normale, ils (comptages) ont été « normalisés » en les transformant en logarithme naturel. Tous les résultats ont été donc exprimés en moyennes géométriques des densités parasitaires assorties de leur indice de dispersion (MGDP #177; Ecart-type).

2.3.4 EVALUATION DE LA MORBIDITE PALUSTRE

Elle est mesurée par la détection passive des accès palustres chez les enfants de moins de 15 ans avant et après la distribution des MILDA. L'accès palustre est défini par l'association d'une fièvre (température axillaire égale ou supérieure à 37,5°C) et de symptômes liés à la fièvre et de la présence du parasite quel que soit la densité parasitaire.

2.4 SOINS GRATUITS AU PROFIT DES POPULATIONS LOCALES ET CONSIDERATION ETHIQUE

Les soins gratuits ont été prodigués aux populations locales. Ces soins répondaient aux considérations éthiques et aussi au souci de rendre les populations locales très réceptives à notre message d'éducation sanitaire et à susciter leur adhésion au projet de don de moustiquaires. Ces soins ont été appliqués avec l'autorisation du District sanitaire locaux et la participation du PNLP et des agents de santé desdits districts.

2.5 EVALUATION DE L'EFFICACITE RESIDUELLE DES MILDA

Les bio-essais en cônes ont été réalisés en 2012 sur 52 et 51 MILDA, respectivement à Grand-Bassam et à Adzopé (l'OMS recommande 30 par localité) [14], [15]; ces tests ont visé à évaluer l'efficacité résiduelle des MII après 3 ans d'utilisation. Ces tests consistent à fixer sur chaque face de la moustiquaire à tester, un cône OMS, à y introduire 5 femelles d'*Anopheles gambiae* souche Kisumu de 2 à 4 jours et à en fermer l'orifice avec du coton. Pendant 3 mn, les moustiques assommés ou Knocked down (KD) dans les cônes sont comptés tous les 5 mn et ce pendant 60 mn. Les moustiques sont ensuite laissés en observation dans des gobelets en plastique avec du jus sucré. Le nombre de moustiques morts (mortalité) est dénombré 24 h plus tard. Le taux de mortalité (corrigée avec la formule d'Abott si la mortalité témoin est > 5%) et le pourcentage de moustiques KD en 60 mn ont été enregistrés. Un lot témoin de la souche Kisumu est soumis simultanément aux mêmes conditions de test, sauf qu'ils sont en contact avec la moustiquaire non imprégnée. Le test est validé lorsque la mortalité dans le lot témoin est inférieure à 5 % ; en cas de mortalité comprise entre 5 % et 20 %, elle est corrigée par la formule d'Abbott (1925). Cependant, si la mortalité dans le lot témoin est supérieure à 20 %, le test est à refaire. Selon l'OMS, une moustiquaire répond aux critères de performance des MILDA si après plusieurs lavages, elle induit une mortalité $\geq 80\%$ après 24 heures d'observation et / ou un taux de KD $\geq 95\%$ après 60 minutes d'exposition [15].

2.6 ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES

Les données résultant des enquêtes parasitologiques sont saisies au moyen du logiciel Excel et transférées pour analyse par le logiciel Epi Info Version 3.4.3. Pour la comparaison des proportions, nous avons utilisé le test de CHI-DEUX au seuil de 5%. La comparaison des moyennes géométriques des densités parasitaires est réalisée à l'aide du test de l'écart-réduit au seuil de 5%.

3 RESULTATS

3.1 ENQUETE CAP AVANT LA DISTRIBUTION DES MOUSTIQUAIRES

Après le calcul de la taille des échantillons d'enquête, les nombre de personnes enquêtées dans les villages sont 310, 129, 251, 236, respectivement à Azuretti, Gbamélé, N'guessankoi et Ayaloh avant et un (1) an après la distribution des moustiquaires imprégnées.

De le tableau I, nous observons qu'à l'exception d'Azuretti, moins de 50% des populations dans tous les villages connaissent l'origine du paludisme (piqûre des moustiques) ; seulement au plus 6% des enquêtés dorment sous une moustiquaire imprégnée faute de moyens financiers pour s'en procurer ; en outre, dans tous les villages, en général plus de 90% des populations affirment être piquées par les moustiques.

3.2 DISTRIBUTION DES MOUSTIQUAIRES IMPREGNEES

En tenant compte des nombres des groupes de sommeil enregistrés par localité lors du recensement des populations locales, Au total 2500 moustiquaires ont été distribuées dont 1136, 164, 536, 664 moustiquaires ont été respectivement distribuées à Azuretti, Gbamélé, Ayalo, N'guessankoi.

3.3 ENQUETE CAP 1 AN APRES LA DISTRIBUTION DES MOUSTIQUAIRES

Un an après cette distribution, nous avons encore réalisé une autre enquête auprès de 310, 129, 251, 236, personnes respectivement à Azuretti, Gbamélé (Grand-Bassam), Ayaloh, N'guessankoi (Adzopé). Les résultats de cette enquête sont reportés sur le tableau I. On note, qu'un (1) an après la distribution des moustiquaires imprégnées, il y a un accroissement du taux de connaissance a augmenté de 40,5% à Grand-Bassam et de 61, 5% à Adzopé , ($\chi^2 = 171,48$; $p < 0,001$), du taux d'utilisation des MILDA et de la baisse des proportions de personnes se plaignant de piqûres de 90,5% à Grand-Bassam et 90% à Adzopé ($\chi^2 = 340,78$; $p < 0,001$) par rapport à la première enquête.

Les résultats du tableau II montrent que : le taux d'utilisation effective des moustiquaires (Pourcentage des moustiquaires encore fixées) est de 99,5% à Bassam et de 99,2% à Adzopé. Les proportions de moustiquaires en bon état (non déchirées) sont de 89%, soit un taux de déchirure de 11% (Bassam) et 98% à Adzopé. Ces moustiquaires sont correctement entretenues (lavées selon les normes OMS) par 97,5% des enquêtés aussi bien à Bassam qu'à Adzopé.

Tableau 1. Résultats de l'enquête CAP avant et après la distribution des MILDA

Régions		Sexes		Connaissance de l'origine du paludisme		Utilisation de Moustiquaire Imprégnée		Piqûre par les moustiques	
Grand-Bassam	Localités	M	F	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non
Avant	Azurréti	133 (43%)	177 (57%)	208 (67%)	102 (33%)	15 (5%)	295 (95)	310 (100%)	0
	Gbamélé	63 (49%)	66 (51%)	54 (42%)	75 (58)	9 (7%)	120 (93%)	124 (96%)	5(4%)
	Total	439		255 (58%)	184 (42%)	26 (6%)	413 (94%)	437 (99,5%)	2 (0,5%)
Après	Azurréti	127 (41%)	183 (59%)	304 (98%)	6 (02%)	307 (99%)	3 (1%)	22 (7%)	288 (93%)
	Gbamélé	58 (45%)	71 (55%)	126 (98%)	3 (2%)	126 (98%)	3 (2%)	18 (14%)	111 (86%)
	Total	439		430 (98%)	9 (2%)	433 (99%)	6 (1%)	40 (9%)	399 (91%)
Adzopé									
Après	N'guessankoi	151 (60%)	100 (40%)	113 (45%)	138 (55%)	8 (3%)	243 (97%)	221 (88%)	30 (12%)
	Ayalo	113 (48%)	123 (52%)	61 (26%)	175 (74%)	2 (1%)	234 (99%)	229 (97%)	7 (3%)
	Total	487		174 (36%)	313 (64%)	11 (2%)	477 (98%)	450 (92,5%)	37 (7,5%)
Après	N'guessankoi	108 (43%)	143(57%)	243 (97%)	8 (03%)	251 (100%)	0 (0%)	5 (2%)	246 (98%)
	Ayalo	94 (40%)	142 (60%)	229 (97%)	7 (03%)	234 (99%)	2 (1%)	7 (3%)	229(97%)
	Total	487		472 (97%)	15 (3%)	485 (99,5%)	2 (0,5%)	12 (2,5%)	475 (97,5%)

M = Masculin, F= Féminin

Tableau 2. Taux de couverture et taux d'entretien des MILDA

	Nombre de Moustiquaires distribuées	Nombre de moustiquaires utilisées	Taux d'utilisation (%)	Etat des moustiquaires		Entretien des moustiquaires imprégnées	
Localité				Bon	Déchiré	Correct	incorrect
Azurréti	1136	1130	99,5	1021 (90%)	109 (10%)	301 (97%)	9 (03%)
Gbamélé	164	160	97,6	136 (85%)	24 (15%)	123 (95%)	6 (05%)
Total	1300	1290	99,5%	1157 (89%)	133 (11%)	424 (97,5%)	5 (2,5%)
N'guessankoi	664	658	99	651(99%)	07 (01%)	241 (96%)	10 (04%)
Ayalo	536	532	99,3	520 (98%)	12 (02%)	234 (99%)	2(01%)
Total	1200	1190	99,2%	1171 (98%)	19 (2%)	475 (97,5%)	12 (2,5%)

3.4 ENQUETES PARASITO-CLINIQUE

3.4.1 DONNEES DEMOGRAPHIQUE ET COUVERTURE EN MOUSTIQUAIRES IMPREGNEES DES ENFANTS

La première enquête et la deuxième enquête ont permis de questionner au total respectivement **432** enfants âgés de 0 à 14 ans et 399 enfants dans l'ensemble des deux départements. La répartition des enfants en fonction du sexe montre que le sexe ratio est de 1 (216/216) à la première enquête (autant de filles que de garçons) et de 1,4 fille pour un garçon à la deuxième enquête. Dans le département d'Adzopé, aucune moustiquaire imprégnée d'insecticide n'a été trouvée. Les moustiquaires imprégnées (4,01 % des moustiquaires) ont été observées dans le département de Grand-Bassam (Tableau III). A la deuxième enquête, dans les deux départements, les taux de couverture en moustiquaires imprégnées parmi les enfants a augmenté de la première à la deuxième enquête ; ces taux ont été de 97% à Adzopé et de 86% à Grand-Bassam.

3.4.2 PREVALENCE PARASITAIRE

A Adzopé, au cours de la première enquête, sur 256 enfants, 229 sont porteurs de plasmodium soit une prévalence est de 89,5% dans le département. Au cours de la deuxième enquête sur 199 enfants, 19 sont porteurs de *Plasmodium* soit une prévalence parasitaire de 96%. A Grand-Bassam, au cours de la première enquête, sur 176 enfants, 155 sont porteurs de *plasmodium* soit une prévalence de 88,1%. Au cours de la seconde enquête, sur 200 enfants, 200 sont porteurs du parasite, soit une prévalence de 100%. (Tableaux 3 et 4). Au total dans les deux sites, au cours de la première enquête et de la deuxième enquête, les prévalences parasitaires globales observées ont été respectivement 88,9% et 98%. Chez les enfants âgés de 2 à 9 ans, la prévalence parasitaire globale est de **87,9%**. En fonction des départements, cette prévalence est de 89% à Adzopé et de 86,2% à Grand Bassam.

Tableau 3. Répartition de la prévalence plasmodiale chez les enfants de 0 à 14 ans dans les deux départements pendant la 1^{ère} enquête

	N'guessankoi	Adzopé Ayalo	Total	Azuretti	Grand-Bassam Gbamlé	Total	Total
Nombre d'enfants de 0 à 14 ans	107	149	256	143	33	176	432
Prévalence de l'infection à <i>P.f</i> (%)	97,2	83,9	89,5	85,3	100	88,1	88,9
(IC 95%)	(94,1-100,3)	(78,0-89,8)	(85,7-93,2)	(79,5-91,1)	(89,4-100)	(83,3-92,9)	(85,9-91,9)
Prévalence de l'infection à <i>P.f</i> chez les 2 à 9 ans (%)	97,4	82,9	89,0	83,3	100	86,2	87,9
(IC 95%)	(93,8-100,9)	(75,7-90,1)	(84,4-93,5)	(75,6-91,0)	(82,4-100)	(79,7-92,7)	(82,9-92,9)

P.f : Plasmodium falciparum IC : Intervalle de confiance

Tableau 4. Répartition de la prévalence plasmodiale des enfants dans les deux départements pendant la 2^{ème} enquête

	Adzopé			Grand-Bassam			
	N'guessankoi	Ayalo	Total1	Azuretti	Gbamblé	Total	Total
Nbre enfants de 0 à 14 ans	99	100	199	170	30	200	399
Prévalence de l'infection à Pf							
Nombre de GE (+)	95	96	191	170	30	200	391
Prévalence de l'infection à <i>P.f</i>	96,0	96,0	96,0	100,0	100,0	100,0	98,0
(IC 95%)	(92,1-99,9)	(92,2-99,8)	(93,3-98,7)	-	-	-	(96,6-100,4)

P.f : *Plasmodium falciparum* ; IC : Intervalle de confiance ; GE : goutte épaisse

3.4.3 DENSITE PARASITAIRE

A Adzopé, au cours de la première enquête et la deuxième enquête, les densités parasitaires moyennes sont respectivement de 273 [242-309] et de 207 [169-253] parasites/ μ L. A Grand-Bassam, Au cours de la première enquête et la deuxième enquête, les densités parasitaires moyennes sont respectivement de 239 [211-271] et de 221 [194-251] parasites/ μ L. La densité parasitaire moyenne globale est de 259 parasites/ μ L et de 214 parasites / μ L respectivement lors de la première et de la deuxième enquête. En considérant les départements, elle est de 207 et de 200 respectivement à Adzopé et à Grand-Bassam. On observe qu'il y a eu une baisse significative de la densité parasitaire moyenne (DPM) de la première à la seconde enquête ($p=0,0117$).

3.4.4 MORBIDITE

SITE DE GRAND-BASSAM

- **Fièvres en général** : lors de la première enquête, Sur 176 sujets infantiles (0-14 ans), 20 enfants soit **11,4% (6,7-16,1)** ont une température axillaire supérieure ou égale à 37,5°C. Pendant la deuxième enquête, Sur les 200 sujets infantiles, 22 enfants soit **11%** ont une température axillaire supérieure ou égale à 37,5°C. Les enfants recensés à la première enquête sont autant fébriles que ceux de la deuxième ($\chi^2 = 0,012$ et $p=0,911$)).
- **Fièvres palustres** : au cours de la première enquête, la prévalence du paludisme chez les enfants est de 10,2%. Lors de la seconde enquête, La prévalence du paludisme est de 11,0% à Grand-Bassam. La prévalence n'a donc pas varié d'une enquête à l'autre ($\chi^2 = 0,058$ et $p=0,808$) (Tableau 5).

SITE D'ADZOPÉ

- **Fièvres en général** : lors de la première enquête, sur 256, 76 soit 29,7% [24,1-35,3] avaient une température axillaire supérieure ou égale à 37,5°C. Au cours de la seconde enquête, sur 199 enfants 31 soit 15,6% [10,6-20,6] étaient fébriles (Température axillaire supérieure ou égale à 37,5°C. Les enfants fébriles de la première enquête sont significativement plus nombreux que ceux de la deuxième enquête ($\chi^2 = 12,4$ et $P = 0,0004$).
- **Fièvres palustres** : lors de la première enquête, la prévalence du paludisme chez les enfants est de 26,2% [20,8-31,6] ; cette prévalence est de 13,1 [8,4-17,8] au cours de la seconde enquête. Les enfants de la de la deuxième enquête ont moins fait le paludisme que ceux de la première enquête ($\chi^2 = 11,82$ et $p = 0,0006$) (Tableau 6).

Tableau 5. Répartition des fièvres chez les enfants âgée de 0 à 14 ans à Grand- Bassam
IC : intervalle de confiance

	Enquête 1	Enquête 2	Total	P
Nombre d'enfants	176	200	376	
Nombre de cas de fièvres en général	20	22	42	
%	11,4	11,0	11,2	0,911
IC95%	(6,7-16,1)	(6,7-15,3)	(8,0-14,4)	
Nombre de cas de fièvre Palustres	18	22	40	
%	10,2	11,0	10,6	0,808
*IC95%	(5,7-14,7)	(6,7-15,3)	(7,1-13,7)	

Tableau 6. Répartition des fièvres chez les enfants âgée de 0 à 14 ans dans le département d'Adzopé

	Enquête 1	Enquête 2	Total	P
Nombre d'enfants	256	199	455	
Nombre de casde fièvres en général	76	31	107	
%	29,7	15,6	23,5	0,0004
IC95%	(21,6-32,7)	(10,6-20,16)	(19,6-27,4)	
Nombre de casde fièvres palustres	67	26	93	
%	26,2	13,1	20,4	0,0006
*IC95%	(20,8-31,6)	(8,4-17,8)	(17,6-24,1)	

*IC : intervalle de confiance

3.5 SOINS AUX MALADES AUX POPULATIONS LOCALES

A Grand-Bassam, 396 (dont 331 à Azuretti et 65 à Gbamélé) ont été consultés. Les maladies diagnostiquées et traitées sont par ordre d'importance le paludisme (34%), les lombalgies (18%), l'asthénie physique (11%), hypertension artérielle (8%) etc.

A Adzopé, 292 malades ont été soignées. Les affections diagnostiquées ont été par ordre d'importance le paludisme (31,5%), lombalgies (15%), l'asthénie (10% etc.

Dans les deux départements, le paludisme constitue la principale cause de consultation médicale.

3.6 TEST D'EFFICACITE

Un total de 2665 moustiques femelles d'*An. gambiae* Kisumu a été testé dans les 2 départements dont 1396 à Grand-Bassam et 1269 à Adzopé sur des MILDA ; 182 et 222 moustiques témoins ont été aussi testés respectivement à Grand-Bassam et à Adzopé. Les taux de mortalité chez les témoins étant supérieur à 5% (6,3% et 6,6%), la correction par la formule d'Abott a été appliquée. Le taux de mortalité obtenu après correction (Tableau 7) à Grand-Bassam (91,87%) est significativement faible par rapport à celui obtenu à Adzopé (99,91%) ($\chi^2 = 104,6$; ddl = 1 ; p = 0,00000).

Les taux moyen du KD à 60 mn (KD 60) obtenus sont de 99,76 et 93,27 % respectivement à Adzopé et à Grand Bassam.

Tableau 7. Pourcentages de mortalité des populations naturelles d'*An. gambia* Kisumu dans les 2 départements au test cône - OMS

	Adzopé	Grand-Bassam
Témoins	222	182
Morts après 24h	14	12
Vivants après 24h	208	170
Mortalité (%)	6,3	6,60
Total testé	1269	1396
Morts après 24h	1268	1290
Vivants après 24h	1	106
Mortalité (%)	99,92	92,41
Mortalité corrigée (%)	99,91	91,87

Tableau 8. Temps de Knockdown en minutes des populations naturelles d'An. gambia Kisumu dans les 2 départements au test cône - OMS

Départements	Effectifs	KdT 50 (mn)	KdT 95 (mn)	Kd 60 (%)
Adzopé	1269	2,55	9,78	99,76
Grand-Bassam	1396	5,6	45,5	93,27
Total	2665			

Kd 60% : Taux du knockdown à 60 mn

4 DISCUSSION

La distribution active des MILDA aux populations d'Adzopé et de Grand-Bassam a comporté des activités d'évaluation exact des nombre de moustiquaires à distribuer par famille, la sensibilisation des bénéficiaires sur la gravité du paludisme et la nécessité de s'en prémunir, la fixation des MILDA dans les chambres par les donateurs pour en éviter les déperditions et la formation à l'utilisation correct de celles-ci et le contrôle de leur utilisation effective par les ASC formés à cet effet. Les journées de consultations gratuites ont été associés à cette distribution par contrainte éthique, mais aussi pour accroître l'adhésion des populations locales au projet car, selon Carnevale [16], la promotion de la moustiquaire ne sera effective que si elle s'inscrit dans un ensemble de mesure visant à améliorer la qualité de la vie et l'accès aux soins.

Cette distribution active a eu un impact sur la perception du paludisme chez les populations locales, sur le taux d'utilisation des Milda, la prévalence parasitaire et la transmission du paludisme.

Concernant la perception du paludisme, le taux de connaissance des causes de cette maladie a augmenté de moins de 50% à plus de 90% (l'amélioration de la connaissance de 72% de la cause du paludisme) parmi la population locale ce qui peut induire un changement de comportement et l'utilisation des mesures de prévention préconisées (utilisation effective et entretien de la moustiquaire, assainissement du cadre de vie). En outre, convaincues de l'efficacité de la moustiquaire, les populations d'Azzuretti et de Gbamélé (Bassam) l'utilisent même au bord de la mer la nuit, là où elles auraient pu se contenter de la brise marine pour se protéger contre les piqûres de moustiques. C'est ce déplacement quotidien de moustiquaire entre la chambre et la plage qui explique le taux de déchirure de moustiquaires observée à Azzuretti et à Gbamélé. Selon Darriet *et al*, [17] même les personnes dont les moustiquaires imprégnées sont déchirées sont protégées car l'insecticide (Permethrine), outre sa capacité à éloigner les moustiques, occasionne un niveau de mortalité immédiat très élevée.

En ce qui concerne le taux d'utilisation des MILDA, il était seulement de 5% au niveau des populations locales adultes et chez les enfants (0-15 ans) seulement 4% en général dorment sous une moustiquaire imprégnée avant notre étude. Nos résultats ne sont pas différents de ceux de l'enquête à indicateurs multiples qui avait mis en évidence un taux de couverture en moustiquaires imprégnées d'insecticide de 6% [18]. Nos résultats ne diffèrent pas de celui de l'enquête à indicateurs multiples qui avait mis en évidence un taux de couverture en moustiquaires imprégnées d'insecticide de 3%. Les résultats de la distribution active ont été le fort accroissement du taux d'utilisation des MIL de 95% et 91%, respectivement chez les adultes et chez les enfants (0-15 ans), la baisse de la nuisance de 90% de l'avis des utilisateurs et la conservation de l'efficacité des MILDA suite à un entretien correct de celles-ci. Ces taux sont largement supérieurs au taux minimum recommandé par l'OMS pour une couverture universel et efficace. En effet, selon l'OMS, une large couverture d'une population (>80%) en moustiquaires imprégnées occasionne la protection même de ceux qui n'y dorment pas [3].

Cette couverture universelle de MILDA dans les sites d'étude y a occasionné certainement la baisse de la transmission, même un an plus tard. Selon des études antérieures, l'utilisation des moustiquaires imprégnées à grande échelle favorise une baisse importante du taux d'inoculation entomologique (TIE) et donc de la transmission [19], [20], [21], [22]. Aussi pouvons-nous affirmer que les populations des villages bénéficiaires sont protégées contre le paludisme et la nuisance. Des résultats similaires ont été obtenus à Djékanou au centre de la Côte d'Ivoire [19], [21], [23]. En effet les moustiquaires imprégnées constituent un obstacle physique contre les piqûres de moustiques et réduisent de 50% les épisodes palustres chez les enfants, de 20 à 63% la mortalité due à cette maladie [24], [25], [26] [22].

Concernant la prévalence parasitaire, La seule espèce plasmodiale rencontrée avant et après la distribution et la pose de moustiquaires est *Plasmodium falciparum*. Cela s'explique par deux faits ; d'abord parce que c'est la principale espèce rencontrée en Côte d'Ivoire [27], [28], ensuite parce que nous avons effectué uniquement des gouttes épaisses et non des frottis sanguins. En effet, c'est le frottis sanguin qui permet l'identification exhaustive des espèces plasmodiales.

La prévalence parasitaire a en général augmenté dans les sites d'étude de 6,7% à Adzopé et de 11,5% à Grand-Bassam. Ces données indiquent que l'utilisation des MILDA dans ces sites d'étude n'a aucun impact sur la prévalence de l'infestation du fait qu'ils sont situés dans des zones d'holoendémicité palustre (indice plasmodique des enfants de 2 à 9 ans > 75%) car l'indice plasmodique est de 89% et 87% respectivement à Adzopé et à Bassam. Cette situation a été évoquée aussi par Mouchet *et al* [1] qui affirmaient que dans beaucoup d'essais où les MILDA ont été distribuées aux communautés, la prévalence parasitaire n'a pas sensiblement baissé en zone de transmission holoendémique. De même, Assi [29], affirmait que les MII n'influençaient pas les taux de prévalence des infestations à *P. malariae*.

Certes, Nos données indiquent que l'utilisation des MII dans nos zones d'étude n'a aucun impact sur la prévalence de l'infestation. *Mais, elle entraîne à Adzopé* une baisse significative des fièvres en général et de 50% les fièvres palustres en particulier de la première enquête (avant l'utilisation des MILDA) à la deuxième enquête (après la distribution des MILDA) à Adzopé. Ce qui confirme l'impact sanitaire de l'utilisation des MILDA avec une réduction significative de la densité parasitaire. Cela s'explique par le taux de couverture élevé dans cette localité et au respect strict du mode d'utilisation et d'entretien de ces MILDA. Ces résultats corroborent les observations de Henry *et al* [30], qui ont enregistré une réduction de 50% des fièvres palustres chez les enfants protégés par des MILDA dans la région de savane au Nord de la Côte d'Ivoire-dans le département de Grand-Bassam, une invariabilité des résultats. Cela s'explique par une mauvaise utilisation des MII.

Cette méthode de distribution de moustiquaire apporte une innovation majeure aux activités classiques de distribution de moustiquaires imprégnées. En effet, les moustiquaires sont généralement distribuées sur la place publique devant les caméras de la télévision sans une formation préalable des bénéficiaires à leur entretien, à leur utilisation et aucun contrôle et suivi de leur utilisation effective. Très souvent, ces moustiquaires sont vendues au tiers par ces bénéficiaires, ce qui ne permet pas d'atteindre le but visé par le don à savoir la diminution de la prévalence du paludisme.

En tenant compte de nos résultats, la distribution gratuites de moustiquaires imprégnées devraient être de plus en plus active aussi bien en milieu rural qu'urbain. Si en milieu rural, elle peut être aisée, en ville, elle peut être confrontée à des obstacles pouvant être levés par la conception de stratégies de distribution choisies en fonction des situations locales. Il s'agit par exemple de subdiviser les zones urbaines en plusieurs aires de distribution circonscrites et gérées par des ASC ou des jeunes des quartiers préalablement formées.

Les bio-essais ont permis de juger l'efficacité opérationnelle des MII après 3 ans d'utilisation. Nos résultats montrent une efficacité de longue durée (3-4 ans) des moustiquaires pré-imprégnées (PermaNet®) sur la souche Kisumu de référence sensible. En effet, les moustiquaires imprégnées des deux zones ont un effet létal acceptable au regard des normes d'efficacité de l'OMS (mortalité > 80%) avec 91,87 % à Grand-Bassam et 99,91 % à Adzopé.

Ces résultats concordent avec ceux de Lindblade *et al.* [30] au Kenya et Kilian *et al.* [31] en Ouganda qui ont montré une efficacité des MII (PermaNet®) au-delà de 2 et 3 ans avec des taux de mortalité supérieurs à 80%. Carnevale *et al.* [32], en Côte d'Ivoire ont affirmé par contre que les MII conservaient leur effet létal sur plus de 3 ans avec 100% de mortalité.

Toutefois, en tenant compte des normes de l'OMS relatives au taux de moustiques Kd obtenu (> 95%), les moustiquaires distribuées dans les villages de Grand-Bassam présentent une relative baisse d'efficacité résiduelle (93,3% de KD) après 3 ans d'utilisation. Le faible taux relatif de Kd observé à Grand Bassam par rapport à celui d'Adzopé s'explique par le fait qu'à Grand-Bassam, 54,5 % de la population utilisent lors du lavage des moustiquaires des savons (kabakourou, OMO etc..) qui ont un impact négatif sur l'efficacité de celles-ci. En outre, ces populations qui, en majorité, dorment à la belle étoile du fait de la chaleur, y laissent en permanence leurs moustiquaires dressées toute la journée parfois sous la pluie et le soleil. Cela a pour conséquence l'absence d'impact des MILDA sur des fièvres palustres (sur la transmission du paludisme).

Au total, après 3 ans d'utilisation, les MILDA testées conservent leur efficacité même si l'on constate une légère baisse de celles-ci à Grand-Bassam par rapport au pourcentage de KD. La conservation relative de cette efficacité est certainement due aux dispositions préalablement prises par les donateurs avant la distribution des MILDA: distribution active, aide à la fixation des moustiquaires dans les ménages, éducation sanitaire des populations locales sur la gravité du paludisme et les vertus des MILDA, formation à l'entretien de celles-ci (rythme de lavage, séchage), contrôle de l'utilisation effective par les agents de santé communautaire (ASC) (Tia, *comm pers*). Il est important d'adopter cette stratégie pour tout programme de distribution des MILDA afin d'en assurer l'efficacité et la "pérennité".

5 CONCLUSION

Les distributions gratuites de moustiquaires imprégnées devraient être actives en vue d'une meilleure protection des populations contre le paludisme. Cette distribution active comporte la des actions antérieures et d'autres postérieures à

mener. En ce qui concerne les actions antérieures, il s'agit de la formation des Agents de Santé Communautaire (ASC) pour l'encadrement des bénéficiaires, la sensibilisation des populations sur les conséquences et les complications du paludisme pour susciter en eux la nécessité de s'en prémunir, les vertus et l'entretien des MILDA afin d'en assurer une bonne utilisation et la pérennité. Les donateurs devraient prévoir des équipes de fixation des MILDA aux domiciles des bénéficiaires. Dans le but d'accroître l'intérêt des populations pour ces MILDA, la distribution de celle-ci doit être couplée à d'autres actions humanitaires telles que la vaccination des enfants, les consultations foraines gratuites etc. En ce qui concerne les actions postérieures, il s'agit d'un suivi de l'utilisation effective des MILDA par les ASC et si possible par les donateurs. Une distribution active de moustiquaires bien conduite contribue à en augmenter le taux d'utilisation, un meilleur entretien et leur pérennité, une diminution notable du contact homme/vecteur, seule gage pour une réduction de la prévalence du paludisme. Les MILDA ont un impact réel sur la prévention du paludisme infestation et du paludisme maladie ; elles demeurent donc un très bon moyen de lutte contre la transmission du paludisme lorsqu'elles sont bien entretenues.

REMERCIEMENTS

Nous voudrions très sincèrement remercier l'ONG ICMRT pour l'appui financier dans la conduite de ces travaux et le don de MILDA. Nous sommes également reconnaissants au Programme national de Lutte contre le paludisme (PNLPCI) pour son appui administrative et scientifique à ce projet.

REFERENCES

- [1] J. Mouchet, P. Carnevale, M. Coosmans, J. Julvez, S. Manguin, D. Richard-Lenoble & J. Sirculon, *Biodiversité du paludisme dans le monde*. Ed. John Libbey. Eurotext, Montrouge, 428 p, 2004.
- [2] OMS, 20^{ème} rapport du comité d'expert du paludisme, Ed OMS, Genève, 25p, 2005.
- [3] OMS, World malaria report, Geneva, *WHO organization*, p 215, 2008.
- [4] ANONYME, Base de données du programme National de Lutte contre le Paludisme en Côte d'Ivoire, *Doc PNLP*, 20p, 2004.
- [5] Anonyme, Base de données du programme National de Lutte contre le Paludisme en Côte d'Ivoire, *Doc PNLP*, 25p, 2014.
- [6] Anonyme, Directives nationales de prise en charge du paludisme, version mai 2013, Doc Ministère de la santé et de la lutte contre le sida et du PNLP, 37 p, 2013.
- [7] Anonyme, Enquête démographique et de santé et à indicateurs multiples, Côte d'Ivoire. Institut National de la statistique, 42 p, 2011-2012.
- [8] J.M.C. Doannio, D.T. Doudou, L.Y. Konan, R. Djouka, T.L. Pare, T. Baldet, M. Akogbeto, L. Monjour, Représentation sociale et pratiques liées à l'utilisation des moustiquaires dans la lutte contre le paludisme en Côte d'Ivoire (Afrique de l'Ouest). *Med Trop*, 66, 45-52, 2006.
- [9] OMS, Effects of insecticid-treated bednets during early infancy in an african of intense malaria transmission: a randomized controlled trial, *Bull WHO*, 84 (6), 120-126, 2006.
- [10] J.C. Combres, M. Eldin, Eléments généraux de climat. Atlas de Côte d'Ivoire. ORSTOM ed (Ins Géo Trop Univers A3a), Abidjan, 150 p, 1972.
- [11] D.F. Grezendanner, Taille d'un échantillon aléatoire et marge d'erreur, 20/4/2012, WWW.cp.ge.ch/sem, 2012.
- [12] B. Le Maux, Choix de l'échantillon statistique, logiciels et enquête. Produire et préparer les variables, 18/09/2012, www.perso.uni-rennes1.fr/benoit.le-maux/echantillon.pdf, 21p, 2012.
- [13] L. Bernard Kouassi, K. Dziedzom De Souza, A. Goepogui, M. Siradou Balde, L. Diakité et al, Low prevalence of Plasmodium and absence of malria transmission in conakry, Guinea : prospects for elimination, *Mal. Journal*, 15 : 175, 1230-9, 2015.
- [14] WHO, Guidelines for laboratory and field-testing of long-lasting insecticidal net. *WHO/HTM/NTD/WHOPES/2013.3*, 88p, 2013.
- [15] WHO, Guidelines for monitoring the durability of long-lasting insecticidal mosquito nets under operational conditions, *WHO/HTM/NTD/Whopes/2011.5*, 44p, 2011
- [16] P. Carneval, Moustiquaires imprégnées et paludismes, *Med Trop* 1998 ; 58 : 243-244, 1998.
- [17] F. Darriet, R. N'Guessan, P. Carneval, Evaluation in test huts of protective effects of untreated mosquito nets against *Anopheles gambiae* s.s. bites. *Cah. Santé*, vol 10, Number 6 : 413-417, 2000.
- [18] O. Faye, I. Konate, O. Gaye, D. Fontenille, A. Diop, Impact de l'utilisation des moustiquaires pré-imprégnées de perméthrine sur la transmission du paludisme dans un village hyperendémique du Sénégal. *Med Trop* ; 58 : 355-360, 1998.

- [19] T.G. Jaenson, M.J. Gomes, R.C. Dos Santos Barreto, C. Petrarca, D. Fortini, Evora J *et al.*, Control of endophagic *Anopheles* mosquitoes and human malaria in Guinea Bissau, West Africa by permethrin-treated bed nets. *Trans R Soc Trop Med Hyg*, 88, 620-624, 1994
- [20] B.G. Koudou, F.A. Ouattara, A.V.C. Edi, C. Nsanzabana, E. Tia, E.S. Tchicaya *et al*, Transmission du paludisme en zone de haute couverture en moustiquaires imprégnées d'insecticide de longue durée au Centre de la Côte d'Ivoire, *Med Trop.* ; 70 : 479-484, 2010.
- [21] M.C. Thomson, J.H. Adiamah, S.J. Connor, M. Jawara, S. Bennett, U.D'alessandro, Entomological evaluation of the gambia's national impregnated bednet programme, *Ann Trop Med Parasitol*, 89, 229-24, 1995
- [22] D.J. Massue, S. J. Moore, Z. D. Mageni, J. D. Moore, J. Bradley, O. pigeon *et al*, Durability of olyset campaign nets distributed between 2009 and 2011 in eight districts of Tanzania, *Mal. J. Vol 15* :16:176, 2016
- [23] Anonyme, Importance de la mise au point de speciation concernant les tulles pour moustiquaires. *Doc, RBM*, [updated 13/12/2010] available from www.rbm.who.int, 2005.
- [24] V. Corbel, J. Chabi, R.K. Dabire, J. Etang, P. Nwane, O. Pigeon, M. Akogbeto and J.M. Hougard, Field efficacy of a new mosaic long-lasting net (Permanet^R 3.0) against pyrethroid-resistant malaria vectors : a multi-centre study in Western and Central Africa. *Mal J.* , Vol 9 : pp 109-113, 200
- [25] C. Lengeler, Insecticide-treated bed nets and curtains for preventing malaria. *Cochrane Database of systematic reviews*, 1-58, 2009.
- [26] S.B. Assi, M.C. Henry, C. Rogier, I. Nzeyimana I. et Koné M., Evaluation de la sensibilité de *Plasmodium falciparum* à la chloroquine dans la région de savane au Nord de la Côte d'Ivoire. *Bull Soc Path Exot* ; 97 (3) : 177-179, 2004.
- [27] E. Tia, M. Akogbeto, A. Koffi, M. Toure M, A.M. Adja, K. Moussa, T. Yao, P. Carnevale & F. Chandre, Situation de la résistance d'*Anopheles gambiae* s.s. (*diptera* : *culicidae*) aux pyréthrinoides et au DDT dans cinq écosystèmes agricoles de Côte d'Ivoire. *Bull Soc Pathol Exot*, 99 (4) 278-282, 2006.
- [28] Assi S-B., Evaluation parasito-clinique de l'impact des moustiquaires imprégnées de pyréthrinoides sur la morbidité du paludisme dans les zones de résistance des vecteurs aux pyréthrinoides, en région de savane, au Nord de la Côte d'Ivoire. *C.E.S de parasitologie*, 48 p, 2001.
- [29] M.C. Henry, S.B. Assi, C. Rogier, Dossou-Yovo J., Chandre F., Guillet P. et Carnevale P., 2005. Protective efficacy of lambda-cyhalothrin treated nets in *Anopheles gambiae* pyrethroid resistance areas of Cote d'Ivoire. *American Journal of Tropical Medicine & Hygiene.*, 73, 859-864.
- [30] Lindblade K A., Ellen D., Wiliam A., Hawley A., Nabie B., John W., Dwight M., George O., John V., Laurence S. and John G., 2005. Evaluation of long lasting insecticidal nets after 2 years household use. *Tropical Medicine & International Health* 10, S1141-1150, 2005
- [31] A. Kilian, W. Byamukama, O. Pigeon, F. Atieli, S. Duchon and C. Phan, Long-term field performance of a polyester-based long-lasting insecticidal mosquito net in rural Uganda. *Malaria Journal*, 7:49, 2008.

Identification et quantification de mycotoxines détectées à partir de différentes souches de champignons cultivés sur milieu de culture PDA en présence des œufs d'*Achatina fulica* (Bowdich)

[Identification and quantification of mycotoxins detected from different strains of fungi grown on PDA culture medium in the presence of eggs of *Achatina fulica* (Bowdich)]

DEDI née KY Juliette¹, OTCHOUMOU Atcho², and ALLOU Kouassi³

¹Laboratoire de Biologie et Amélioration des Productions Végétales, Université Nangui Abrogoua, UFR-SN, Abidjan, Côte d'Ivoire

²Laboratoire de Biologie et Cytologie Animale, Université Nangui Abrogoua, UFR-SN, Abidjan, Côte d'Ivoire

³Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Station de recherche Marc Delorme, Laboratoire de Défense des cultures sur le programme cocotier, Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2016 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 characterization of the fungal flora of the breeding litter *Achatina fulica* and different incubation substrates (coconut husks, cotton wool, sawdust, planting soil, virgin forest soil) of the eggs revealed the presence cosmopolitan fungi such as *Aspergillus Niger*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Mucor* sp., *Penicillium decumbens*, *Penicillium* sp. and *Trichoderma* sp. Note however that fusaria are only present on the breeding litter the giant African snail. The percentage of occurrence of fungi varies from one substrate to another. *Aspergillus Niger* remains the only fungus present on all substrates and *Penicillium decumbens* only on the planting soil. Similarly, the characterization of the potential of each of toxigenic strains performed through the identification technique by HPLC was able to detect and quantify ochratoxin A and aflatoxin G2, G1, B1 at most samples (eggs + fungus) except that consisting of eggs + *Fusarium solani* or no mycotoxins were detected. Ochratoxin A detected in samples containing *Aspergillus Niger*, *Oxysporum Fusarium*, *Mucor* sp. and *Penicillium* sp. is present in very small quantities in the set. The aflatoxin B2 is absent in all samples.

KEYWORDS: aflatoxins, ochratoxin A, fungi, incubation substrates, eggs.

RESUME: La caractérisation de la flore fongique de la litière d'élevage d'*Achatina fulica* et des différents substrats d'incubation (bourres de coco, coton hydrophile, sciure de bois, sol de plantation, sol de forêt vierge) des œufs a révélé la présence de champignons cosmopolites comme *Aspergillus niger*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Mucor* sp., *Penicillium decumbens*, *Penicillium* sp. et *Trichoderma* sp. Il faut cependant noter que les *Fusarium* ne sont présents que sur la litière d'élevage de l'escargot géant africain. Le pourcentage d'apparition des champignons est variable d'un substrat à un autre. *Aspergillus niger* reste le seul champignon présent sur tous les substrats et *Penicillium decumbens* uniquement sur le sol de plantation. De même, la caractérisation du potentiel toxigène de chacune des souches, réalisée grâce à la technique d'identification par HPLC, a permis de détecter et quantifier l'ochratoxine A et les aflatoxines G2, G1, B1 au niveau de la majorité des échantillons (œufs + champignon) sauf celui constitué des œufs + *Fusarium solani* ou aucune des mycotoxines n'a été détectée. L'ochratoxine A, détectée au niveau des échantillons contenant *Aspergillus niger*, *Fusarium Oxysporum*,

Mucor sp. et *Penicillium sp.* est présente en très faible quantité dans l'ensemble. L'aflatoxine B2 est absente au niveau de tous les échantillons.

MOTS-CLEFS: aflatoxines, ochratoxine A, mycètes, substrats d'incubation, œufs.

1 INTRODUCTION

Achatina fulica (Bowdich) est originaire d'Afrique de l'Est [1]. Les œufs fécondés sont pondus vingt-huit jours après l'accouplement et sont déposés dans des nids ou parmi les roches et les sols sur le terrain. Les œufs éclosent habituellement à des températures supérieures à 15 °C. Dans les bonnes conditions, ils vont éclore après onze à quinze jours d'incubation et donner des naissains. Le nombre d'œufs que l'escargot pond dépend souvent de la maturité et de l'âge de l'escargot et se situe entre 100 à 500 œufs [2]. Les œufs ont un gros diamètre et un petit diamètre respectivement de 4 mm et de 3 mm [3] avec des jeunes très fragiles. Cet escargot est très actif la nuit ou après les pluies tropicales [4] et se réfugie sous abri durant le jour. *Achatina fulica* atteint la maturité sexuelle à trois mois d'âge et les premières pontes surviennent à 3 mois en élevage [5]. C'est un escargot dont les plus gros individus d'élevage peuvent dépasser 20 cm, avec une masse de plus de 120 g. Cependant la taille moyenne est plus réduite. Elle est généralement comprise entre 8 et 13 cm [6].

Les œufs d'une ponte, en particulier ceux d'*Achatina fulica*, sont en général blanc jaunâtre avec un diamètre de 4 mm [6]. Dans l'œuf, l'embryon se développe au détriment des réserves nutritives qu'il contient jusqu'à ce que le naissain sorte de sa coquille en ce qui concerne l'escargot. Cependant, dépourvus de chlorophylle, les champignons se nourrissent par l'intermédiaire de leur organe végétatif appelé mycélium constitué de fins filaments parfois visibles à l'œil nu [7]. Le mycélium sécrète des enzymes puissantes qui lui permettent de décomposer la matière organique afin d'absorber les éléments carbonés qui s'y trouvent et qui sont nécessaires à la survie de ses cellules. Ces fins filaments possèdent également un grand pouvoir de pénétration et de dissémination dans le substrat [7]. Les champignons produisent des mycotoxines qui sont des composés chimiques toxiques élaborés par des espèces de champignons appartenant aux genres *Aspergillus*, *Fusarium* et *Penicillium* [8]. Les mycotoxines se retrouvent dans le mycélium et les spores et peuvent aussi diffuser dans le substrat qu'elles contaminent [9].

Ces métabolites sont dits « secondaires » [10] car ils ne sont pas directement nécessaires à la vie du champignon.

En revanche, indirectement, ils font partie de leur arsenal chimique de défense contre les concurrents comme les bactéries, d'autres champignons ou animaux. Parmi les animaux d'élevage, les aflatoxines sont particulièrement toxiques pour les poulets.

La présence de champignons ne signifie pas nécessairement l'élaboration de mycotoxines, mais qu'un potentiel de production existe. Si les mycotoxines ont en commun le fait d'être produites par des moisissures et d'avoir des effets toxiques sur la santé humaine et animale, elles ne sont pas définies par référence à une structure chimique commune [11]. Or la structure chimique d'une molécule détermine sa fonction et ses propriétés à savoir sa condition de formation, sa résistance, sa stabilité et ses effets toxiques.

Les mycotoxines peuvent aussi entrer dans la chaîne alimentaire via la viande ou d'autres produits animaux tels que les œufs, le lait et le fromage en raison de la contamination de l'alimentation de l'animal [12]. Une atmosphère humide et chaude favorise leur sécrétion. De plus, les substrats riches en glucides représentent un milieu plus propice à la production de mycotoxines que celles riches en protéines. Les œufs de poules, de cailles, de poissons, de canes et d'escargots (*Helix*) sont en général plus riches en protéines qu'en glucides. L'œuf, et surtout le blanc d'œuf, contient des protéines de qualité supérieure qui permettent le maintien de la substance tissulaire et une prise rapide de masse musculaire. Les protéines de l'œuf sont considérées comme protéines de référence. La teneur protéique de l'œuf entier est de 14 % ce qui représente un apport de 8 g pour un œuf de 55 g [13]. Ce sont donc des milieux très peu propices à la production de mycotoxines.

En général, les œufs d'*Achatina fulica* mis à incuber sur différents substrats d'incubation n'éclosent pas tous. Il se pourrait que des microorganismes tels que les champignons soient présents dans ses derniers et qu'en conditions favorables ces champignons produisent des mycotoxines qui pourraient agir sur les œufs d'*Achatina fulica* en réduisant leur taux d'éclosion.

Le but de ce travail est de caractériser la flore fongique des substrats d'élevage et d'incubation des œufs d'*Achatina fulica* afin d'identifier et de quantifier par HPLC les mycotoxines (aflatoxines et ochratoxine A) produites par chacun des champignons isolés après incubation des œufs d'*Achatina fulica* en présence de chacun d'eux.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MATÉRIEL BIOLOGIQUE

Le matériel biologique était constitué d'une part du substrat d'élevage composé d'un mélange à quantité égale de sol brun sablo argileux provenant des plantations de la forêt de l'Université Nangui Abrogoua d'Abidjan et de sol sableux d'environ 87 % de quartz (sol de mer) ; des substrats d'incubation que sont le Sol de Forêt Vierge, le Sol de Plantation, le Coton Hydrophile, les Bourres de Coco (*Coco nucifera*) et la Sciure de Bois et d'autre part des escargots *Achatina fulica* et leur aliment composé de feuilles de papayer (*Carica papaya* : Caricaceae), de laitue (*Lactuca sativa* : Apiaceae) et de choux (*Brassica oleraceae* : Brassicaceae).

3 MÉTHODES

3.1 ISOLEMENT DES SOUCHES DE CHAMPIGNONS

Pour la recherche de champignons microscopiques, les prélèvements ont été effectués au niveau des bacs d'élevage et d'incubation avant et après 2 semaines d'incubation des œufs d'*Achatina fulica*. Une série de dilutions des échantillons au 1/10 a été effectuée selon la méthode de [14]. Les dilutions 10^{-4} et 10^{-5} ont été retenues pour l'ensemencement du milieu solide choisit pour l'isolement sélectif des champignons à raison de 3 boîtes de Pétri par dilution. Le milieu choisit est le Potato Dextrose Agar (PDA). L'acide citrique qui est un bactéricide a été ajouté au milieu au moment de sa distribution dans les boîtes de Pétri sous la hotte à raison de 0,25 g/ 250 ml d'extrait. Toutes les opérations sont faites dans des conditions d'asepsie rigoureuses en récipients stérilisés.

L'ensemencement a été effectué en surface par étalement de 1 ml de l'inoculum sur le PDA solidifié. Les boîtes ont été mises à incuber pendant 7 jours à une température moyenne de 28,28°C. Les souches ont été identifiées en se basant sur leurs caractères culturels et morphologiques [15 ; 16] permettant ainsi de déterminer le genre et si possible l'espèce de chaque souche.

3.2 IDENTIFICATION DES MYCOTOXINES PAR LA CHROMATOGRAPHIE LIQUIDE A HAUTE PERFORMANCE

3.2.1 PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS

Les œufs ont été lavés délicatement à l'eau du robinet pour les débarrasser des résidus de substrats. Ils ont été ensuite désinfectés à l'alcool 50° puis rincés à l'eau distillée stérile.

Chacune des souches pures a été repiquée seule sur le milieu PDA à raison de trois boîtes de Pétri stériles par champignon en présence de 15 œufs d'*Achatina fulica*. Ces boîtes ont été mises à incuber à une température moyenne de 28,28 °C pendant dix jours.

3.2.2 MODE OPÉRATOIRE

3.2.2.1 EXTRACTION ET DOSAGE PAR CLHP DES AFLATOXINES B1, B2, G1 ET G2

Vingt grammes d'échantillon finement broyés ont été mis à dissoudre dans 100 ml de solution hydro - alcoolique (80 ml Méthanol + 20 ml H₂O) pendant 12 heures. L'extraction et la purification ont été faites selon la norme ISONF EN 14123 test DN 160, adaptée aux conditions du laboratoire (LCME). Puis, après attaque, nous avons procédé à la filtration sur du papier filtre Whatman dans des erlenmeyers de 100 ml et a constitué le filtrat n°1. A 50 ml du filtrat n°1, 40 ml de réactif de clarification composé de 5 g d'acide phosphotungstique (H₃ [P(W₃O₁₀)₄] x H₂O) hydraté a été ajouté. Après 15 min, l'extrait a été filtré et recueilli dans une ampoule à décanter et constitue ainsi le filtrat n°2 qui est le trichlorométhane (CHCl₃). 10 ml de CHCl₃ ont été prélevés à trois reprises ; tous les extraits sont réunis et placés dans un ballon à colle rodé NS29/32 de 50 ml pour l'évaporation à sec à l'aide d'un évaporateur rotatif à 40°C.

Le résidu obtenu après évaporation a été dissout dans 400 µl de HCl auquel est ajouté aussitôt 4,6 ml de H₂O bidistillée ou Lichrosol. Le résidu ainsi traité a été filtré deux fois à l'aide d'un filtre Rezist dans une fiole sèche. 20 ml de ce filtrat final ont été injectés dans la colonne. Au cours de l'analyse des aflatoxines, il convient d'éviter autant que possible la lumière du jour, car l'aflatoxine se décompose progressivement sous l'influence de la lumière ultraviolette.

La colonne analytique utilisée est de type Supelco C18 VP-ODS-2 phase inverse, (154 x 4,6 mm) conditionnée à 40°C avec une pré-colonne de garde de 10 x 4,6 mm. La phase mobile est constituée d'un mélange préalable acétonitrile/ méthanol (50/50) puis ce mélange et eau (60/40) à un débit de 1 ml min⁻¹.

L'appareil utilisé pour la Chromatographie Liquide Haute Performance (CLHP) est de marque Shimadzu, permet une détection par fluorescence (λ excitation : 365 nm et λ émission : 440 nm). Le détecteur fluorescent est de marque Shimadzu RF 10 AXL. Le système est équipé également d'une pompe qui permet la circulation des solvants dans le circuit et d'obtenir des gradients des solvants. Un logiciel (LC-Solution) permet de piloter l'ensemble du système et d'assurer l'acquisition des données.

Les injections sont effectuées avec un injecteur automatique et le volume d'injection est de 100 µl. La durée d'acquisition par l'analyse est de 25 min. Le temps de rétention est de l'ordre de 7 minutes.

Pour la quantification des métabolites, une gamme d'étalonnage est effectuée à l'aide de substances de référence pures (aflatoxine pure).

3.2.2.2 EXTRACTION ET DOSAGE DE L'OTA

Un échantillon de 15 g préalablement broyé et homogénéisé a été mis dans un pot plastique auquel a été ajouté 150 ml du mélange méthanol/hydrogénocarbonate de sodium à 1 % (50/50 ; V/V). Une extraction a été faite à l'aide d'un Ultra Turax pendant 2 min. L'extrait a été centrifugé à 4000 tours/min pendant 5 min puis filtré à travers un papier filtre (185 mm) Whatman (Ref 066082.775) dans une éprouvette de 25 ml.

La purification de l'OTA se fait grâce à des colonnes d'immuno-affinité R.Biopharm. 11 ml du filtrat obtenu a été dilué dans 11 ml de tampon Phosphate Butter Saline (PBS) et 20 ml de ce mélange ont été prélevés à l'aide d'une pipette et déposé en haut de la colonne d'immuno affinité à un débit de 2ml/min pour la purification.

La colonne a été ensuite lavée avec 10 ml de PBS (Phosphate Butter Saline) à un débit de 3 ml/min puis avec 1,5 ml du mélange méthanol/acide acétique en trois étapes de 0,5 ml avec une pause de 1 min entre chaque étape à un débit de 0,5 ml/min. La colonne retient alors les molécules d'OTA grâce à un gel d'anticorps monoclonaux anti-OTA.

L'élution se fait après lavage de la colonne avec 1,5 ml de PBS à un débit de 5 ml/min. L'éluat est évaporé jusqu'à siccité (sécher) sous un flux d'azote à une température d'environ 50°C. Il est de nouveau dissout dans 250 µl de la phase mobile de la CLHP. L'appareil utilisée pour la Chromatographie Liquide Haute Performance permet une détection par fluorescence (λ excitation : 330 nm et λ émission : 460 nm). Le système est équipé également d'une pompe qui permet la circulation des solvants dans le circuit et d'obtenir des gradients des solvants. Un logiciel (LC-Solution) permet de piloter l'ensemble du système et d'assurer l'acquisition des données.

La colonne analytique utilisée est de type Shim A – Park VP – ODS 250 x 4.6 mm, avec une pré- colonne Shim A GVP-ODS 10 x 4,6 mm. La phase mobile est un mélange acétonitrile /eau/acide acétique (99/99/2 ; V/V/V) à un débit de 1 ml/min et la température de la colonne est de 40 °C. Les injections sont effectuées avec un injecteur automatique et le volume d'injection est de 100 µl. La durée d'acquisition par l'analyse est de 12 min. Le temps de rétention est de l'ordre de 9 minutes.

Pour la quantification des métabolites, des courbes d'étalonnage ont été réalisées à partir de standards purs des différents métabolites. Nous avons utilisé de l'ochratoxine A pure qui a pour numéro CAS 303-6479 (Iarc 1993).

3.3 TRAITEMENT DES RÉSULTATS

L'analyse statistique des valeurs a été réalisée grâce au logiciel SPSS. Duncan nous a permis de faire une comparaison des moyennes deux à deux et nous donne le comportement des champignons par groupe homogène. La différence entre les moyennes est considérée statistiquement significative au seuil de 5% ($p < 0,05$).

4 RESULTATS

4.1 CHAMPIGNONS IDENTIFIÉS

Les champignons isolés et identifiés ainsi que leur pourcentage d'apparition sont répartis dans le tableau I. Le pourcentage d'apparition d'un champignon est calculé selon la formule :

$$\% \text{apparition d'un champignon} = \frac{\text{Nombre d'apparitions du champignon}}{\text{Nombre total de tous les champignons}} * 100$$

% = Pourcentage

- = absence du champignon

Tableau I : Pourcentage d'apparition des champignons isolés sur substrats non stériles d'élevage et d'incubation d'œufs d'*Achatina fulica*

Champignons	Substrats (%)					
	LE	SP	SFV	SB	CH	BNC
<i>Aspergillus niger</i>	10	10	12,5	62,5	28,57	20
<i>Fusarium oxysporum</i>	20	-	-	-	-	-
<i>Fusarium solani</i>	20	-	-	-	-	-
<i>Mucor sp.</i>	-	-	25	37,50	-	20
<i>Penicillium decumbens</i>	-	20	-	-	-	-
<i>Penicillium sp.</i>	10	-	12,5	-	28,57	-
<i>Trichoderma sp.</i>	10	30	25	-	-	60

- = absence du champignon

LE = Litière d'Elevage

SB = Sciure de Bois

SP = Sol de Plantation

CH = Coton Hydrophile

SFV = Sol de Forêt Vierge

BNC = Bourres de Noix de Coco

4.2 MYCOTOXINES IDENTIFIEES AU NIVEAU DE CHAQUE CHAMPIGNON

Les aflatoxines et l'ochratoxine A identifiées sont inventoriées dans le tableau II.

Tableau II: Récapitulatif des mycotoxines isolées à partir de chacun des champignons cultivés en présence des œufs d'*Achatina fulica*

Mycotoxines (µg /kg)	Aflatoxine G2	Aflatoxine G1	Aflatoxine B2	Aflatoxine B1	Ochratoxine A
Champignons					
<i>Aspergillus niger</i>	14	N/D	N/D	5,7	0,15
<i>Fusarium Oxysporum</i>	4,227	2,420	N/D	0,564	0,13
<i>Fusarium solani</i>	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D
<i>Mucor sp.</i>	65	N/D	N/D	N/D	0,09
<i>Penicillium decumbens</i>	174	N/D	N/D	26	N/D
<i>Penicillium sp.</i>	N/D	100	N/D	N/D	0,10
<i>Trichoderma sp.</i>	34	N/D	N/D	N/D	0,15

N/D : Non détecté ; LD : Limite de Détection ; LQ : Limite de Quantification

4.3 CHROMATOGRAMMES DE CHACUN DES ECHANTILLONS

Les chromatogrammes de 1 à 7 et ceux de 8 à 14 représentent respectivement l'apparition des aflatoxines et de l'ochratoxine A pour chaque champignon.

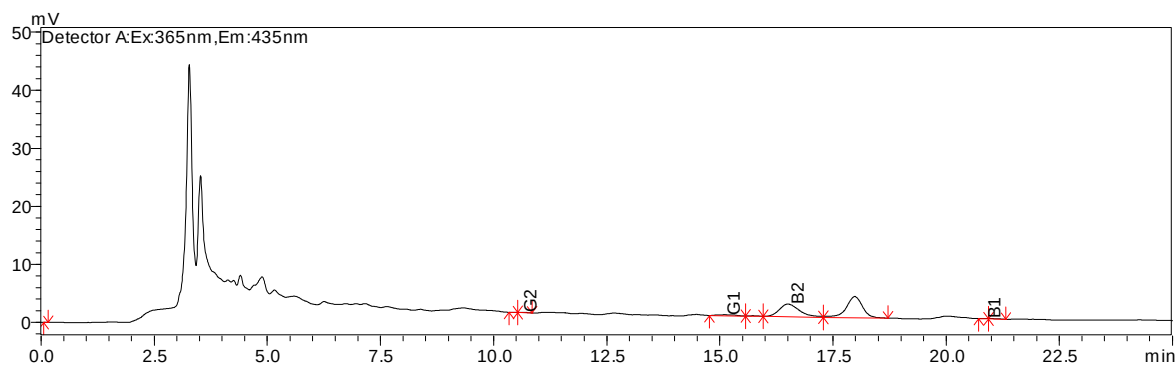


Figure 1: Chromatogramme des aflatoxines identifiées au niveau d'*Aspergillus niger*

Name	Ret Time	Area	Height	Mark	Concentration (µg/kg)	LD	LQ
G2	10.580	723	66	V	14	0.0025	0.0084
G1	15.080	5396	197		ND	0.11	0.38
B2	16.491	68031	2185	V	ND	0.0052	0.017
B1	20.832	579	61		5, 7	0.125	0.42

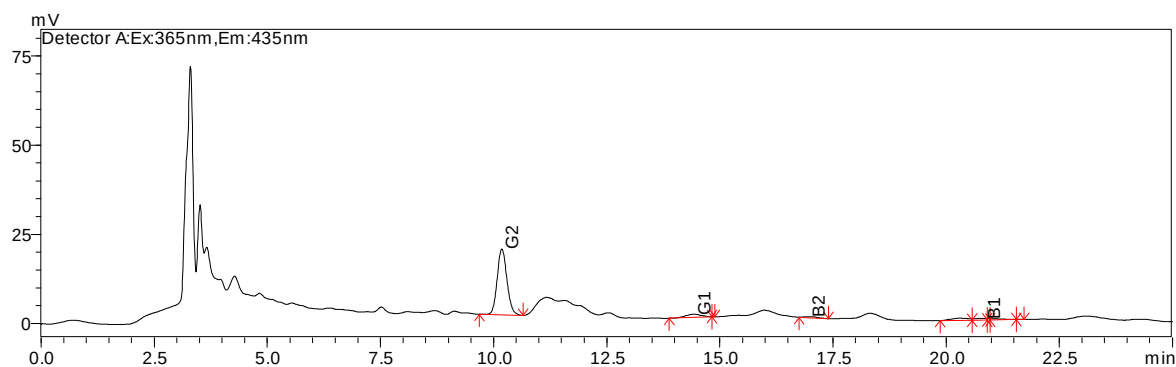


Figure 2 : Chromatogramme des aflatoxines identifiées au niveau de *Penicillium decumbens*

Name	Ret Time	Area	Height	Mark	Concentration (µg/kg)	LD	LQ
G2	10.177	278221	18497		174	0.0025	0.0084
G1	14.421	21626	858		1 00	0.11	0.38
B2	16.960	6537	333		ND	0.0052	0.017
B1	20.827	8331	429	V	26	0.125	0.42

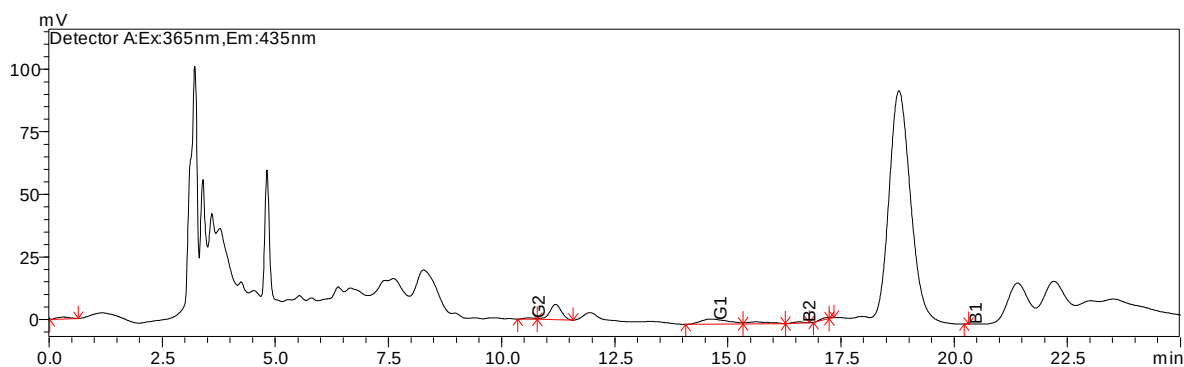


Figure 3: Chromatogramme des aflatoxines identifiées au niveau de *Penicillium sp.*

Name	Ret Time	Area	Height	Mark	Concentration (µg/kg)	LD	LQ
G2	10.593	8459	491		ND	0.0025	0.0084
G1	14.603	86020	2027		1 00	0.11	0.38
B2	16.567	845	538		ND	0.0052	0.017
B1	20.247	34	8		ND	0.125	0.42

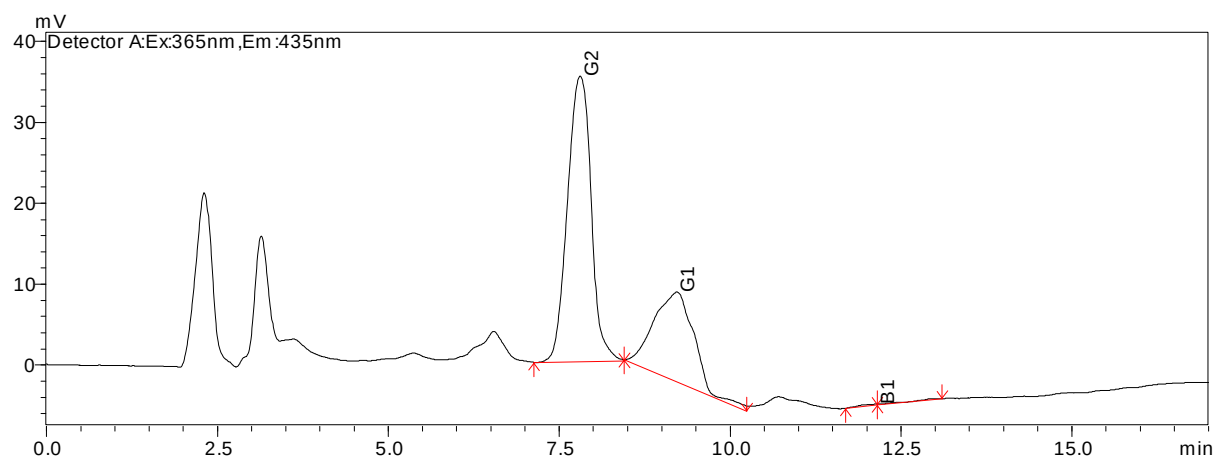


Figure 4 : Chromatogramme des aflatoxines identifiées au niveau de *Fusarium oxysporum*

Name	Ret Time	Area	Height	Mark	Concentration (µg/kg)	LD	LQ
G2	10.678	1550	122		4,227	0.0025	0.0084
G1	14.700	37194	786		2,420	0.11	0.38
B2	20.608	1465	98	V	ND	0.0052	0.017
B1	20.247	34	8		0,56	0.125	0.42

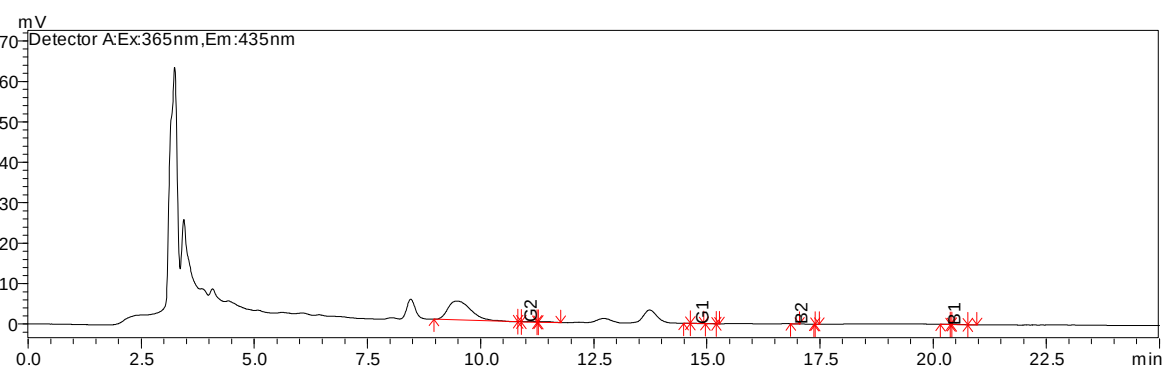


Figure 5: Chromatogramme des aflatoxines identifiées au niveau de *Fusarium solani*

Name	Ret Time	Area	Height	Mark	Concentration (µg/kg)	LD	LQ
G2	10.878	41	14		ND	0.0025	0.0084
G1	14.673	332	29	V	ND	0.11	0.38
B2	16.858	10	109	4	ND	0.00003	0.0001
B1	20.237	13	319	34	ND	0.125	0.42

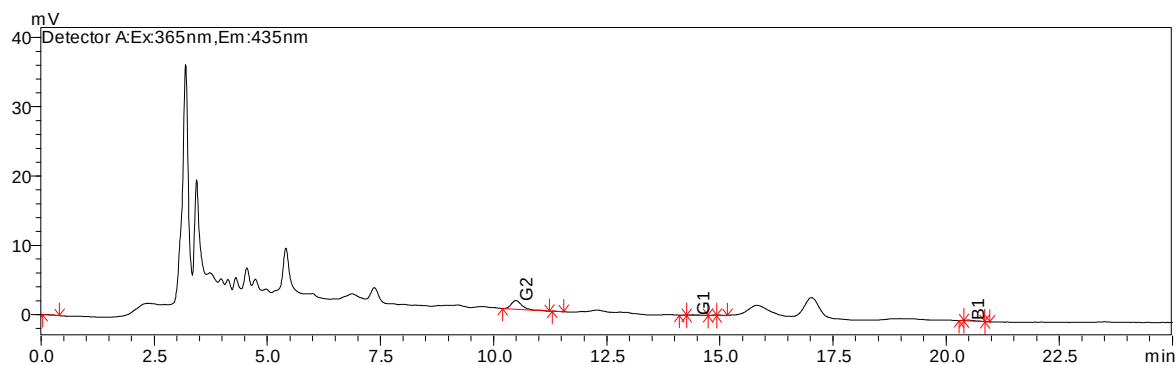


Figure 6 : Chromatogramme des aflatoxines identifiées au niveau de *Mucor* sp.

Name	Ret Time	Area	Height	Mark	Concentration (µg/kg)	LD	LQ
G2	10.492	21102	1253		65	0.0025	0.0084
G1	14.405	1353	108	V	ND	0.11	0.38
B1	20.474	1867	104	V	ND	0.0052	0.017
B2	20.608	1465	98	V	ND	0.125	0.42

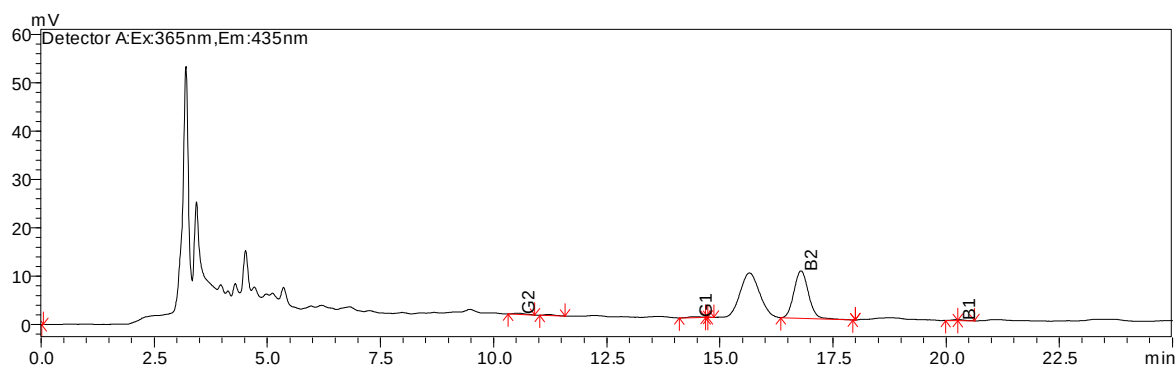


Figure 7 : Chromatogramme des aflatoxines identifiées au niveau de *Trichoderma* sp.

Name	Ret Time	Area	Height	Mark	Concentration (µg/kg)	LD	LQ
G2	10.537	4255	222		34		0.0025 0.0084
G1	14.460	3563	192		ND		0.11 0.38
B2	16.788	217314	9820	S	ND		0.0052 0.017
B1	20.274	1892	178	V	ND		0.125 0.42

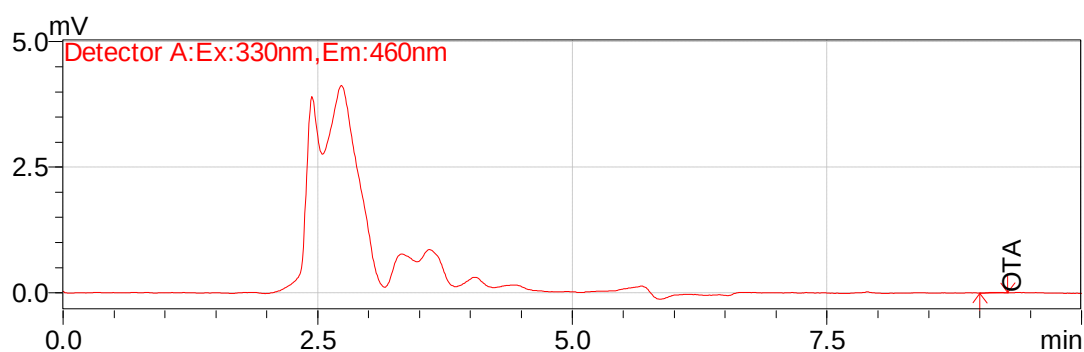
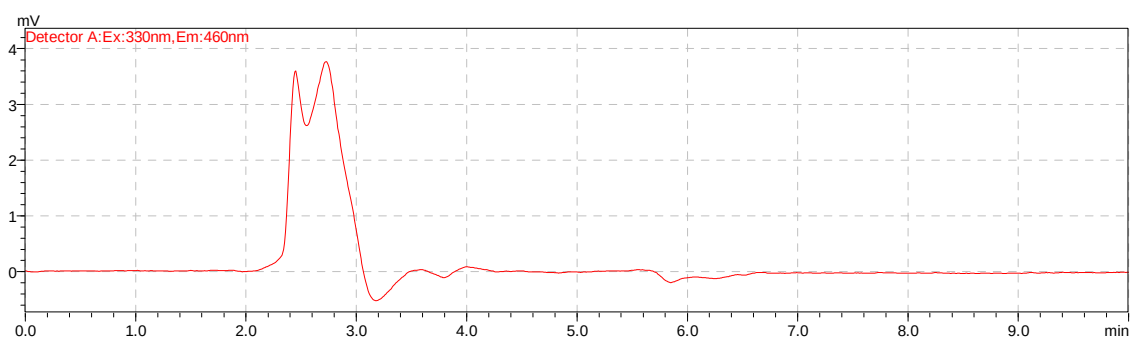
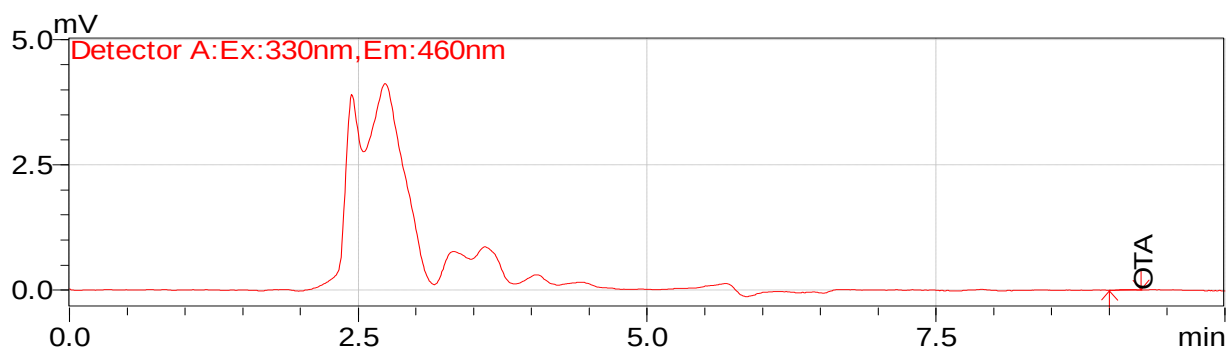


Figure 8 : Chromatogramme de l'OTA au niveau d'*Aspergillus niger*

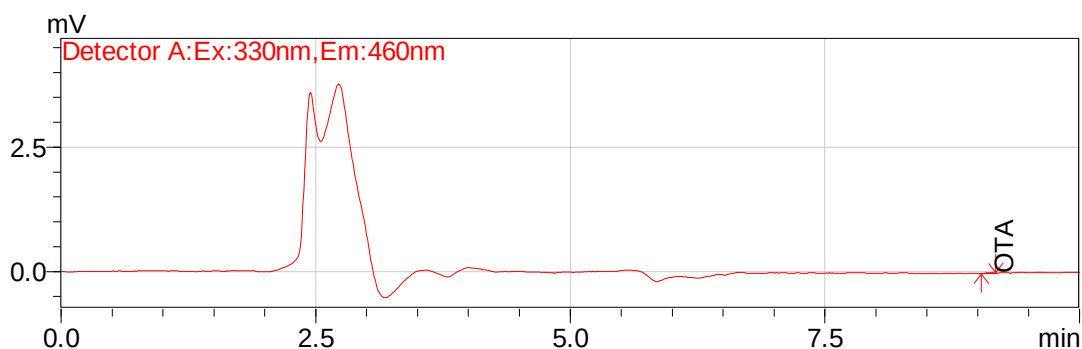
Ret.Time	Search	Report	Concentration (µg/kg)	Compound Name	LD	LQ
9.10	Detected		0.15±0.02	OchratoxineA	0.05	0

Figure 9 : Chromatogramme de l'OTA au niveau de *Penicillium decumbens*

Ret.Time	Search	Report	Concentration (µg/kg)	Compound Name	LD	LQ
9.10	ND		0.000	Ochratoxine A	0.05	0.2

Figure10: Chromatogramme de l'OTA au niveau de *Penicillium sp.*

Ret.Time	Search	Report	Concentration (µg/kg)	Compound Name	LD	LQ
9.10	Detected		0.10±0.02	OchratoxineA	0.05	0.2

Figure 11 : Chromatogramme de l'OTA au niveau de *Fusarium oxysporum*

Ret.Time	Search	Report	Concentration (µg/kg)	Compound Name	LD	LQ
9.10	Detected		0.13±0.02	Ochratoxine A	0.05	0.2

LD : Limite de Détection ; LQ : Limite de Quantification

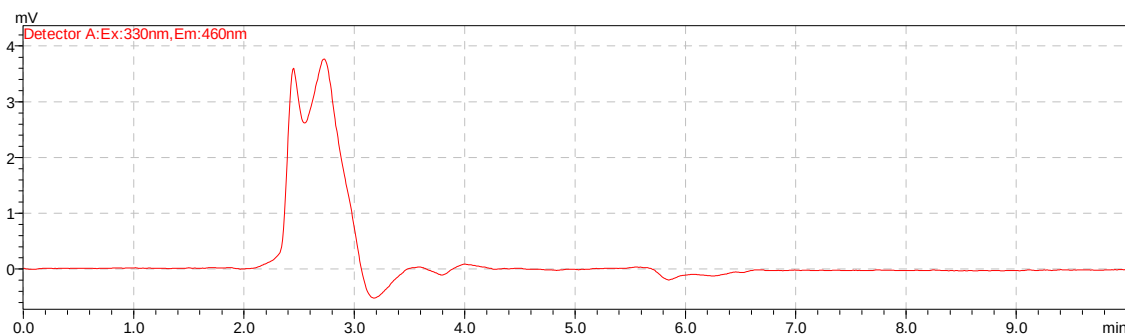


Figure 12: Chromatogramme de l'OTA au niveau de *Fusarium solani*

Ret.Time	Search	Report	Concentration (µg/kg)	Compound Name	LD	LQ
9.10	ND		0.000	OchratoxineA	0.05	0.2

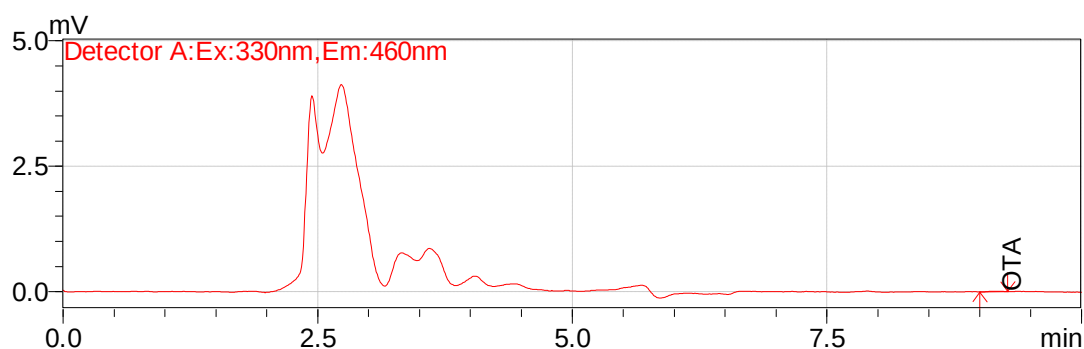


Figure 13 : Chromatogramme de l'OTA au niveau de *Mucor sp.*

Ret.Time	Search	Report	Concentration (µg/kg)	Compound Name	LD	LQ
9.10	Detected		0.09 ±0.02	OchratoxineA	0.05	0.2

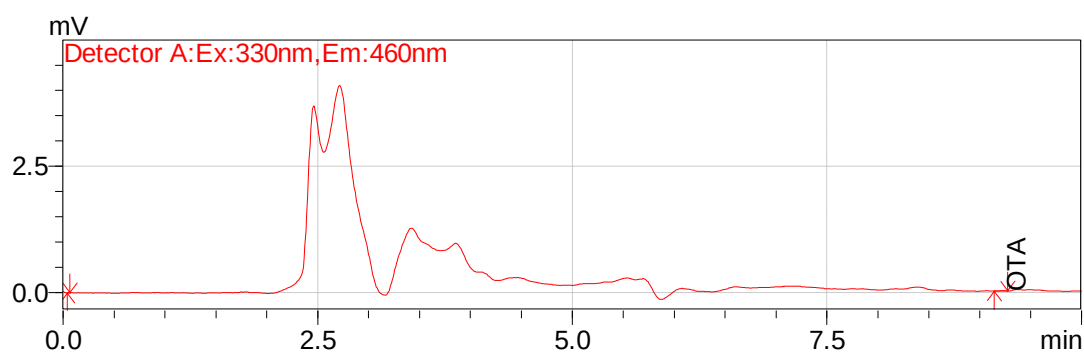


Figure 14 : Chromatogramme de l'OTA au niveau de *Trichoderma sp.*

Ret.Time	Search	Report	Concentration (µg/kg)	Compound Name	LD	LQ
9.10	Detected		0.15 ±0.02	OchratoxineA	0.05	0.2

Analyse réalisée par le LCAE (Laboratoire Central d'Agrochimie et d'Ecotoxicologie) labeco@aviso.ci
 ND : non détecté ; LD : Limite de Détection ; LQ : Limite de Quantification

5 DISCUSSION

Les champignons isolés sont pratiquement les mêmes dans presque tous les substrats avec des pourcentages d'apparition plus ou moins variables. Ces champignons se sont développés à une température moyenne de 28,28 °C et à une humidité moyenne de 82,2 %. Selon [17], ces conditions sont favorables à la croissance des champignons. Le pourcentage d'apparition des champignons est lié à la fréquence de leur présence sur les différents substrats.

La nature et la quantité des mycotoxines produites dépendent des espèces fongiques, des conditions écologiques et de la stabilité de ces toxines dans les milieux alimentaires [8]. En effet au cours de notre travail, plusieurs mycotoxines ont été identifiées à des quantités différentes.

En présence d'*Aspergillus niger*, la concentration d'AFB1 est de 5,7 µg/kg, la quantité d'OTA de 0,15 µg/kg et l'AFT de 19,87 µg/kg. La réglementation européenne [18] établie respectivement à 2 µg/kg, 4 µg/kg et 4 µg/kg la limite maximale de chaque entité dans les céréales et dérivés. Si nous nous référons à cela, nous constatons que les œufs qui constituent un substrat nutritif pour le champignon, ont été mis à incuber sur une souche qui a permis une production importante d'aflatoxine B1 qui est reconnue pour sa grande toxicité. Ce sont les aflatoxines B1 et G2 qui auront un effet négatif sur les œufs ce qui aboutira à un taux d'éclosion des œufs d'*Achatina fulica* très faible sachant que leur toxicité s'échelonne dans l'ordre suivant : B1 > G1 > B2 > G2 [19].

En ce qui concerne *Fusarium oxysporum* les concentrations d'AFB1 (0,564 µg/kg) et d'OTA (0,13 µg/kg) sont faibles et resteront sans effet réel sur le taux d'éclosion des œufs parce qu'elles sont en dessous des normes qui sont de 2 µg/kg pour AFB1 et de 5 µg/kg pour l'OTA. Par contre le taux d'AFT de l'ordre de 7,211 µg/kg est au dessus de la norme européenne (4 µg/kg). Les AFG2 et AFG1 sont des métabolites de l'AFB1. La toxicité des aflatoxines G2 et G1 sont respectivement 90 % et 50 % moindre que celle de l'AFB1 [20]. Le fait que G2 et G1 soient des toxines accessoires et produites à faible concentration ne leur permettra pas d'atteindre réellement leur fin c'est-à-dire détruire les œufs d'*Achatina fulica* mais associés leur effet sera néfaste pour les œufs. Selon [19], le danger n'est pas toujours lié à la toxine elle-même mais peut aussi venir de ses métabolites et de l'effet de synergie possible en cas de multi contamination. Dans l'échantillon *Fusarium solani* par contre, aucune des deux mycotoxines n'a été détectée. Cela signifie que la présence de champignons ne signifie pas nécessairement l'élaboration de mycotoxines, mais qu'un potentiel de production existe [8 ; 21] c'est-à-dire présence d'atmosphère humide et chaude avec un substrat riche en glucide.

Cependant au niveau de *Mucor sp.* (65 µg/kg) et de *Trichoderma sp.* (34 µg/kg) seule l'AFG2 est détectée. L'AFG2 représente ici la concentration d'AFT présente dans chacun des deux échantillons. Ses différentes concentrations sont supérieures à la norme européenne (4 µg/kg). L'OTA est produite à très faible quantité.

Malgré le fait que l'AFG2 ait une toxicité moindre de 90 % que celle de l'AFB1, l'association AFG2 et OTA pourrait avoir un effet négatif sur le taux d'éclosion des œufs d'*Achatina fulica* si les conditions environnementales sont réunies.

La concentration d'AFB1 détectée au niveau de l'échantillon *Penicillium decumbens* est de 26 µg/kg. Cette concentration dépasse la teneur maximale admissible fixée par la réglementation européenne (2 µg/kg) pour les céréales et dérivés. Les œufs en présence d'une telle quantité d'AFB1 redouté pour sa toxicité, aura un effet négatif sur les œufs. A partir des œufs infectés avec les champignons isolés, nous sommes arrivés grâce à l'HPLC à détecter des mycotoxines, ce qui nous amène à dire qu'à partir de la qualité et de l'état sanitaire des aliments consommés par l'escargot, les œufs issus des pontes peuvent être contaminés par ces toxines. [19] le confirme.

6 CONCLUSION

Six des sept champignons arrivent à produire des aflatoxines et l'ochratoxine A. Cette dernière est présente en très faible quantité quelque fois sous forme de traces. Malgré que les mycètes soient en présence d'un substrat nutritif que sont les œufs d'*Achatina fulica* très peu riches en glucides, il y a eu production de mycotoxines par ces derniers. C'est dire que malgré l'utilisation d'un substrat très peu propice, en milieu favorable, les champignons toxigènes sont susceptibles de produire des mycotoxines. Ces quantités de mycotoxines bien que faibles pourraient avoir une incidence sur le taux d'éclosion des œufs d'*Achatina fulica*. Une bonne hygiène de base peut prévenir la propagation des maladies. Il faut nettoyer les bacs d'élevage régulièrement en retirant les excréments et les reliquats de nourriture ainsi que toute autre matière en décomposition qui pourraient devenir un substrat pour des organismes pathogènes. La stérilisation à la vapeur ou par chauffage de la litière d'élevage réduirait de manière significative la présence de microorganisme sur la litière avant que les géniteurs ayant atteint la maturité sexuelle y soient déposés pour y pondre. Les aliments doivent être bien frais et sans moisissure.

REFERENCES

- [1] B. Rowson, Warren, & C. Ngereza, Les mollusques terrestres de l'île de Pemba, à Zanzibar, en Tanzanie et son statut de île océanique *Zookeys* 70, doi : 10, 3897, 2010.
- [2] T. Hoffman, & N. Pirie, *Achatina fulica* giant african snail. Animal diversity Web. http://animaldiversity.org/accounts/Achatina_fulica/ 2014.
- [3] D. Zongo, L'élevage des escargots, une source insoupçonnée de protéines de hautes valeurs nutritionnelles, Fiche technique n° 2 ENSA/ Lacena, 5-9 ; une zootechnie nouvelle AISA développement 4 : P 3-4, 1994.
- [4] P. Mespoulhé, Les Achatines 11p, 2004. <http://www.futura-sciences.com/magazines/nature/infos/dossiers/d/zoologie-achatines-326/>
- [5] A. Otchoumou, K. N'da, & K. D. Kouassi, L'élevage des escargots géants comestibles d'Afrique : Inventaire de végétaux sauvages consommés par *Achatina achatina* (Linné 1758) et préférences alimentaires, *Livestock Research for Rural Development* 17(3) 028, 2005.
- [6] J. C. Cobbina, & A. Vink Onwuka, L'élevage d'escargots: production, transformation et commercialisation, *Agrodok* 47: 14- 23, 2008.
- [7] Anonyme, Initiation à la mycologie, Mode de vie et écologie, 11p, 2015. <http://mycostra.free.fr/initiation/ecologie.htm>
- [8] N. Belkacem, Les mycotoxines : production et voie de biosynthèse, Institut National Polytechnique de Toulouse, Master 2 Recherche, 23p, 2008.
- [9] E. Bloom, E. Nyman, A. Must., C. Pehrson , & L. Larsson, Molds and mycotoxins in indoor environments - A survey in water-damaged buildings " *Journal of Occupational and Environmental Hygiene* ", 6(11), p.671- 678, 2009.
- [10] A. Pfohl-Leszkowicz, Risques mycotoxicologiques pour la santé des animaux et de l'homme, Doi : CND-12-2000-35-6-0007-9960-101019-ART5, 2008.
- [11] J. F. Quillien, Les mycotoxines. Projet européen Flair Flow Europe 4. Production semestrielle. INRA France, PME n°3, 24p, 2002.
- [12] Eufic (The European Food Information Council), La sécurité alimentaire. 9P, 2006.
- [13] CEN (Collège des Enseignants de Nutrition), Les catégories d'aliments. Support de Cours (Version PDF). Université Médicale Virtuelle Francophone 31p, 2011.
- [14] J. Pochon, & P. Tardieux, Techniques d'analyse en microbiologie du sol, Edition de la Tourell. St Mandé, 108p, 1962.
- [15] H. L. Barnett, & B. Hunter, Illustrated genera of imperfect fungi, Third edition. Burgess Publishing Company, Minneapolis, USA, 241p, 1972.
- [16] R. Champion, Identifier les champignons transmis par les semences, INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) 147, rue de l'Université, 75338 Cedex 07, 398p, 1997.
- [17] J. P. Larpent, Mémento de microbiologie, édition Lavoisier, 1990.
- [18] C.E N°1126, Rapport portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires en ce qui concerne les toxines du *Fusarium* dans le maïs et les produits à base de maïs / *Off Union Eur*, PP. 1-255, 2007.
- [19] AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments), Evaluation des risques liés à la présence de mycotoxines dans les chaînes alimentaires humaines et animales, Rapport final pp. 13-45, 2009.
- [20] R. J. Cole, & R. H. Cox, Handbook of Toxic Fungal Metabolites, New York: Academic Press, 894-897, 1981.
- [21] A. Pfohl-Leszkowicz, Les mycotoxines dans l'alimentation: Évaluation et gestion du risque, Publié par tec-et-doc. 500p, 2014.

Variabilité génétique, hérédabilité et corrélations entre les caractères phéno-morpho-physiologiques et agronomiques des populations F₂ de blé dur (*Triticum durum* Desf.)

Abdelmalek Oulmi¹, Nadjim Semcheddine², Zine El Abidine Fellahi², Manel Salmi², Zahira Laala², Aboubakr Rabti²,
and Amar Benmahammed¹

¹Département de Biologie et d'Ecologie Végétale, Fac. Sci. Nat. Vie, Laboratoire VRBN,
Université Ferhat Abbas Sétif 1, Algeria

²Département d'Agronomie, Fac. Sci. Nat. Vie, Laboratoire VRBN,
Université Ferhat Abbas Sétif 1, Algeria

Copyright © 2016 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 was carried out at the Field Crop Institute-Agricultural Experimental Station of Setif (Algeria) during the 2008/2009 cropping season. The objective was to evaluate some pheno-morpho-physiological and agronomic traits in five durum wheat (*Triticum durum* Desf.) varieties and F₂ segregating lines. The results indicate the presence of a good amount of variability for the measured traits. Low relationships between wheat productivity and the physiological traits are found, which makes them less effective as selection criteria in the case of this study. However, the above-ground biomass measured at maturity stage seems to be the determinant factor in grain yield expression. High heritability associated with high coefficients of phenotypic and genotypic variation values, along with high genetic gain are recorded for the above-ground biomass and spikes weight per plant, suggesting that early selection based on these traits would be effective to improve the stress tolerance and enhance the productivity of the F₂ studied populations.

KEYWORDS: Abiotic Stress, Semi-Arid, Yield, Selection, *Triticum durum*.

RESUME: Ce travail a été réalisé durant la campagne agricole 2008/2009 sur le site expérimental de l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) de Sétif, (Algérie). L'objectif visé est l'évaluation de certains caractères phéno-morpho-physiologiques et agronomiques chez cinq variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) et des lignées F₂ en ségrégation. Les résultats obtenus indiquent la présence d'une bonne variabilité pour les caractères mesurés. Les résultats ont fait ressortir une faible liaison entre la productivité et les caractères physiologiques, ce qui les rend peu efficaces comme critères de sélection dans le cas de la présente étude. En revanche, la biomasse aérienne mesurée à maturité semble le facteur déterminant du rendement en grain. De fortes valeurs de l'hérédabilité associées à des valeurs élevées des coefficients de variation phénotypique et génotypique, et du gain attendu de la sélection pour la biomasse aérienne et le poids des épis par plante, suggérant que la sélection précoce sur la base de ces deux caractères semble efficace pour améliorer la tolérance aux stress et la productivité des populations F₂ étudiées.

MOTS-CLEFS: Stress Abiotiques, Semi-Aride, Rendement, Sélection, *Triticum durum*.

1 INTRODUCTION

La sélection du blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans les régions à fortes contraintes abiotiques a fait peu de progrès du point de vue amélioration de la productivité et de la tolérance [1], [2]. Les difficultés résident dans l'identification et la

caractérisation des paramètres liés à la résistance aux différentes contraintes climatiques à travers l'observation et la mesure d'un caractère aussi complexe que variable qui est le rendement en grain [3]. Divers processus phénologiques, morphologiques, physiologiques et biochimiques sont à l'origine des stratégies d'évitement, d'esquive et de tolérance de sorte que pour chaque environnement, il est nécessaire de déterminer la stratégie qui soit à même de réduire de la variation de la production en améliorant les capacités de défense de la plante sous contraintes [4], [5].

Les approches physiologiques sont recommandées pour sélectionner dans les environnements variables [3], [6]. Ceci nécessite tout d'abord la compréhension des mécanismes qui contrôlent l'adaptation des génotypes aux stress abiotiques. Les difficultés liées à cette recherche résident dans le grand nombre de facteurs qui conditionnent l'adaptation [7], [8]. La sélection pour la tolérance induit la baisse des rendements sous contrainte, mais cette baisse est moins importante chez les génotypes tolérants comparativement à celle notée chez les génotypes sensibles [9]. La recherche d'indicateurs d'une meilleure utilisation de l'eau par la plante tels que le statut hydrique foliaire, la tolérance à la dessiccation, l'assimilation nette, l'accumulation des osmolytes compatibles et la croissance relative, sous stress est un préalable nécessaire pour avancer en matière d'amélioration du rendement sous contraintes abiotiques [2].

Ce travail a pour objet l'étude des divergences phéno-morpho-physiologiques chez plusieurs variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) ainsi que le suivi et l'évaluation des populations F₂, issues des croisements entre ces génotypes et ce dans les conditions climatiques semi-arides.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MISE EN PLACE DE L'EXPÉRIMENTATION ET NOTATIONS

Le matériel végétal de la présente recherche est constitué de cinq lignées parentales et des populations F₂ issues des croisements entre ces lignées ainsi qu'une variété témoin à savoir Bousselam. Les parents sont : Ofanto, Waha, Mrb₅, Korifla et Mohammed Ben Bachir. Bousselam est caractérisée par ses performances et son adaptation au climat semi-aride des hautes plaines Sétifiennes. Les populations F₂ issues des quatre croisements : Ofanto/Mohammed Ben Bachir (OF/MBB), Ofanto/Waha (OF/WA), Ofanto/Mrb₅ (OF/MRB) et Ofanto/Korifla (OF/KOR) ont été semées, le 9 décembre 2008, sur le site expérimental de l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) de Sétif (Algérie) dans des rangs de 5 m de long par 20 cm d'écartement entre rangs successifs. Pour chaque croisement, 10 rangs ont été semés, avec un espacement de 10 cm entre graines (plantes). Les lignées parentales ont été semées sur 3 rangs de mêmes dimensions au début et à la fin de chaque croisement et dans un dispositif en blocs complètement randomisé à trois répétitions (parcelle de 6 m²) avec une densité de 250 graines/m².

Les mesures ont porté sur la surface de la feuille étendard (SF) qui a été mesurée, au stade épiaison, sur un échantillon de 10 feuilles étendards prises au hasard. La surface moyenne a été estimée par le produit [9] :

$$SF \text{ (cm}^2\text{)} = 0.607 (L \times l)$$

Où : L = longueur moyenne de la feuille (cm), l = largeur moyenne de la feuille (cm) et 0.607 = coefficient de régression de la surface estimée à partir du papier grammage sur celle déduite par le produit (L x l).

Le poids spécifique foliaire (PSF) a été calculé par le rapport du poids de la matière sèche (PS) sur la surface de la feuille étendard (SF) :

$$PSF \text{ (mg/cm}^2\text{)} = PS \text{ (mg)} / SF \text{ (cm}^2\text{)}$$

La teneur relative en eau (TRE) a été déterminée, au stade épiaison, sur un échantillon de 10 feuilles. Les feuilles échantillonnées par génotype sont directement pesées pour avoir le poids frais (PF). Elles sont ensuite mises dans un tube à essai contenant de l'eau distillée, à l'abri de la lumière à la température ambiante du laboratoire, pour atteindre l'état turgide, 4 heures après, elles sont pesées, après avoir pris soin de les essuyer de l'excès d'eau avec du papier buvard, pour obtenir le poids turgide (PT). L'échantillon de feuilles est mis à sécher dans une étuve à 65°C pendant 16 heures pour obtenir le poids sec (PS). La teneur relative en eau est calculée par :

$$TRE \text{ (\%)} = 100 (PF - PS) / (PT - PS)$$

Le test de l'intégrité cellulaire (% dommages cellulaires) est effectué sur les deux dernières feuilles entièrement développées. Deux feuilles sont prises au hasard par génotype. Ces échantillons sont lavés à l'eau courante. Les feuilles sont découpées en morceaux de 1 cm de long. Un échantillon de 10 morceaux du limbe foliaire est mis dans un tube à essai et lavé avec de l'eau distillée pour enlever les poussières adhérentes qui affectent éventuellement sur les résultats du test. Trois

tubes sont utilisés par génotype et traitement. Dans chaque tube, on ajoute 10 ml d'eau distillée déminéralisée les tubes ainsi traités sont périodiquement agités manuellement et laissés à la température ambiante du laboratoire. Une première lecture est faite (EC_1) avec le conductimètre, après 24 heures d'incubation. Les tubes sont ensuite mis au bain marie, dont la température est portée à 100°C, pendant 60 minutes. Une deuxième lecture de la conductivité est faite 24 heures après le passage des échantillons dans le bain marie (EC_2). Le pourcentage de cellules endommagées par le stress hydrique est estimé, selon la procédure décrite par Bajji *et al.* [10], comme suit :

$$\text{Dommages (\%)} = 100 (EC_1/EC_2)$$

La concentration de la chlorophylle a été déterminée à partir d'un 100 mg de tissus, pris du tiers médian de la dernière feuille bien développée, extraite dans 10 ml de l'acétone à 90% (v/v). Après filtration sur papier Watmann, les solutions, qui ont été incubées pendant 24 heures à l'obscurité, sont lues par spectrophotométrie aux densités optiques 663 et 647. La concentration des chlorophylles a, b et a + b, en mg de MF/l de solution, est déduite par les formules suivantes, attribuées à Lichtenthaler [11] par Ferus et Arkosiova [12] :

$$\text{Chl a (mg/l)} = (12.25 A_{663} - 2.79 A_{647}) \times D$$

$$\text{Chl b (mg/l)} = (21.5 A_{647} - 5.1 A_{663}) \times D$$

$$\text{Chl tot (mg/l)} = (7.15 A_{663} + 18.71 A_{647}) \times D$$

Où : A = absorbance mesurée à la longueur d'onde donnée et D = épaisseur de la cuvette (1 cm) qui représente la distance parcourue par le faisceau de la lumière émise par le spectromètre dans la solution.

Les résultats de la chlorophylle totale sont exprimés en mg/m² de surface foliaire en utilisant la formule donnée par Ferus et Arkosiova [12] :

$$\text{Chl tot (mg/m}^2\text{)} = [(V/1000)(1/SF)] \times [\text{Chl tot, mg/l}]$$

Où : Chl tot (mg/m²) = concentration de la chlorophylle totale en mg/ m² de surface foliaire, V = volume de l'acétone utilisé pour extraction, qui est égale à 10 ml dans le cas de la présente étude, SF = surface, en m², de l'échantillon foliaire utilisé pour l'extraction de la chlorophylle.

La date d'épiaison (PREC) a été notée pour les lignées parentales uniquement vu que la ségrégation des F₂, dès que 50% des épis sont hors de la gaine de la feuille étendard. A ce stade des échantillons ont été récoltés sur les lignées parentales pour estimer la biomasse aérienne accumulée au stade épiaison (BIOE). A maturité des bottillons de végétation sont récoltés sur un rang de 1 m de long par parcelle élémentaire du dispositif des lignées parentales pour estimer les variables liées à la production. Le poids de la matière sèche totale (BIOM), le nombre (NE) et le poids des épis (WNE), la hauteur des plantes (HT), le poids de 1000 grains (PMG) et le rendement en grain (RDT) ont été déterminés après la récolte mécanique de l'essai. Chez les populations F₂, les mesures et notations sont faites pour les mêmes caractères sur des plantes individuelles.

2.2 ANALYSE DES DONNÉES

Les variables mesurées par unité de surface de sol sont traitées par une analyse de la variance pour déterminer l'effet génotype. Les variables mesurées sur des plantes individuelles sont traitées par une analyse statistique descriptive, pour obtenir les moyennes, les valeurs extrêmes minimales et maximales, l'amplitude et les variances phénotypiques des populations F₂ et des parents. Les composantes de la variation sont déduites pour estimer le degré d'héritabilité des caractères mesurés ainsi que les coefficients de la variabilité phénotypique (CV_p) et génotypique (CV_g). Ces coefficients sont calculés par caractère par le rapport des variances phénotypiques et génotypiques sur la moyenne générale du caractère :

$$CV_p (\%) = 100 \sigma_p^2/Y$$

$$CV_g (\%) = 100 \sigma_g^2/Y$$

Où : σ_p^2 et σ_g^2 sont la variance phénotypique totale et sa composante génétique, déduite de l'analyse de la variance en égalant les espérances moyennes aux carrés moyens des écarts [13] ; Y est la moyenne générale du caractère. Ces mêmes composantes sont estimées, pour les variables mesurées par plante, sur la base du calcul des variances de la F₂, prise comme étant égale à la variance phénotypique totale (σ_p^2), la variance des parents est prise comme étant égale à la variance résiduelle (σ_e^2), et la composante génétique de cette variance qui est déduite par différence [14] :

$$\sigma_g^2 = \sigma_p^2 - \sigma_e^2$$

L'héritabilité au sens large (h^2_{BS}) est estimée par le rapport de la variance génétique sur la variance phénotype totale [14]:

$$h^2_{BS} = \sigma^2_G / \sigma^2_P$$

La réponse attendue à la sélection (RS) directe sur la base du caractère Y est estimée par [14] :

$$RS = i h^2 \sqrt{\sigma^2_P} / Y$$

Où : i = différentielle de la sélection standardisée en unité d'écart type et Y = moyenne de la population F₂ concernée.

La comparaison des moyennes des variables est faite relativement à la plus petite différence significative au seuil de 5% (Ppds_{5%}), selon Steel et Torrie [13]. L'étude des relations entre les différentes variables mesurées a été faite sur la base du calcul des coefficients de corrélations phénotypiques. Les caractères qui jouent un rôle important dans la détermination du rendement en grain, sont identifiés par l'analyse de la régression progressive [15], [16]. Les analyses statistiques ont été faites par le logiciel CropStat 7.2.3 [17].

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 RÉSULTATS

3.1.1 ANALYSES DES LIGNÉES PARENTALES

L'analyse de la variance des caractères mesurés indique des effets génotypes significatifs (Tableau 1). Bien que le nombre de parents soit très réduit, des différences d'ordre génotypique apparaissent entre les différentes variétés. Ainsi du point de vue productivité Ofanto, Bousselam et Waha enregistrent les meilleurs rendements, avec des valeurs au-dessus de 4.0 t/ha (Tableau 2). Cette performance est associée, chez Ofanto, avec les meilleurs valeurs des chlorophylles a, b et totale, une feuille étendard de grande surface, au poids spécifique foliaire élevé, un fort pourcentage de dommages cellulaires et la hauteur des chaumes la plus faible (Tableau 2, Figure 1).

Waha et Bousselam se distinguent par des valeurs intermédiaires pour ces caractères, avec cependant les plus faibles pourcentages de dommages cellulaires et une meilleure biomasse accumulée au stade épiaison pour Bousselam (14.47 t/ha), une forte biomasse accumulée à maturité pour Waha (19.19 t/ha) et Bousselam (18.33 t/ha), et un meilleur nombre d'épis/m² et poids des épis pour Waha. Ces résultats suggèrent que la réduction de la hauteur est nécessaire pour augmenter le rendement en grain. Par contre, le taux de chlorophylle, la surface de la feuille étendard, le poids spécifique foliaire, la tolérance au stress hydrique, ainsi que la biomasse accumulée aux stades épiaison et à maturité ne sont toujours pas liés au rendement. Mohammed Ben Bachir est le génotype le plus haut (97.66 cm), le plus tardif (129.67 jours), le moins sensible au stress (52.6 %) et le moins productif (3.65 t/ha) (Tableau 2, Figure 1).

L'analyse des corrélations indique l'existence de liaisons significatives. Elles sont positives entre : les teneurs en chlorophylles a et b ($r = 0.864^*$), la surface de la feuille étendard et le poids spécifique foliaire ($r = 0.810^*$), la biomasse mesurée à maturité et le poids des épis ($r = 0.842^*$), le rendement et la biomasse aérienne mesurée à maturité ($r = 0.914^*$) et négatives entre la précocité à l'épiaison et le nombre d'épis ($r = -0.962^{**}$). Ces corrélations suggèrent que chez les lignées parentales, c'est la biomasse aérienne à maturité qui détermine le rendement en grain final.

En effet, parmi les 14 variables mesurées et soumises à l'analyse de la régression progressive seules les variables BIOM et TRE sont retenues dans le modèle explicative du rendement en grain chez les parents : $RDT = 0.345 (\pm 0.038) BIOM + 0.036 (\pm 0.011) TRE - 4.97$ ($R^2 = 0.943$). Ce modèle indique aussi que l'effet direct de la BIOM sur le rendement est de 1.122, alors que celui de la TRE est de 0.417. Dans le cas où les variables relatives à la physiologie de la plante (chlorophylle, % dommage, TRE, SF, PSF) sont retirées de l'analyse, le modèle ne retient que la BIOM qui explique près de 83.5% de la variation du rendement : $RDT = 0.281 (\pm 0.062) BIOM - 0.913$ ($R^2 = 0.835$). L'effet direct dans ce cas est réduit à la valeur de 0.914. Dans le cas où la BIOM n'est pas introduite, le modèle retient le poids des épis (WNE) comme seule variable explicative du rendement : $RDT = 0.237 (\pm 0.111) WNE + 1.728$ ($R^2 = 0.535$). L'effet direct du poids des épis sur le rendement est de 0.731. La biomasse aérienne ainsi que le poids des épis produit par unité de surface semée, sont des caractères mesurables à la fin du cycle, au même titre que le rendement en grains, et de ce fait, ils sont peu utiles pour la sélection ou l'identification précoce de génotypes adaptés aux environnements variables, comme il est espéré pour les tests physiologiques. Cependant, au cours de cette campagne, les paramètres physiologiques apparaissent, eux aussi, peu efficaces dans l'identification des génotypes productifs.

Tableau 1. Carrés moyens des écarts de l'analyse de la variance des caractères mesurés chez les parents

Source de variation	Répétition	Génotype	Résiduelle	CV (%)
dII	2	5	10	
% dommage	3.17 ^{ns}	132.63**	6.12	4.1
Chl a	0.16 ^{ns}	4.29**	0.46	8.3
Chl b	0.040 ^{ns}	1.65**	0.057	12.9
Chl tot	3.27 ^{ns}	918.33**	45.19	9.1
TRE	0.23 ^{ns}	47.24*	9.32	4.8
SF	5.10*	25.40**	0.83	6.5
PSF	0.18 ^{ns}	1.15*	0.26	7.3
PREC	0.38 ^{ns}	42.88**	1.12	1.9
BIOE	0.071 ^{ns}	13.22**	0.35	4.5
BIOM	0.80 ^{ns}	3.74**	0.65	4.6
NE	705.56 ^{ns}	4152.22**	272.22	4.7
WNE	1.86*	3.42**	0.30	5.9
HT	216.22**	815.40**	16.15	6.1
PMG	12.38*	23.06**	2.51	4.2
RDT	0.041 ^{ns}	0.35*	0.10	8.1

% dommage = dommages cellulaires causés par le stress hydrique et thermique ; Chl a = chlorophylle a (mg/l) ; Chl b = chlorophylle b (mg/l) ; Chl tot = chlorophylle totale (mg/m²) ; TRE = teneur relative en eau (%) ; SF = surface foliaire de la feuille étendue (cm²) ; PSF = poids spécifique foliaire (mg/cm²) ; PREC = précocité à l'épiaison (jours) ; BIOE = biomasse aérienne accumulée au stade épiaison (t/ha) ; BIOM = biomasse aérienne accumulée à maturité (t/ha) ; NE = nombre d'épis/m² ; WNE = poids des épis (t/ha) ; HT = hauteur des plantes (cm) ; PMG = poids de 1000 grains (g) ; RDT = rendement en grain (t/ha), CV (%) = coefficient de variation, ns, *, ** = effets non significatif et significatif au seuil 5 et 1%, respectivement.

Tableau 2. Valeurs moyennes des caractères mesurés sur les lignées parentales.

Génotype	%Dommage	Chl a	Chl b	TRE	SF	PSF	PREC	BIOE	BIOM
Ofanto	67.04	10.23	3.21 ^a	80.64	17.98	8.16	124.67	12.15	17.53
Bousselam	55.30	8.34	2.25	74.52	13.43	6.46	125.00	14.47	18.33
Waha	55.76	8.36	1.53	79.33	14.85	7.28	121.00	11.94	19.19
Mrb ₅	68.26	6.83	1.38	79.73	15.74	7.22	119.33	10.01	16.22
MBB	52.60	8.07	1.39	83.21	9.35	6.73	129.67	15.11	16.62
Korifla	63.03	7.13	1.38	86.32	13.10	6.66	121.00	15.18	16.98
Moyenne	60.33	8.16	1.85	80.63	14.08	7.08	123.44	13.14	17.48
Ppds _{5%}	4.50	1.23	0.43	5.55	1.65	0.94	1.93	1.08	1.46
Génotype	NE	WNE	HT	PMG	RDT	Chl tot			
Ofanto	436.66	9.20	55.00	50.14	4.11	108.42			
Bousselam	440.00	10.01	55.33	51.46	4.03	68.88			
Waha	460.00	11.12	57.66	47.13	4.45	76.97			
Mrb ₅	470.00	9.26	70.00	46.89	3.48	64.90			
MBB	370.00	7.92	97.66	46.36	3.65	62.39			
Korifla	466.66	9.07	60.00	53.04	3.99	64.32			
Moyenne	440.56	9.43	65.94	49.17	3.95	74.31			
Ppds _{5%}	30.01	1.01	7.31	2.88	0.58	5.78			

% dommage = dommages causés par le stress hydrique (%) ; Chl a = chlorophylle a (mg/l) ; Chl b = chlorophylle b (mg/l) ; Chl tot = chlorophylle totale (mg/m²) ; TRE = teneur relative en eau (%) ; SF = surface foliaire de la feuille étendue (cm²) ; PSF = poids spécifique foliaire (mg/cm²) ; PREC = durée à l'épiaison (jours) ; BIOE = biomasse aérienne accumulée au stade épiaison (t/ha) ; BIOM = biomasse aérienne accumulée à maturité (t/ha) ; NE = nombre d'épis/m² ; WNE = poids des épis (t/ha) ; HT = hauteur des plantes (cm) ; PMG = poids de 1000 grains (g) ; RDT = rendement en grain (t/ha).

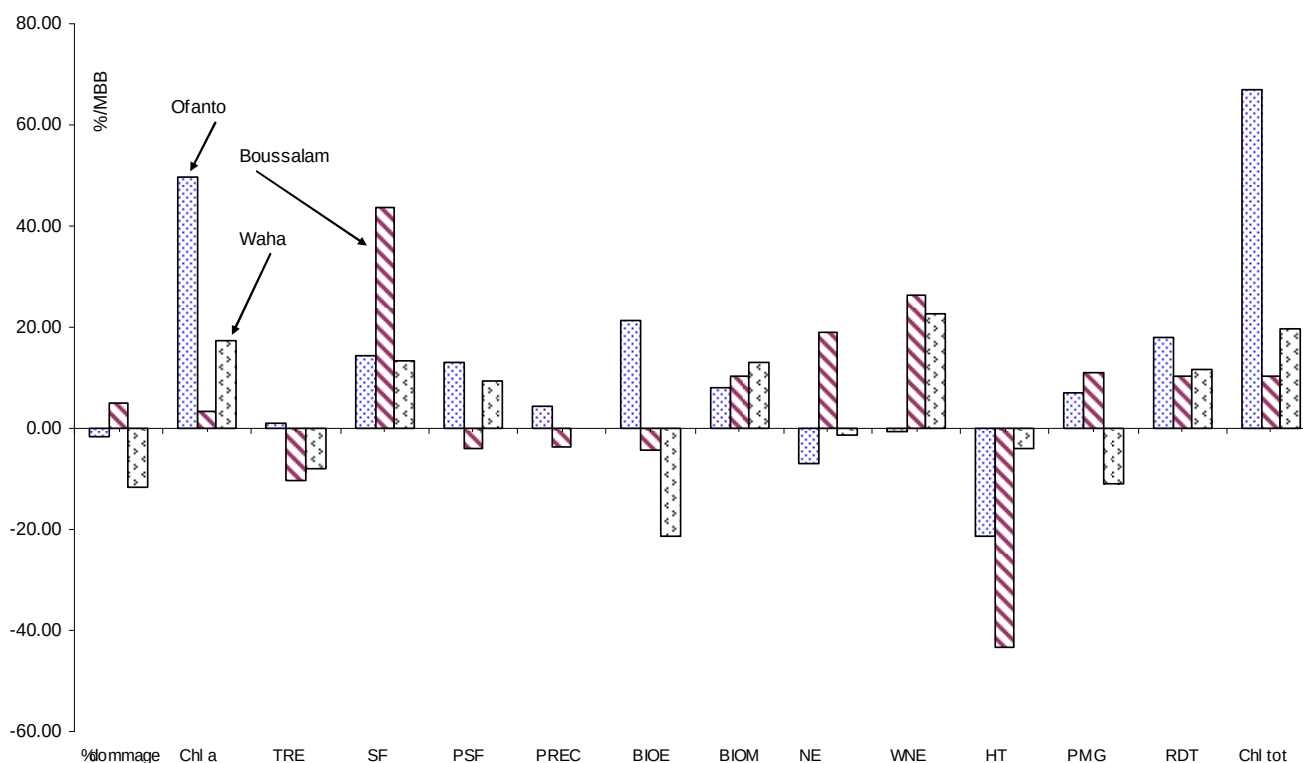


Fig. 1. Variation des paramètres mesurés chez les génotypes à haut rendement en % de celles mesurés chez MBB.

3.1.2 ANALYSE DES POPULATIONS F₂

Parmi les 4 croisements étudiés, Ofanto/Waha se distingue par les plus faibles valeurs moyennes pour la biomasse aérienne (16.69 g), le nombre (3.02) et le poids d'épis par plante (9.22) (Tableau 3, Figure 2). Les valeurs extrêmes maximales sont notées chez Ofanto/MBB pour la biomasse aérienne mesurée à maturité (21.61 g) et la hauteur de la végétation (79.5 cm), et chez Ofanto/Korifla pour le nombre (3.73) et le poids d'épis par plante (10.90) (Tableau 3, Figure 2). Ceci suggère que la dominance a agi dans le sens d'une forte expression de ces caractères chez les croisements considérés. Deshmukh *et al.* [18] considèrent que les coefficients de la variabilité phénotypique (CV_p) et génotypique (CV_G) dont la valeur est supérieure à 20% sont élevés, ceux dont la valeur est située entre 10 et 20%, sont moyens et ceux dans la valeur est inférieure à 10% sont faible. Des valeurs élevées pour les CV_p et CV_G suggèrent que la sélection sur la base des caractères concernés serait efficace, parce qu'il y a une bonne corrélation entre le phénotypique mesuré et l'expression du génotype [19]. Dans le contexte de la présente étude, Les CV_p et CV_G sont variables selon le croisement et le caractère. Pour la hauteur de la végétation, ils sont faibles chez Ofanto/Waha, juste moyens chez Ofanto/MBB et Ofanto/Korifla, et élevés chez Ofanto/Mrb₅. Pour le reste des caractères mesurés, ils sont considérés comme étant élevés (Tableau 3).

Le progrès en amélioration des plantes est conditionné par la nature et le degré de la variation d'origine génétique et non génétique observable chez les différents caractères mesurés [14]. Dans la mesure où l'ensemble des caractères mesurables sont plus ou moins soumis à l'effet du milieu, l'étude de l'héritabilité et du gain génétique attendu en sélection sont utiles pour déterminer les possibilités d'amélioration. Falconer et McKay [14] mentionnent que les valeurs de l'héritabilité inférieures à 30 % sont considérées comme faibles, elles sont moyennes entre 30 à 60 % et très élevées, au-delà de 60 %. Dans la présente étude, les valeurs prises par le degré de détermination génétique sont pratiquement élevés pour l'ensemble des caractères analysés chez toutes les populations F₂ étudiées (Tableau 3).

L'étude des corrélations indique que la biomasse est fortement corrélée avec le nombre et le poids des épis par plante, chez les 4 croisements (Tableau 4). Le nombre d'épis est aussi fortement corrélé avec le poids des épis, chez toutes les populations F₂. L'effet de la hauteur est peu perceptible et présente une faible corrélation avec les autres variables (BIOM, NE et WNE) (Tableau 4). La régression du poids des épis sur la biomasse aérienne des différents croisements est indiquée en figure 3. L'analyse en chemin montre que la biomasse aérienne a l'effet direct le plus important sur l'expression du poids des épis (Tableau 4). La hauteur ne semble avoir d'effet moyen qu'au niveau du croisement Ofanto/MBB.

Tableau 3. Valeurs moyennes, minimales et maximales, variances (σ^2), coefficients de variation phénotypique (CV_p) et génotypique (CV_g) et héritabilité au sens large (h^2_{BS}) des caractères mesurés chez les populations F_2 .

Croisement	Trait	Moyenne	Min	Max	Amplitude	$\sigma^2_{F_2}$	CV_p	CV_g	h^2_{BS}
Ofanto/MBB	BIOM	21.61	7.60	52.50	44.90	79.02	41.14	35.22	73.31
Ofanto/Waha	BIOM	16.69	4.30	45.70	41.40	64.72	48.20	40.30	69.89
Ofanto/Mrb5	BIOM	19.66	5.70	80.70	75.00	188.76	69.88	66.76	91.27
Ofanto/Korifla	BIOM	19.90	5.40	52.10	46.70	109.38	52.56	47.92	83.15
Ofanto/MBB	HT	79.50	45.00	107.00	62.40	234.85	19.28	17.84	85.66
Ofanto/Waha	HT	60.39	45.00	70.00	25.00	31.13	9.24	7.20	60.79
Ofanto/Mrb5	HT	65.80	37.00	105.00	68.00	186.07	20.73	19.47	88.17
Ofanto/Korifla	HT	56.63	40.00	88.00	48.00	69.76	14.75	12.01	66.26
Ofanto/MBB	NE	3.45	1.00	9.00	8.00	1.76	38.45	31.18	65.75
Ofanto/Waha	NE	3.02	1.00	8.00	7.00	1.61	42.02	34.12	65.95
Ofanto/Mrb5	NE	3.26	1.00	15.00	14.00	4.26	63.31	58.77	86.17
Ofanto/Korifla	NE	3.73	2.00	11.00	9.00	2.97	46.20	42.55	84.81
Ofanto/MBB	WNE	10.34	2.50	24.60	22.10	19.52	42.73	36.30	72.17
Ofanto/Waha	WNE	9.22	1.90	30.90	29.00	25.89	55.19	45.19	67.06
Ofanto/Mrb5	WNE	9.34	1.77	44.20	42.40	52.03	77.23	72.11	87.18
Ofanto/Korifla	WNE	10.90	2.62	33.7	31.0	41.97	59.44	54.34	83.58

BIOM = biomasse aérienne par plante mesurée à maturité (g); HT = hauteur des plantes (cm); NE = nombre d'épis/plante; WNE= poids des épis par plante (g).

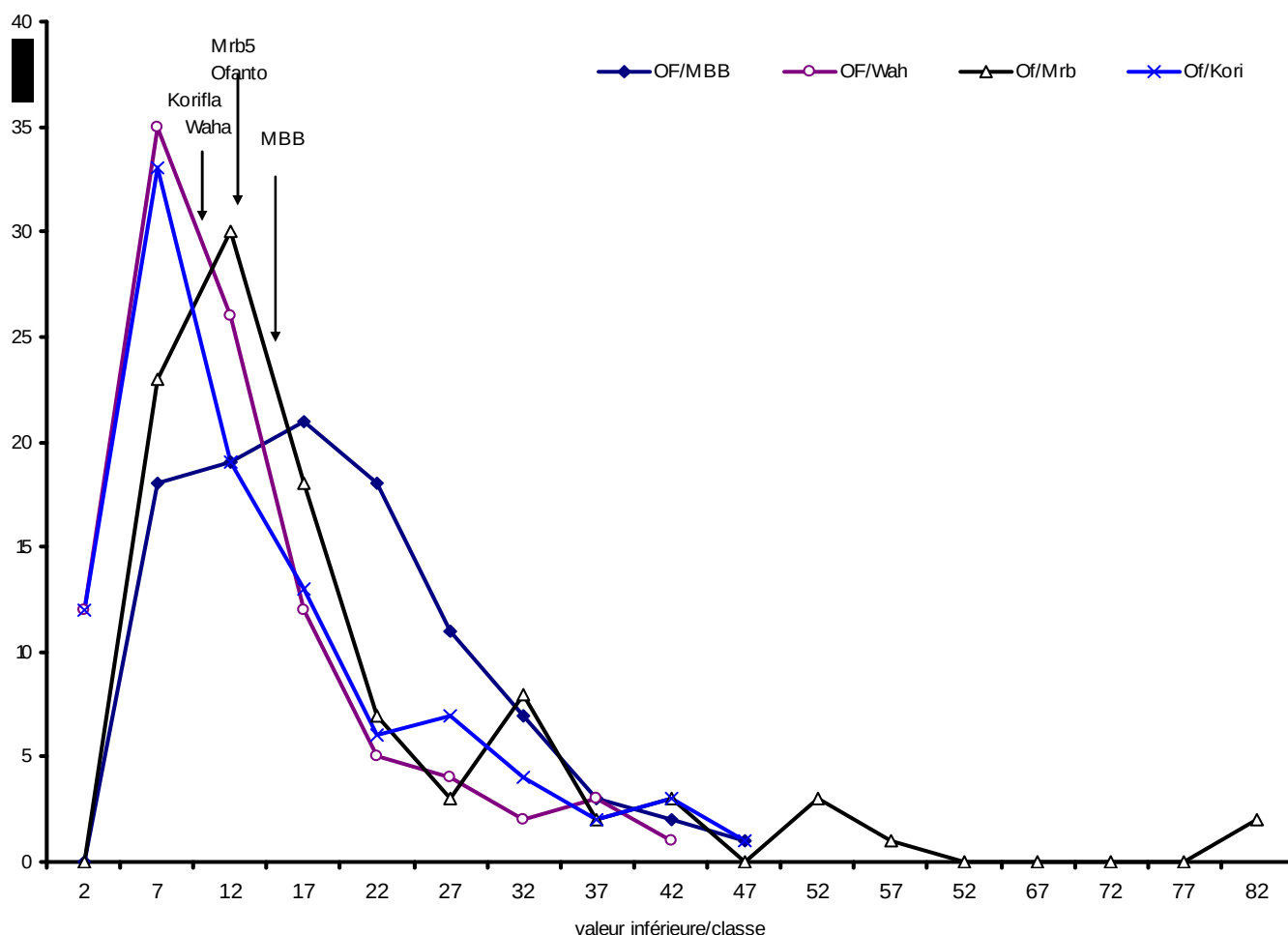


Fig. 2. Variation comparée de la biomasse mesurée par plante chez les populations F_2 .

Tableau 4. Coefficients de corrélation phénotypique entre les variables mesurées chez les populations F₂.

Croisement	Ofanto/MBB			Effet direct	Ofanto/Waha			Effet direct
	HT	NE	WNE		HT	NE	WNE	
BIOM	0.282	0.814	0.917	0.432	0.431	0.891	0.973	1.271
HT		0.107	0.184	-0.160		0.373	0.464	-0.148
NE			0.778	0.643			0.898	0.545
	Ofanto/Mrb ₅				Ofanto/Korifla			
	HT	NE	WNE		HT	NE	WNE	
BIOM	0.549	0.914	0.973	0.694	0.309	0.918	0.971	0.914
HT		0.418	0.508	-0.116		0.139	0.320	-0.132
NE			0.926	0.543			0.895	0.521

BIOM = biomasse aérienne par plante mesurée à maturité (g); HT = hauteur des plantes (cm); NE = nombre d'épis/plante; WNE = poids des épis par plante (g).

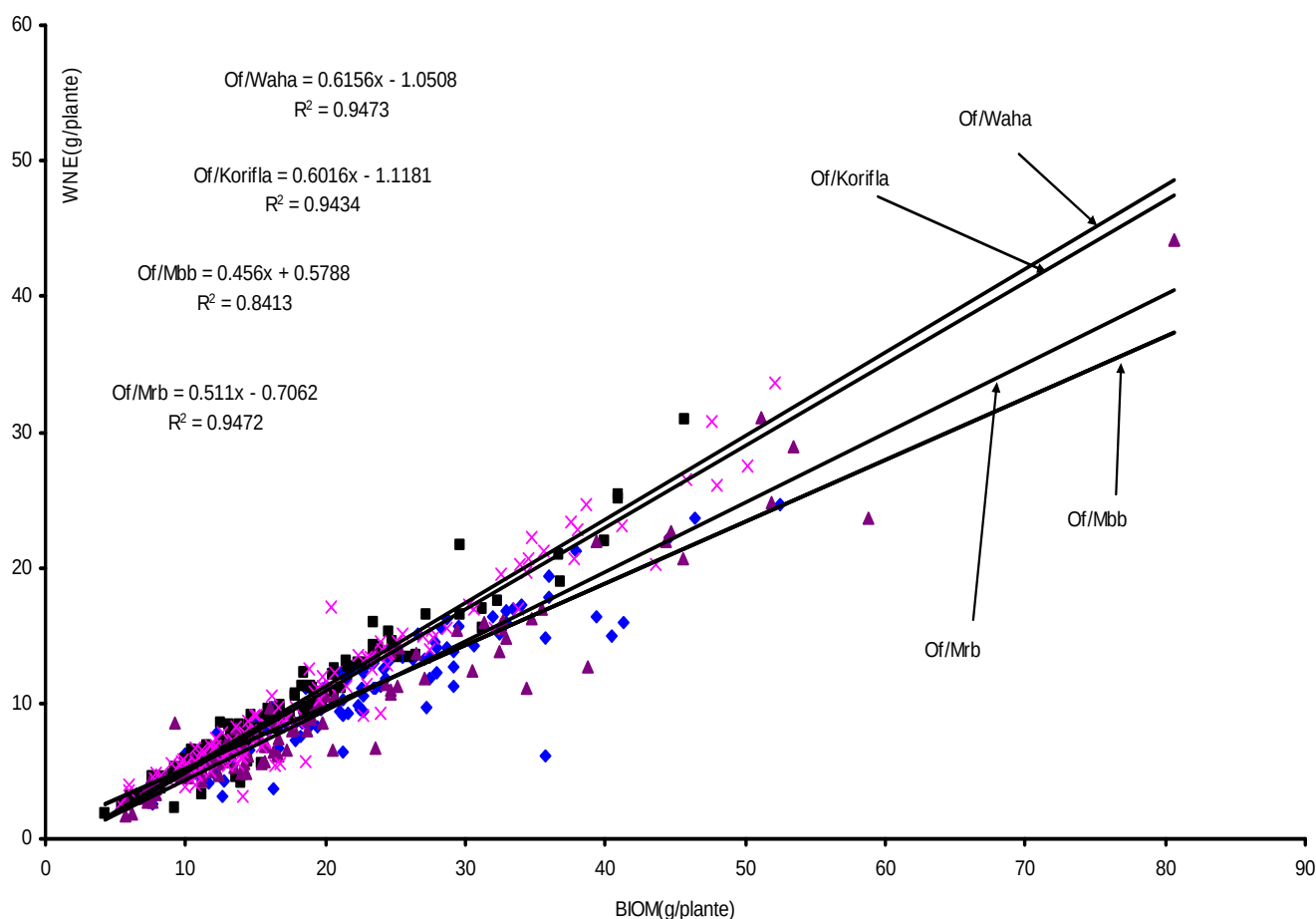


Fig. 3. Relation entre WNE et BIOM mesurées par plante chez les populations F₂.

Le rendement qui est fortement tributaire de la biomasse aérienne et du poids des épis chez les parents, est donc aussi lié au poids des épis, au nombre d'épis et à la biomasse aérienne chez les populations F₂. La réponse attendue (en F₃) à la sélection (RS) directe (en F₂) peut être envisagée sur la base des caractères liés qui sont la biomasse aérienne, le poids et le nombre d'épis et éventuellement sur la base de la hauteur des plantes. Elle est déduite uniquement pour la sélection faite sur la base de la biomasse et le poids des épis.

Pour une intensité de sélection 10%, la valeur de table de *i* est de 1.76 [14], les valeurs de la réponse attendue sont données au tableau 5. La descendance aux meilleures performances pour la biomasse aérienne attendue est celle issue du croisement Ofanto/MBB, alors que le poids des épis, c'est la sélection du croisement Ofanto/Korifla qui apparaît le meilleur (Tableau 5).

Tableau 5. Valeurs de la réponse à la sélection sur la base de la biomasse aérienne et du poids des épis (RS), Moyenne de la F_2 (μ_{F2}), moyenne de la fraction sélectionnée (μ_s) et moyenne attendue de la descendance de la fraction sélectionnée (μ').

Croisement	Critère de sélection	RS	μ_{F2}	μ_s	μ'
Ofanto/MBB	BIOM	0.53	21.61	39.96	22.14
Ofanto/Waha	BIOM	0.59	16.69	35.17	17.28
Ofanto/Mrb ₅	BIOM	1.12	19.66	52.08	20.78
Ofanto Korifla	BIOM	0.77	19.90	42.99	20.67
Ofanto/MBB	WNE	0.54	10.34	19.08	10.88
Ofanto/Waha	WNE	0.65	9.22	20.69	9.87
Ofanto/Mrb ₅	WNE	1.18	9.34	40.67	10.52
Ofanto/Korifla	WNE	0.87	10.90	25.22	11.77

BIOM = biomasse aérienne par plante mesurée à maturité (g); WNE = poids des épis par plante (g).

3.2 DISCUSSION

L'efficacité d'un programme d'amélioration des plantes dépend de la capacité du sélectionneur à identifier les individus supérieurs pour le caractère d'intérêt. La sélection directe pour le caractère d'intérêt est généralement la plus intéressante, lorsque le caractère en question est sous contrôle génétique simple. Pour les caractères complexes, la sélection directe et indirecte sur la base des caractères liés s'est avérée toujours moins efficace, notamment dans les environnements variables. De sorte que les sélectionneurs recherchent à utiliser d'autres paramètres qui améliorent la relation phénotype-génotype. Les physiologistes suggèrent l'utilisation des tests physiologiques pour identifier des génotypes tolérants et productifs sous stress [20], [21]. Parmi les tests suggérés figurent, entre autres, le poids spécifique foliaire [22], la température du couvert végétal [23], le test de l'intégrité cellulaire [24], l'accumulation des osmolytes [25], le statut hydrique foliaire [23], [25], [26] et le taux de chlorophylle [12], [27]. Les résultats de cette étude montrent que sur population F_2 , en semis espacé, il est peu pratique d'effectuer des tests physiologiques sur la plante qui représente l'unité de sélection.

Dans le cas de la présente étude, les résultats des tests physiologiques appliqués sur un jeu restreint de lignées parentales indiquent peu de liaisons avec la productivité, suggérant l'inefficacité des tests physiologiques comme aides à la sélection de génotypes tolérants et productifs. Par contre chez les lignées parentales comme chez les F_2 , des liaisons fortes existent entre la biomasse aérienne, le nombre d'épis et le poids des épis. Ce qui corrobore les résultats de De Vita *et al.* [28] qui mentionnent que le gain génétique obtenu sur blé dur, en Italie, était associé à un grand nombre de grains produit par m^2 , à une biomasse aérienne et un nombre d'épis élevés et à une réduction de la hauteur des chaumes.

L'étude de ces caractères chez les populations F_2 indique la présence d'une variation phénotypique importante. Le coefficient de détermination de l'héritabilité au sens large est élevé pour l'ensemble des caractères mesurés. Dans ce contexte, Fellahi *et al.* [29] mentionnent que des coefficients de variation génotypiques élevés, associés à des héritabilités élevées et à des gains génétiques conséquents, fournissent de meilleures informations prédictives que chaque paramètre pris isolément. En effet des valeurs élevées concomitantes de ces trois paramètres confortent sur les possibilités de sélectionner des génotypes possédant des caractéristiques désirables parmi la descendance. La biomasse aérienne semble avoir l'effet direct le plus important dans la détermination du rendement en grain. En effet, Golabadi *et al.* [26] suggèrent que la sélection sur la base de la biomasse doit être faite sous conditions favorables, alors que sous conditions défavorables, elle doit être conduite sur la base du poids de l'épi et du poids de 1000 grains. Par contre, Cooper *et al.* [30] rapportent que la sélection précoce directe ou indirecte est peu efficace sous stress, et suggèrent que dans l'attente d'une meilleure compréhension des mécanismes physiologiques contrôlant de la tolérance aux stress, la sélection doit être conduite sous conditions favorables. Alors que Brancourt-Hulmel *et al.* [31] proposent de pratiquer la sélection navette sous conditions favorables et défavorables à la fois.

4 CONCLUSION

L'expression des liaisons des résultats des tests physiologiques avec les paramètres morphologiques de la productivité est variable en fonction du génotype et de l'environnement. Ainsi, le taux de chlorophylle, la surface de la feuille étendue, le poids spécifique foliaire, la tolérance aux stress hydrique et thermique et la biomasse accumulée au stade épiaison ne sont pas toujours liés au rendement. Seule la biomasse aérienne mesurée à maturité apparaît comme un déterminant du rendement en grain. Les populations F_2 montrent une variabilité phénotypique importante pour les paramètres mesurés. Les coefficients de l'héritabilité sont élevés en valeurs, suggérant l'efficacité de la sélection précoce sur la base des variables

étudiées. L'analyse en chemin confirme que la biomasse aérienne a l'effet direct le plus important sur l'expression du poids des épis par plante. La réponse attendue à la sélection directe déduite pour la biomasse et le poids des épis, suggère que la descendance aux meilleures performances est celle issue du croisement Ofanto/MBB, pour la biomasse alors que pour le poids des épis, c'est le croisement Ofanto/Korifla qui est le plus intéressant.

RÉFÉRENCES

- [1] H. Bouzerzour and A. Benmahammed, "Variation in early growth, canopy temperature, translocation and yield of four durum wheat (*Triticum durum* Desf.) genotypes under semi-arid conditions," *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, vol. 5, no. 2, pp. 142–154, 2009.
- [2] M. Salmi, L. Haddad, A. Oulmi, A. Benmahammed and A. Benbelkacem, "Variabilité phénotypique et sélection des caractères agronomiques du blé dur (*Triticum durum* Desf.) Sous conditions semi-arides," *European Scientific Journal*, 11(21): 99 - 111. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, vol. 11, no. 21, pp. 99–111, 2015.
- [3] A. Adjabi, H. Bouzerzour and A. Benmahammed, "Stability Analysis of Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.) Grain Yield," *Journal of Agronomy*, vol. 13, no. 3, pp. 131–139, 2014.
- [4] A. Oulmi, A. Benmahammed, Z. Laala, A. Adjabi and H. Bouzerzour, "Phenotypic variability and relations between the morpho-physiological Traits of three F5 populations of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) evaluated under semi-arid conditions," *Advances in Environmental Biology*, vol. 8, pp. 436 - 443, 2014.
- [5] Z. Fellahi, A. Hannachi, H. Bouzerzour and A. Benbelkacem, "Inheritance Pattern of Metric Characters Affecting Grain Yield in two Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Crosses under Rainfed Conditions," *Jordan Journal of Biological Sciences*, vol. 8, no. 3, pp. 175–181, 2015.
- [6] Z. Fellahi, "Aptitude à la combinaison et héritabilité de quelques caractères agronomiques du blé tendre (*Triticum aestivum* L.)," *Mémoire de Magister, Université Saad Dahlab- Blida*, 136 p, 2013.
- [7] A. Hannachi, "Analyse diallèle de quelques caractères associés à l'adaptation du blé dur (*Triticum durum* Desf.) au climat semi-aride," *Mémoire de Magister, Université Saad Dahlab- Blida*, 100 p, 2013.
- [8] S. Hamli, H. Bouzerzour, A. Benmahammed, A. Oulmi, K. Kadi et D. Addad, "Déterminisme génétique des caractères morpho-physiologiques liés au rendement chez le blé dur en zone semi-aride des hauts plateaux Sétifiens, Algérie," *European Scientific Journal*, vol. 11, pp. 146–160, 2015.
- [9] P. L. Spagnoletti Zeuli and C. O. Qualset, "Flag leaf variation and the analysis of diversity in durum wheat," *Jordan Plant Breeding*, vol. 105, no. 3, pp. 189 - 202, 1990.
- [10] M. Bajji, J. M. Kinet and S. Lutts, "The use of the electrolyte leakage method for assessing cell membrane stability as a water stress tolerance test in durum wheat," *Plant Growth Regulation*, vol. 36, pp. 61 - 70, 2001.
- [11] H. K. Lichtenthaler, "Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes," *Methods in Enzymology*, vol. 148, pp. 350 - 382, 1987.
- [12] P. Ferus and M. Arkosiova, "Variability of chlorophyll content under fluctuating environment," *Acta fytotechnica et zootechnica*, vol. 4, no. 2, pp. 123 - 125, 2001.
- [13] R. G. Steel and R. H. Torrie, "Principles and procedure of statistics," McGraw-Hill. Inc. New York. 1982..
- [14] D. S. Falconer and F. C. Mackey, "Introduction to quantitative genetics," 4th ed., Longman, New York, 1996.
- [15] Z. Fellahi, A. Hannachi, H. Bouzerzour and A. Boutekrabt, "Correlation between traits and path analysis coefficient for grain yield and other quantitative traits in bread wheat under semi arid conditions," *Journal of Agriculture and Sustainability*, vol. 3, no. 1, pp. 16 - 26, 2013a.
- [16] A. Hannachi, Z. Fellahi, H. Bouzerzour and A. Boutekrabt, "Correlation, Path Analysis and Stepwise Regression in Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.) under Rainfed Conditions," *Agriculture and Sustainability*, vol. 3, no. 2, pp. 122 - 131, 2013.
- [17] CropStat 7.2.3. "Software package for windows," *International Rice Research Institute, IRRI, Manila*, 2008.
- [18] S. N. N. Deshmukh, M. S. Basu and P. S. Reddy, "Genetic variability, character association and path coefficient analysis of quantitative traits in Virginia bunch varieties of groundnut," *Indian Journal of Agricultural Sciences*, vol. 56, pp. 516 - 521, 1986.
- [19] G. P. Singh, K. R. Maurya, B. Prasad and A. K. Singh, "Genetic variability in *Capsicum annum* L," *Journal of Applied Biology*, vol. 4, pp. 19 - 22, 1994.
- [20] R. A. Richards, "Defining selection criteria to improve yield under drought," *Plant Growth Regulation*, vol. 20, pp. 157 - 166, 1996.
- [21] J. Passioura, "Increasing crop productivity when water is scarce: from breeding to field management," *Proceedings of the 4th International Crop Science Congress "New directions for a diverse planet" Brisbane, Australia. 12 pages*, 2004.

- [22] S. Asseng, N.C. Turner, T. Botwright, and A.G. Condon, "Evaluating the Impact of a Trait for Increased Specific Leaf Area on Wheat Yields Using a Crop Simulation Model," *Agronomy Journal*, vol. 95, pp. 10 - 19, 2003.
- [23] A. Kumar and D. P. Singh, "Use of physiological indices as a screening technique for drought tolerance in Oilseed *Brassica* species," *Annals of Botany*, vol. 81, pp. 413 - 420, 1998.
- [24] C. M. Cossani and M. P. Reynolds, "Physiological traits for improving heat tolerance in wheat," *Plant physiology*, vol. 160, no. 4, pp. 1710 - 1718, 2012.
- [25] M. M. Abdalla and N. H. El-Khoshiban, "The Influence of water stress on growth, relative water content, photosynthetic pigments, some metabolic and hormonal contents of two *Triticum aestivum* cultivars," *Journal of Applied Sciences Research*, vol. 3, pp. 2062 - 2074, 2007.
- [26] M. Golabadi, A. Arzani and S. M. M. Maibody, "Evaluation of variation among durum wheat F3 families for grain yield and its components under normal and water-stress field conditions," *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, vol. 41, pp. 263 - 267, 2005.
- [27] H. K. Poshtmasari, H. Pirdashti, M. Nasiri and M. A. Bahmanyar, "Chlorophyll content and biological yield of modern and old rice cultivars in different urea fertilizer rates and applications," *Asian Journal of Plant Science*, vol. 11, pp. 1 - 4, 2007.
- [28] P. De Vita, O. D. Nicosia, F. Nigro, C. Platani, C. Riefolo, N. Di Fonzo and L. Cattivelli, "Breeding progress in morpho-physiological, agronomical and qualitative traits of durum wheat cultivars released in Italy during the 20th century," *European Journal of Agronomy*, vol. 26, pp. 39 - 53, 2007.
- [29] Z. Fellahi, A. Hannachi, A. Guendouz, H. Bouzerzour and A. Boutekrabt, "Genetic variability, heritability and association studies in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes," *Electronic Journal of Plant Breeding*, vol. 4, pp. 1161 – 1166, 2013b.
- [30] M. Cooper, R. E. Stucker, I. H. De Lacy and B. D. Harch, "Wheat breeding nurseries, target environments, and indirect selection for grain yield," *Crop Science*, vol. 37, pp. 1168 -1176, 1997.
- [31] M. Brancourt-Hulmel, E. Heumez, P. Pluchard, D. Beghin, C. Depatureaux, A. Giraud and J. Le Gouis, "Indirect versus direct selection of winter wheat for low-input or high-input levels," *Crop Science*, vol. 45, pp. 1427 – 1431, 2005.

BIOFOR Régulateur de Santé

[Health regulator BIOFOR]

Adama KAMAGATE

Laboratoire de Physiologie animale, de Pharmacologie et de Phytothérapie, UFR SN, Université Nangui Abrogoua,
02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

Copyright © 2016 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 excessive use of antibiotics has become a global problem our day in light of the emergence of multidrug resistance of bacteria strain. The search for the discovery of new antibiotic is not moving as fast as that. It is with this that we undertook this study. We have developed the health regulator BIOFOR as an alternative to antibiotics for face care that does not require the use of antibiotics. Our study shows that the BIOFOR health regulator stimulates the immune system. There was a significant increase in both leukocyte and lymphocyte count compared to normal. The prophylaxis plan BIOFOR has allowed growth very significantly higher compared to conventional chicken prophylaxis plan. The relative organ weight was allowed to show that organs are well developed. Thus the measurements of AST and ALT enzymes have allowed showing that the BIOFOR prophylaxis has no hepatic, muscle and heart toxicity. The BIOFOR health regulator is a purely natural product made from plants. The results of our work allow saying that the use of the BIOFOR health regulator would be beneficial to human health in order to avoid the systematic use of antibiotics.

KEYWORDS: Immunostimulant, Prophylaxis, Antibiotic, Plant, Broiler Chicken.

RESUME: L'Usage excessif des antibiotiques est devenu de nos jours un problème mondial au vu de l'émergence de souches multirésistantes de bactéries. La recherche en vue de la découverte de nouvel antibiotique n'avance pas aussi vite que ça. C'est fort de cela que nous avons entrepris cette étude. Nous avons élaboré le BIOFOR régulateur de santé comme alternative aux antibiotiques pour faire face à des soins qui ne nécessite pas l'usage d'antibiotiques. Notre étude montre que le BIOFOR régulateur de santé stimule le système immunitaire. On a observé une augmentation significative du taux de leucocytes, aussi bien de lymphocytes par rapport à la normale. Le plan de prophylaxie BIOFOR a permis une croissance du poulet très significativement supérieure comparé au plan de prophylaxie conventionnelle. Le poids relatif des organes a permis de montrer que les organes se sont bien développés. Ainsi le dosage des enzymes ASAT, et ALAT a permis de montrer que la prophylaxie BIOFOR n'a pas de toxicité hépatique, musculaire et cardiaque. Le BIOFOR régulateur de santé est un produit purement naturel et fait à base de végétaux. Les résultats de nos travaux permettent de dire que l'usage du BIOFOR régulateur de santé serait bénéfique pour la santé humaine afin d'éviter l'usage systématique des antibiotiques.

MOTS-CLEFS: Immunostimulant, prophylaxie, Antibiotiques, Plantes, Poulets chair.

1 INTRODUCTION

Les problèmes de la santé liés au secteur avicole sont aujourd'hui devenus un fléau international. L'aviculture moderne a connu un essor spectaculaire ces dernières années dues aux besoins des populations en protéines animales. Mais cette modernisation s'est faite au détriment des règles d'hygiène entraînant le développement de pathologies diverses dans ces élevages aux conséquences souvent désastreuses pour la volaille, voire pour l'homme [1]. La naissance de ces pathologies a

entraîné une utilisation massive des antibiotiques chez la volaille [2]. Cependant la mauvaise utilisation des antibiotiques en élevage à titre préventif ou curatif a entraîné la sélection de souches bactériennes résistantes [3]. La propagation de ces souches résistantes par la volaille apparemment saine constitue une menace pour la santé. Ainsi, depuis 2006, l'Union Européenne a interdit à son sein l'usage systématique des antibiotiques en production animale, car l'apparition de la résistance à un antibiotique a pour conséquence de réduire le spectre de l'antibiotique sur les germes pathogènes [4]. A terme, les conséquences sont le manque de moyens efficaces pour lutter contre les infections bactériennes animales et humaines, en l'absence de nouveaux antibiotiques. Ainsi, depuis 2015 est entré en vigueur le premier plan d'action de l'OMS de lutte contre la résistance aux antibiotiques [5]. Pourtant des études ont montré la présence de résidus d'antibiotiques dépassant les limites maximales autorisées, et parfois des traces de chloramphénicol et de nitrofuranes qui sont interdites d'utilisation, chez les animaux destinés à la consommation [6].

Fort de tout cela, nous avons essayé d'élaborer une alternative aux antibiotiques en vue de l'amélioration de la santé animale, ainsi de la santé humaine. Notre étude permettra de mettre en évidence si l'usage du BIOFOR régulateur de santé (BIOFOR RS) en aviculture améliore la croissance, l'homogénéité et la performance des bandes.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 SITE DE L'ETUDE ET POULAILLER

L'essai a été conduit à la station expérimentale de BIOFOR Lab, près du village d'Adjawi situé dans la commune de Port-Bouët à Abidjan. Il s'est déroulé pendant la saison des pluies, et du 25 mai au 16 Juillet 2015. Le poulailler faisait 12 m², et a été divisé en deux parties égales. Avant l'arrivée des poussins, le bâtiment a été lavé au détergent et désinfecté. Par la suite, le matériel d'élevage a été installé, et un vide sanitaire de 15 jours a été observé.

2.2 ANIMAUX ET PROCÉDURE EXPÉRIMENTALE

Ces recherches ont été conduites sur quarante-quatre (44) poussins d'un jour d'une souche chair COBB 500 (*Gallus gallus*) composés de mâles et de femelles répartis au hasard en deux lots de vingt-deux (22) poussins pour les deux types de traitements médicamenteux. Le groupe A devait recevoir le « traitement conventionnel ». Le traitement conventionnel est composé d'Antibiotique (Enrosol S.), de vaccins contre les maladies New Castle, bronchite infectieuse, Gomboro, de vitamines ou antistress (Biocalphos, hydroprotein), un anti coccidien (CYCO-V), et le groupe B devait recevoir le « traitement BIOFOR » composé essentiellement du BIOFOR RS. Les poussins ont bénéficié des meilleures conditions d'hygiène et de surface. Les poussins ont été chauffés au radian de 0 à 15 jours. La température a été maintenue à 31°C. Les poussins ont été élevés en claustration au sol avec litière qui est changée périodiquement, avec une densité de 4 sujets au m². Ils ont été protégés contre les pathologies selon deux plans de prophylaxie précis (tableau 1 et 2). L'essai a duré 17 semaines.

Tableau 1 : Plan de Prophylaxie conventionnelle

Age (jours)	Produits	Observations
1	Eau sucré et sel	Donner de l'énergie facilement utilisable par les poussins
2-5	Enrosol S.	Antibioprévention
7	HB1 et HB120	Vaccination Newcastle et bronchite infectieuse
9-11	Enrosol S.	Antibioprévention
13	AVI INTER GUMBORO	Vaccination GUMBORO
19-20	BIOCALPHOS. et Hydroprotein	Vitamine ou Antistress
21	LASOTA	Rappel Vaccination Newcastle
24-27	CYCO-V	Anti Coccidien

Tableau 2 : Plan de Prophylaxie BIOFOR

Age (jours)	Produits	Observations
1	Eau sucré et sel	Donner de l'énergie facilement utilisable par les poussins
2-14	BIOFOR RS	Immunostimulant
22-28	BIOFOR RS	Immunostimulant

Toutes les expériences ont été menées selon un protocole qui respecte les conditions d'éthiques telles définies par les instances internationales tenant compte du bien-être des animaux de laboratoire.

2.3 LE BIOFOR RS

Le BIOFOR est une alternative aux antibiotiques et un stimulant du système immunitaire, 100% naturel, et produit à base de plantes. Contient : Sucre de canne, extraits de végétaux (Saponines, tanins, phlorotannins, bioflavonoïdes, terpénoïdes et alcaloïde), minéralisés au bicarbonate de sodium. Sans conservateur, ni colorant. Le BIOFOR RS est administré dans l'eau de boisson.

2.4 RATIONS ALIMENTAIRES

Un aliment commercial "démarrage" en mouture relativement fine préparé à partir de l'aliment concentré pour poulet chair de VITALAC (Abidjan, Côte d'Ivoire), et a été distribué les 1-3 semaines. Un aliment commercial "croissance" en mouture relativement grossière préparé à partir de l'aliment concentré pour poulet chair de VITALAC (Abidjan, Côte d'Ivoire) a été distribué dès la 4^{ème} semaine. Les animaux ont consommé les aliments à volonté.

2.5 L'ÉCLAIRAGE ET ABREUVEMENT

L'éclairage du poulailler est nécessaire à la bonne croissance du poulet de chair. Pendant la première semaine la durée de l'éclairage a été de 24h pour stimuler la consommation d'aliment et d'eau. A partir de la deuxième semaine l'éclairage sera réduit à 12h de lumière et 12 heures d'obscurité quotidiennement. L'eau étant le principal constituant du poulet, ainsi les abreuvoirs ont été constamment alimentés en eau potable. Les animaux ont consommé l'eau à volonté.

2.6 PRÉLÈVEMENTS SANGUINS

Après 44 jours de traitement, les animaux mis à jeûne la veille au soir, et le sang des poulets a été collecté le matin au niveau de la veine jugulaire après l'avoir désinfecté avec de l'alcool à 70 °C et en utilisant des seringues traitées.

Le sang est recueilli dans des tubes EDTA et dans des tubes secs qui sont mis dans une glacière contenant de la glace, puis acheminés au laboratoire urbain, « La DIAGNOSE », situé dans la commune de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire. Le sang est centrifugé et le sérum obtenu est conservé dans des tubes à -20°C jusqu'au moment des analyses biochimiques.

2.7 ANALYSES BIOCHIMIQUES

L'analyse biochimique du sang a été effectuée au Laboratoire d'analyse biologique et médicale « La DIAGNOSE » situé dans la commune de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire. Les paramètres suivants ont été déterminés : La numération de formule sanguine (NFS), et les transaminases (ALAT, ASAT).

2.8 ANALYSES STATISTIQUES DES RÉSULTATS

L'analyse statistique des données est faite grâce au logiciel GraphPad InStat 3.01 (San Diego, Californie, USA). Les résultats sont donnés sous forme de moyenne suivie de l'erreur standard sur la moyenne ($M \pm SEM$). La comparaison des moyennes a été effectuée par un test de Student. Les différences sont considérées significatives à $P < 0,05$, très significatives à $P < 0,01$, extrêmement significatives à $P < 0,001$, et très extrêmement significatives à $P < 0,0001$.

3 RESULTATS

3.1 EFFET DU TRAITEMENT BIOFOR SUR LE GAIN DE POIDS CORPOREL

Pour étudier l'effet du traitement BIOFOR sur le gain de poids nous avons utilisé 44 poussins repartis en 2 lots de 22 poussins. Les animaux ont été repartis de telle sorte qu'il n'y a pas de différences significatives entre poids initiaux des différents lots. Nous avons le lot témoin qui a reçu le plan de prophylaxie conventionnelle, et le lot traité qui a reçu le plan de prophylaxie BIOFOR. **La Figure 1** représente les poulets à différents stades de la croissance. Les images indiquent que dans les deux lots on a des animaux en pleine forme, qui ne sont ni malades et ni stressés. **La Figure 2** indique l'évolution pondérale des animaux au fil du temps. On constate que dans l'ensemble, jusqu'au jour 28, la différence de poids n'est pas marquée entre le lot témoin et le lot expérimental. Au-delà du jour 28, on observe une croissance plus rapide chez les animaux traités au BIOFOR. On a une augmentation très significative du gain de poids dans le lot traité au BIOFOR aux Jours 34($P < 0,01$), 41($P < 0,0001$), 48($P < 0,01$) comparativement au lot témoin. Au jour 48 les poulets ayant eu le plan de prophylaxie

BIOFOR ont dépassé en moyenne le seuil des 2Kg ($2096 \pm 54,556$), alors que le lot ayant eu le plan de prophylaxie conventionnelle est en moyenne en dessous ($1851 \pm 60,682$). Pour mieux comprendre cela, nous avons fait des analyses supplémentaires.

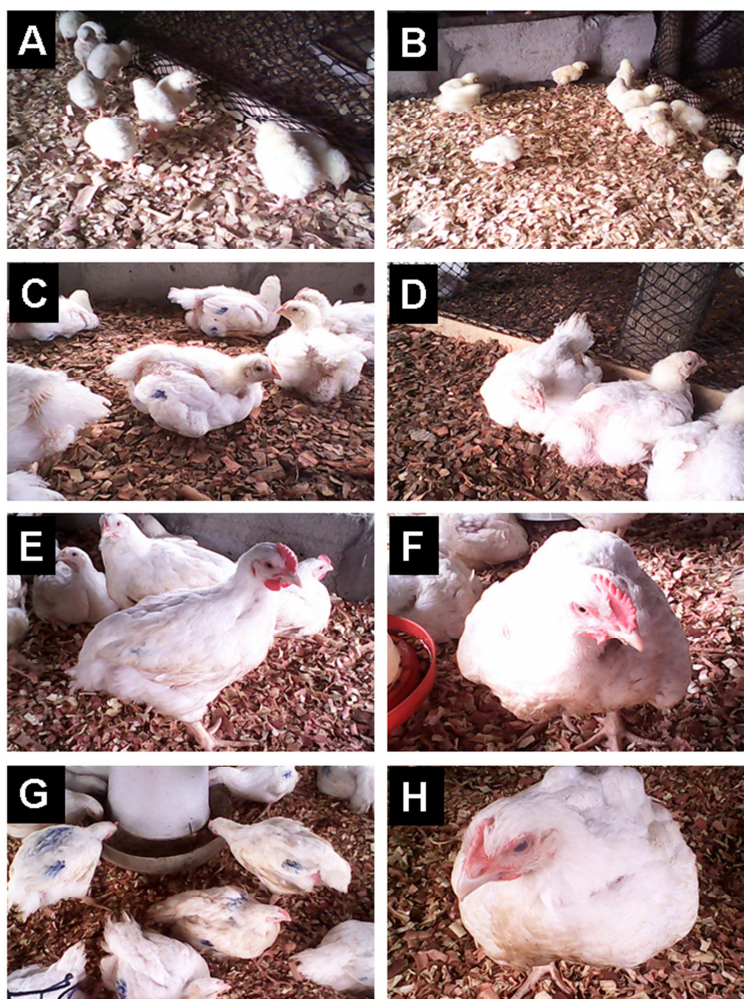


Figure 1: Les poulets de chair à différents stades de la croissance

L'image indique les poulets de chair à différents stades de la croissance. Les images A, C, E, G représentent les volailles ayant reçu le traitement conventionnel aux jours de croissance 1, 28, 33, et 41, respectivement. Tandis que Les images B, D, F, H représentent les volailles ayant reçu le traitement BIOFOR aux jours de croissance 1, 28, 33, et 41, respectivement.

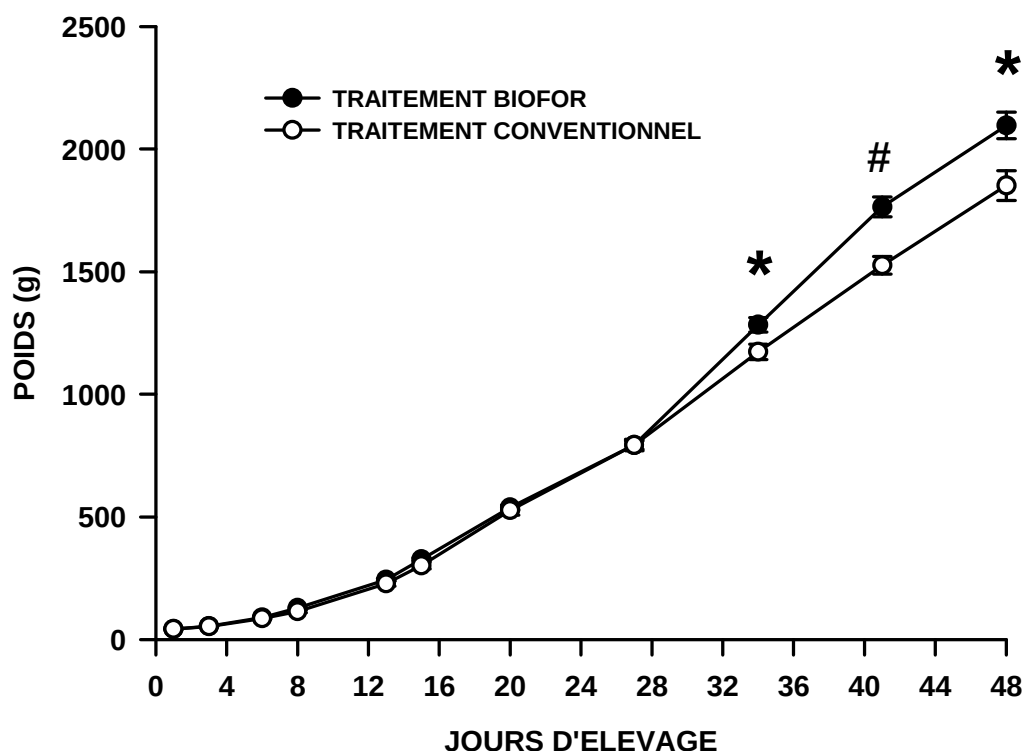


Figure 2: Evolution pondérale des poulets de chair

Chaque valeur représente la moyenne $\pm$ SEM, $n=21$ volailles. La comparaison des moyennes est effectuée par un test de Student. * ($p<0,01$), # ($p<0,0001$): Différence très significative, et très extrêmement entre témoins et expérimentaux, respectivement

3.2 EFFET DU TRAITEMENT BIOFOR SUR LE DEVELOPPEMENT DES ORGANES

L'effet du traitement BIOFOR sur le développement des organes a pu être analysé grâce aux poids relatifs des organes (Tableau 3). On n'a pas observé de différence significative entre lot témoin et lot expérimental concernant les poids relatifs des carcasses, têtes, zéziés, cœurs, foies, reins, et pattes. Les données nous permettent de dire que le plan de prophylaxie BIOFOR permet aux organes vitaux de se développer correctement.

Tableau 3 : Poids relatifs des organes

Au jour 52 des volailles ont été sacrifiées et leur organes prélevés. Chaque valeur représente la moyenne $\pm$ SEM, $n=5$ volailles. La comparaison des moyennes est effectuée par un test de Student. * ($p<0,05$) : Différence significative entre témoins et expérimentaux.

Poids Relatifs des Organes (%)		
Organes	Traitement Conventionnel	Traitement BIOFOR
CARCAS	75,34 $\pm$ 4,14	76,19 $\pm$ 2,49
TETE	2,61 $\pm$ 0,15	2,71 $\pm$ 0,18
ZIEZIE	2,91 $\pm$ 0,20	3,08 $\pm$ 0,17
CŒUR	0,47 $\pm$ 0,05	0,45 $\pm$ 0,03
FOIE	2,50 $\pm$ 0,15	2,41 $\pm$ 0,11
REIN	0,09 $\pm$ 0,01	0,13 $\pm$ 0,02
PATTES	1,90 $\pm$ 0,09	1,86 $\pm$ 0,10

3.3 EFFET DU TRAITEMENT BIOFOR SUR LE PROFIL HEMATOLOGIQUE

Le profil hématologique a pu être accédé grâce aux échantillons de sang prélevés au jour 44, et par la suite analysés au laboratoire « LA DIAGNOSE ».

En comparant le profil hématologique du lot témoin à celui du lot expérimental, aucune différence significative n'a été trouvée concernant tous les paramètres hématologiques étudiés. Mais des différences subsistent en comparant les valeurs obtenues pour les lots témoin et expérimental à la valeur normale.

Les données indiquent que le traitement BIOFOR a tendance à faire augmenter le taux de leucocytes, sans que cela ne soit significatif comparativement au lot témoin. Mais comparé à la valeur normale, ce taux demeure significatif ($P < 0,05$), pratiquement 4 fois supérieur à la valeur normale. Dans le cas du plan de prophylaxie conventionnelle cette augmentation s'explique par le fait que les poulets ont été vaccinés à 4 reprises. Dans le cas du plan de prophylaxie BIOFOR, cette augmentation démontre bien que le BIOFOR RS est un immunostimulant.

Le taux d'hématocrite est normal, et cela se reflète au niveau du taux des globules rouges ou érythrocytes, des taux d'hémoglobine, de VGM, de CCMH et TCMH qui sont aussi normaux. Ce qui indiquerait que ces poulets ne souffrent d'aucune anémie.

Concernant la formule leucocytaire, les lots témoin et expérimental ont une augmentation significative du taux de lymphocytes par rapport à la normale ($p < 0,05$). Ce qui représente environ 35% augmentation. Pour le lot témoin cela s'explique par l'action des différents vaccins appliqués alors pour le plan de prophylaxie BIOFOR cela indique une fois de plus que le BIOFOR RS est un immunostimulant. On a un gain de lymphocytes dans les deux lots par rapport aux taux de monocytes et d'éosinophiles qui sont en baisses par rapport au taux normal. Nos résultats montrent bien l'action immunostimulant du BIOFOR RS.

Tableau 4 : Comparaison du profil hématologique entre le traitement conventionnel et le traitement BIOFOR

Au jour 44, le sang de 5 animaux de chaque groupe ont été prélevés pour analyse au laboratoire. Chaque valeur représente la moyenne $\pm$ SEM, $n=5$ volailles. La comparaison des moyennes est effectuée par un test de Student. $^*(p < 0,05)$: Différence significative entre témoin et la valeur normale. $^\#(p < 0,05)$: Différence significative entre expérimental et la valeur normale.

Paramètre	Valeur normale	Traitement Conventionnel	Traitement BIOFOR
Hématocrite (%)	27-55	29,260 $\pm$ 1,299	29,180 $\pm$ 1,304
Erythrocytes, ($\times 10^6/\mu\text{L}$)	2-3,5	2,248 $\pm$ 0,088	2,216 $\pm$ 0,113
Leucocytes ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	12-30	129,540 $\pm$ 37,224 *	160,820 $\pm$ 42,732 $^\#$
Hémoglobine (g/100ml)	11-17	13,220 $\pm$ 0,495	13,340 $\pm$ 0,523
VGM (fl)	90-140	129,820 $\pm$ 1,794	131,880 $\pm$ 1,389
TCMH (pg)	33-60	58,800 $\pm$ 1,086	60,380 $\pm$ 1,670
CCMH (g/100ml)	26-46	47,080 $\pm$ 1,898	46,120 $\pm$ 0,976
LYMPOCYTES (%)	45-70	94,400 $\pm$ 1,631 *	95,200 $\pm$ 1,319 $^\#$
MONOCYTES ($/\mu\text{L}$)	5-10	1,600 $\pm$ 0,245	1,400 $\pm$ 0,245
EOSINOPHILES ($/\mu\text{L}$)	1,5-6	0,800 $\pm$ 0,200	1,000 $\pm$ 0,000
BASOPHILES ($/\mu\text{L}$)	Rares	0,000 $\pm$ 0,000	0,000 $\pm$ 0,000
ALAT (IU/L)	5-25	7 $\pm$ 1,095	8 $\pm$ 1,449
ASAT (IU/L)	50-350	263 $\pm$ 6,719	345 $\pm$ 46,687

3.4 EFFET DU PLAN DE PROPHYLAXIE BIOFOR SUR LA TOXICITE HEPATIQUE, MUSCULAIRE ET CARDIAQUE

Le foie est le principal siège du métabolisme des nutriments et des médicaments. L'utilisation d'un certain nombre de produits peut également affecter la mobilité, et le rythme cardiaque.

ALAT et ASAT sont des transaminases qui sont présentes dans tous les tissus. Alors que ALAT est prédominant dans le foie, ASAT est prédominant dans les muscles, et notamment le cœur. Mais leur présence dans le sang à une concentration élevée est souvent liée avec des maladies du myocarde (infarctus) ou du foie (nécrose, hépatite). Dans notre cas, les niveaux sériques de ces enzymes nous permettent d'accéder à l'effet de la prophylaxie BIOFOR sur la toxicité hépatique, musculaire et cardiaque.

Nos résultats indiquent que les taux d'ALAT et ASAT sont normaux lorsqu'on les compare à la valeur normale aussi bien pour le plan de prophylaxie conventionnelle que le plan de prophylaxie BIOFOR. Cela permet de dire que le BIOFOR RS n'est pas toxique pour les organes vitaux.

3.5 OBSERVATION DES EFFETS A LONG TERME DU TRAITEMENT BIOFOR

A 52 jours d'expérimentation, la plupart des animaux ont été sacrifiés, mais il est resté 5 ayant reçu le traitement BIOFOR. Pendant 67 Jours supplémentaires, ces animaux n'ont reçu aucun n'autre traitement. Tous les 5 poulets ont pu survivre. On peut donc dire que l'effet du traitement BIOFOR perdure dans le temps.

3.6 LE BIOFOR RS DANS LE TRAITEMENT DE POULETS DE CHAIR MALADES

Une bonne vingtaine de poulets de chair malades dans deux fermes différentes pratiquant le plan de prophylaxie conventionnelle ont été traités avec le BIOFOR RS. Après une semaine de traitement tous ces poulets ont pu retrouver la santé. Ces résultats montrent bien que le BIOFOR RS a des propriétés curatives.

4 DISCUSSION

Nous avons entrepris cette étude en vue de répondre un certain nombre de préoccupation qu'on rencontre en aviculture. Entre autre l'usage systématique des antibiotiques. Notre objectif était de trouver un alternatif à l'usage des antibiotiques car l'usage abusif met en péril la santé humaine. Fort de ce constat nous avons élaboré le BIOFOR RS. Les résultats obtenus en ce qui concerne l'hématocrite et la numération érythrocytaire sont en accord avec ceux dans [7]. Quant à la numération leucocytaire déterminée avec les travaux dans [7], on a une valeur moyenne pour la souche Cobb pour les leucocytes d'environ $(23.7 \pm 0.43) \times 10^3/\mu\text{L}$ avec un taux lymphocytaire de 51%. Ce qui représente les valeurs standards. Les données indiquent que les résultats obtenus au niveau de la formule érythrocytaire corroborent avec ceux dans [7], alors que les résultats obtenus au niveau de la formule leucocytaire sont significativement supérieurs.

Notre étude a montré que l'usage du BIOFOR RS a été bénéfique aux poulets à plusieurs niveaux. D'abord on a un gain significatif au niveau de la prise de poids, les animaux ne sont ni malades ni stressés, et on a également une préservation des organes vitaux. Nos résultats au niveau évolution pondérale du poids vif et de la masse relative des organes corroborent avec ceux dans [8]. Notre étude a permis de montrer que l'usage du BIOFOR RS stimule le système immunitaire permettant ainsi les animaux de rester en bonne santé tout au long de l'expérimentation. Une augmentation significative du taux de lymphocyte a été observée. Ce qui indique que BIOFOR RS a une action positive sur le système immunitaire. Egalement l'usage du BIOFOR RS n'affecte pas le bon fonctionnement du cœur, du foie et des muscles, à l'analyse des transaminases ALAT et ASAT.

On a pu observer en aviculture que certains poulets ayant reçu le plan de prophylaxie conventionnelle tombaient malades et avaient du mal à guérir parce que déjà devenus résistants aux antibiotiques, guérissaient suite au traitement au BIOFOR RS.

Le BIOFOR RS est un produit purement naturel et fait à base de végétaux. Les résultats de nos travaux permettent de dire que l'usage du BIOFOR RS serait bénéfique pour la santé humaine afin d'éviter l'usage systématique des antibiotiques.

5 CONCLUSION

Cette étude qu'on a entamé en vue de trouver un alternatif aux antibiotiques a porté ces fruits. Le BIOFOR RS étudié est un produit naturel à base de plantes. Le BIOFOR RS est donc un bon immunostimulant qui non seulement n'est pas toxique, et optimise les performances de la croissance des animaux. Le BIOFOR RS a des effets préventifs et curatifs. Donc le BIOFOR RS serait un bon régulateur de santé bénéfique pour la santé humaine et animale afin d'éviter l'usage systématique des antibiotiques.

REMERCIEMENTS

L'auteur remercie DIABAGATE Bassiédo et KAMAGATE Mounouni pour leur appui technique

REFERENCES

- [1] L. Kabir, "Avian colibacillosis : a closer look at epidemiology pathogenesis diagnosis control and public health concerns", *In. Environn. Reseau. and Public Health*, vol. 7, pp. 89-114, 2010.
- [2] B. Robineau et P.Y. Moalic, "Une maladie d'actualité en production aviaire : la colibacillose", *Bulletin Académique Vétérinaire France*, vol. 163, pp. 983-990, 2010.
- [3] C. Bonnet, F. Diarrassouba, R. Brousseau, L. Masson, E Topp., et M. S. Diarra., "Pathotype and antibiotic resistance gene distribution of *Escherichia coli* isolates from broiler chickens raised on antimicrobial supplemented diets", *Applied and Environn. Microbial*. Vol. 75, pp. 6955-6962, 2009.
- [4] Commission Européenne, 2005, "Interdiction des antibiotiques comme facteurs de croissance dans les aliments pour animaux". [Online] Available: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-05-1687_fr.htm?locale=fr (July 14, 2016)
- [5] OMS, "Résistance aux antibiotiques", aide-mémoire novembre, 2015. [Online] Available: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/antibiotic-resistance/fr/#> (July 14, 2016)
- [6] F.A Abiola., M.M. Diop, A.Teko-agbo, B. Delphine, F.C. Biaou, B. Roudaut, V Gaudin. et P. Sanders, 2005 "Résidus d'antibactérien dans le foie et le gésier de poules de chair", *Revue médecine Vétérinaire*, vol. 156, pp. 264-268, 2005.
- [7] A. Talebi, S. Asri-Rezaei, R. Rozeh-Chai and R. Sahraei, "Comparative Studies on Haematological Values of Broiler Strains (Ross, Cobb, Arbor-acres and Arian)". *International Journal of Poultry Science* vol. 4 no. 8, pp. 573-579, 2005.
- [8] S. B. Ayssiwede, D. F. Atakoun, Y. Issa et A. Missohou, "Performances zootechnico-économiques des poulets de chair nourris de rations à base de farine de graines de roselle (*Hibiscus sabdariffa*, Linn.) au Sénégal", *Livestock Research for Rural Development*, vol. 27, pp.11, 2015.

Performances de croissance du poisson-chat Africain *Clarias jaensis* Boulanger, 1909 (*Pisces : Clariidae*) en étangs fertilisés des fientes de poules et des lisiers de porcs

[Growth performances of African catfish *Clarias jaensis* Boulanger, 1909 (*Pisces : Clariidae*) in fertilized ponds of the dejections of hens and pig]

Désiré Etaba Angoni¹, Minette Tomedi Eyango¹, Hermann Djoko¹, and Joseph Tchoumboué²

¹Département d'Aquaculture, Institut des sciences Halieutiques, Université de Douala, B.P 7236 Douala, Cameroun

²Département de Production Animales, Université de Dschang, B.P 222 Dschang, Cameroun

Copyright © 2016 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 test was carried between January and June 2014 in the zone of Nkolinkondi II, district of Yaounde 5th, area of Center Cameroon with and aim of contributing to the performance evaluation of growth of *Clarias jaensis* in fertilized ponds. A total of 4000 fingerlings of *Clarias jaensis* of average weight (20,39±4,87g) was stocked in ponds, set out again in batches of three(3) treatments: the T0 treatment was composed of batches of fishes not having received any fertilizer and the treatments T1,T2 made up fishes nourished with the droppings of hens and the liquid manures of pigs. The rates of application of the organic manure was of 20 kg per are, then of 5kg per are twice by week. The following results was got: final average weight, weight gain, average gain daily, specific growth rate of T0 was of (103,25±5,47g); (96,61±3,60g); (2,97±0,11g/j); (0,054±0.001%g/j), those of T1(140,70±1,27g); (121,93±2,14g); (3,65±0,13g/j); (0,052±00%g/j), and T2 of (120,07±4,56g); (112,52±2,47g); (3,33±0,06g/j); (0,061±00%g/j); the rates of survival were of (89±5,1 %); (95±5,0%); (92,3±5,3%) in T0, T1, T2 treatments. It arises that T1 treatment of batch nourished with the hen droppings recorded a rate of survival, a final average weight, a gain of high weight of fingerlings (P<0, 05) of *Clarias jaensis* to T0, T2 treatments.

KEYWORDS: *Clarias jaensis*, organic manure, growth, fish pond, Cameroon.

RESUME: Un essai a été mené entre Janvier et Juin 2014 dans la zone de Nkolinkondi II, arrondissement de Yaoundé V^e, région du Centre-Cameroun dans le but de contribuer à l'évaluation des performances de croissance de *Clarias jaensis* en étangs fertilisés. Un total de 1000 juvéniles de *Clarias jaensis* de poids moyen (20,39±4,87g) a été reparti en traitements de trois(3) lots : le traitement(T0) était composé de lots de poissons n'ayant reçu aucun fertilisant, les traitements (T1, T2) composés de lots de poissons nourris aux fientes de poules et aux lisiers de porcs. Le taux d'application des fertilisants organiques a été de 20kg/are, puis de 5kg/are 2fois/semaine, en fonction de la biomasse du poisson. Les résultats suivants ont été obtenus : poids moyens finaux, gains de poids, gains moyens quotidiens et taux de croissance spécifiques de T0 ont été de (103,25±5,47g); (96,61±3,60g); (2,97±0,11g/j); (0,054±0.001%g/j), celles de T1 de (140,70±1,27g); (121,93±2,14g); (3,65±0,13g/j); (0,052±00%g/j), et T2 de (120,07±4,56g); (112,52±2,47g); (3,33±0,06g/j); (0,061±00%g/j). Quant aux taux de survie, ils ont été de (89±5,1 %); (95±5,0%); (92,3±5,3%) dans T0, T1, T2. Il en ressort que le traitement T1 du lot nourri aux fientes de poules a enregistré un taux de survie, un poids moyen final et un gain de poids élevés (P<0,05) des juvéniles de *Clarias jaensis* comparativement aux traitements T0 et T2.

MOTS-CLEFS: *Clarias jaensis*, fertilisants organiques, croissance, étang, Cameroun.

1 INTRODUCTION

En Afrique Sub-saharienne et au Cameroun en particulier, le poisson couvre près de 50% de la demande en protéines animales [5]. Pour satisfaire à la demande estimée à 240 000 tonnes/an de poisson, le Cameroun importe en moyenne 100 000 tonnes/an, ce qui crée un déficit annuel de près de 20 milliards de FrancsCFA[12]. Pour surmonter ce déficit, l'aquaculture doit se développer avec ses techniques de production telles que: la reproduction, l'alevinage, l'alimentation et la croissance en milieu d'élevage qui sont peu maîtrisés. Mais, l'une des contraintes de la pisciculture en étang est la fertilisation qui constitue un complément alimentaire en système semi-intensif lors du prégrossissement ou de grossissement des poissons [2] cité par [14]. La fertilisation des étangs est une pratique visant à stimuler la productivité naturelle des étangs par l'épandage d'engrais organiques ou minéraux. Les fertilisants organiques les plus utilisées sont les fientes de volaille, de porcs et d'autres techniques associées [6]. Au Cameroun, les espèces les plus élevées sont les tilapias et les poissons chats. Néanmoins on dénombre plusieurs espèces de poissons-chats entre autres *C.jaensis*, de potentialités aquacoles encore très peu connues [4], dont la production reste tributaire des captures artisanales en milieu naturel. Elle peut aussi bien contribuer à l'amélioration de la production piscicole dans le continent. En effet, *C.gariepinus*, a fait l'objet de nombreuses études de croissance [8] cité par [10]. Seules quelques caractéristiques de croissance et de reproduction chez *C.jaensis* ont été étudiées en milieu naturel [16] et par [23]. Pourtant, le développement de la pisciculture s'accompagne d'une diversification des espèces. C'est ainsi que l'objectif de cette étude est de contribuer au développement de la pisciculture par l'utilisation des espèces endogènes et plus spécifiquement évaluer les performances de croissance de *Clarias jaensis* en étangs fertilisés.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'étude s'est déroulée du 20 mars au 20 Août 2013 dans la zone de Nkolnkondi II, située dans le Département du Mfoundi, région du Centre-Cameroun (N : 3° 52', 11°31'E), altitude moyenne : 750 m. Le climat est équatorial de type Yaoundéen caractérisé par deux saisons sèches allant de décembre-mars et juin-août, et deux saisons de pluies de mars-juin et septembre-novembre. Les températures quant à elles varient entre 16° et 31°C. On enregistre une température moyenne de 23,5°C et 1650mm d'eau par an. L'hygrométrie moyenne est de 80% et varie dans la journée entre 35 et 98% [11].

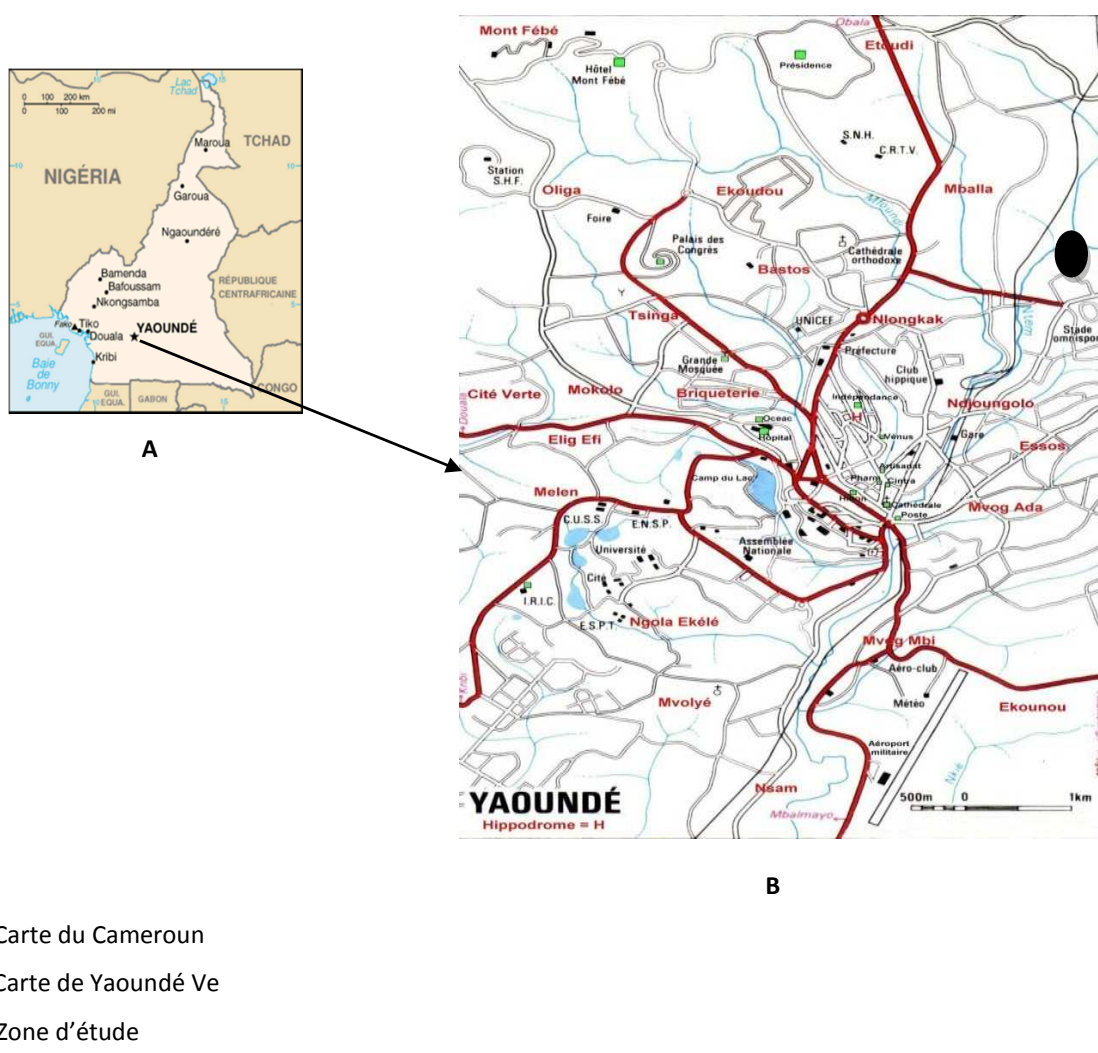


Figure 1 : Localisation du site

2.1 CONDUITE DE L'ESSAI

2.1.1 DISPOSITIF EXPERIMENTAL ET COLLECTE DES DONNEES

Neuf (9) étangs de superficie moyenne de 50m² ont été utilisés dans le cadre de cet essai. Leur profondeur variait de 65 à 80 cm en amont et 90 à 120 cm en aval (zone de vidange). Le matériel animal était constitué de 1000 juvéniles de *Clarias jaensis* de poids moyen (20,39±4,37g), longueur totale moyenne (15,29±1,2cm) collectés auprès des pêcheurs en milieu naturel dans la plaine des Mbô. Ces alevins ont été acclimatés en étang pendant une semaine, avant d'être mis en charge. Trois (3) lots de *Clarias jaensis* ont été répartis en trois (3) traitements : le traitement T0 était composé de lots de poissons n'ayant reçu aucun fertilisant, et les traitements T1 et T2 composés de poissons nourris aux fientes de poules et aux lisiers de porcs. Chaque traitement a été appliqué en triplicatas de façon randomisée. Le taux d'application des fertilisants organiques a été de 20 kg/are, puis de 5kg/are 2fois/semaine en fonction de la biomasse du poisson. Les pêches de contrôle ont eu lieu tous les 21 jours après la mise en charge. Sur un échantillon de 30 poissons par étang, la longueur totale (LT) de chaque poisson a été mesurée à l'aide d'un ichtyomètre de précision 1mm ; et le poids total (PT) et le poids moyen (PM) ont été obtenus grâce à une balance de précision 0,1g et de portée 2000g. Les longueurs totales et poids totaux initiaux ont été obtenus avant la mise en charge et les longueurs totales, poids totaux finaux en fin d'élevage. Les poissons étaient comptés avant la mise en charge, à chaque pêche de contrôle et à la fin de l'essai et séparément en fonction des lots. Les paramètres physicochimiques de l'eau ont été prélevés à l'aide d'une trousse HACH contenant un thermomètre pour les mesures de la température, l'oxymètre pour l'oxygène et le PH-mètre pour les mesures du PH.

2.2 PARAMÈTRES ÉTUDIÉS

2.2.1 PARAMETRES DE CROISSANCE ET DE SURVIE

- Le taux de survie a été calculé selon la formule : $TS(\%) = 100 \times (N_{pf} / N_{pi})$
(Avec N_{pi} = nombre de poissons au début de l'expérience, N_{pf} = nombre de poissons à la fin de l'expérience)
- Gain de poids moyen $GP(g) = (P_{mf} - P_{mi})$ P_{mf} et P_{mi} les poids moyens finaux et initiaux
- Gain moyen quotidien $GMQ(g/j) = (P_{mf} - P_{mi}) / t$ où t = durée de l'essai
- Taux de croissance spécifique ($\%g/j$) $TCS = 100 \times (\ln P_{mf} - \ln P_{mi}) / \Delta t$ Δt = durée de l'expérience (jours)
- Relation poids-longueur $PT = a \cdot LT^b$ [7], (avec a =constante de la régression, b = coefficient d'allométrie, LT = longueur totale (cm) et PT = poids total (g)).
- Coefficient de condition $K : K = 100 \cdot P / L^3$ [18]
(Avec P = poids du poisson (g) et L = longueur totale du poisson (cm))

2.3 ANALYSES STATISTIQUES

Les données collectées ont été soumises à l'analyse de la variance ANOVA I suivie du test multiple de Duncan pour déterminer les différences significatives entre les moyennes au seuil de 5%. Toutes ces analyses ont été effectuées au moyen du logiciel SPSS version 12.0. Les figures ont été obtenues grâce à Microsoft Office Excel 2010.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

3.1 RÉSULTATS

3.1.1 CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DU MILIEU D'ETUDE

Les caractéristiques physicochimiques de l'eau durant l'expérimentation résumées au tableau 1 montrent que les températures moyennes n'ont pas variées (26°C) dans tous les traitements. En dehors de l'oxygène dissout, tous les autres paramètres physicochimiques n'ont pas significativement varié entre les traitements ($p > 0,05$).

Tableau1 : Moyennes des paramètres de la qualité des eaux dans les traitements

Paramètres	T0	T1	T2
Température (°C)	26,38±0,18 ^a	25,58±0,41 ^a	26,24±0,59 ^a
Oxygène dissout (mg/l)	3,87±0,36 ^a	3,46±0,69 ^a	4,31±0,31 ^b
PH	6,89±0,123 ^a	7,01±0,284 ^a	7,2±0,078 ^a

a et b : sur la même ligne, les valeurs affectées de la même lettre ne diffèrent pas significativement ($P > 0,05$).

3.1.2 PERFORMANCE DE CROISSANCE ET DE SURVIE

D'après le tableau 1, le traitement T1 concernant les poids moyens finaux, les gains de poids, les gains moyens quotidiens a été supérieur comparativement aux traitements T0, T2. Toutefois l'analyse statistique montre qu'il existe une différence significative ($P < 0,05$) entre les trois traitements. Quant aux taux de croissance spécifiques et les taux de survie, les résultats ne sont pas significativement différents ($P > 0,05$) dans les trois traitements.

Tableau2. Performances de croissance et de survie de *C. jaensis* en fonction du fertilisant

Paramètres	Traitements		
	T0 (sans fertilisant)	T1 (fientes de poules)	T2 (Lisiers de porcs)
Pmf(g)	103,25±5,47 ^a	140,70±1,27 ^b	120,07±4,56 ^c
GP(g)	96,61±3,60 ^a	121,93±2,14 ^b	112,52±2,47 ^c
GMQ(g)	2,97±0,11 ^a	3,65±0,13 ^a	3,33±0,06 ^a
TCS(%g/j)	0,054±0,001 ^a	0,052±0,00 ^a	0,061±0,00 ^a
CV(%)	15,93±2,05 ^a	18,15±1,36 ^b	17,40±1,85 ^b
TS(%)	89±5,0 ^a	95±5,0 ^a	92,3±5,0 ^a

Pmf(g) = Poids moyen final ; GP(g) = Gain de poids ; GMQ(g) = Gain moyen quotidien ; TCS(%g/j) = Taux de croissance spécifique ; CV(%) = Coefficient de variation de tailles ; TS(%) = Taux de survie ; T₀ = Lot de poissons ayant reçu aucun fertilisant (témoin) ; T₁ = Lot de poissons nourris avec les fientes de poules ; T₂ = Lot de poissons nourris avec les lisiers de porcs ; a ,b, c : pour chaque ligne, les valeurs affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes (P>0,05)

3.1.3 RELATION POIDS TOTAL-LONGUEUR TOTALE EN FONCTION DU FERTILISANT

Les figures 2, 3, 4 montrent l'évolution de la relation Poids total-longueur totale en fonction du fertilisant pendant la période d'essai. Une corrélation positive a été trouvée entre le poids moyen et la longueur totale moyenne des juvéniles pour les trois traitements. Le coefficient de corrélation a été comparable pour les trois traitements T0, T1, T2 avec des coefficients de détermination $r^2=0,964$; $r^2=0,6752$; $r^2=0,7842$ respectivement traduisant une régression significative (P<0,05). En outre, les valeurs de b sont respectivement égales à 2,809 ; 2,609 ; 2,903 pour T0, T1, T2 et montrent que le développement du corps est moins rapide que celui de la taille. Le facteur de condition a varié dans T0, T1, T2, les valeurs les plus élevées (1,52±2,41) ; (2,98±1,21) ont été enregistrées dans les traitements T0, T2 (Tableau3) et faibles (0,96± 0,13) dans le traitement T0

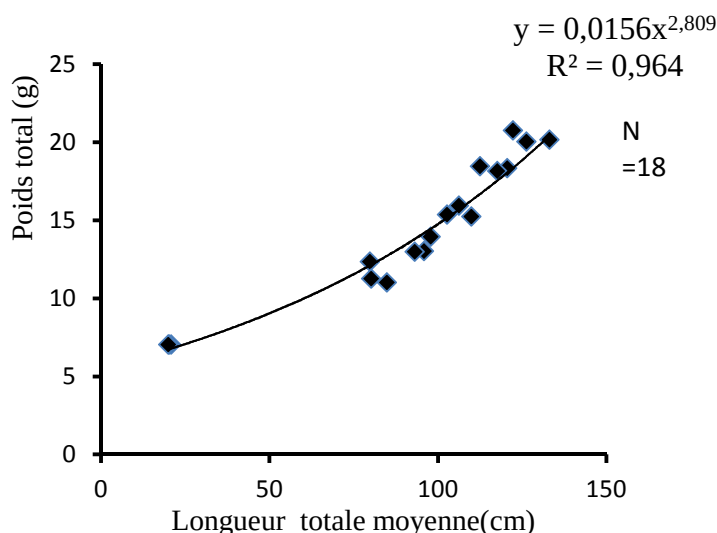


Figure2: Relation poids total-longueur totale du traitement (T₀) en fonction du fertilisant

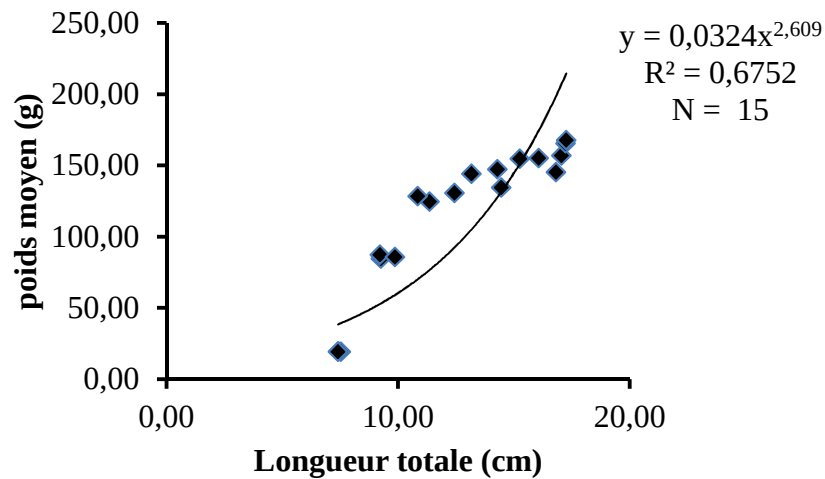


Figure 3: Relation poids total-longueur totale du traitement (T₁) en fonction du fertilisant

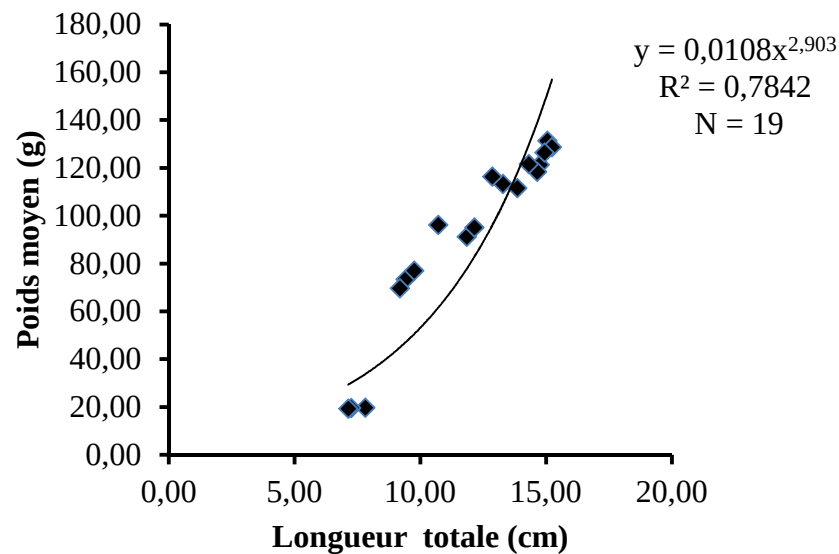


Figure 4 : Relation poids total-longueur totale du traitement (T₂) en fonction du fertilisant

Tableau 3 : Paramètres de la relation Poids total-Longueur totale et Facteur de condition chez *Clarias jaensis* dans les traitements

Traitements	N	R ²	a	b	Type de croissance	K
T0	18	0,964	0,0156	2,809	Allométrique negative	1,52± 2,41 ^a
T1	15	0,6752	0,0324	2,609	Allométrique negative	0,96± 0,13 ^a
T2	19	0,784	0,0108	2,903	Isométrique	2,98± 1,21 ^b

N=Nombre de poissons ; R²=Coefficient de détermination ;a,b=Paramètres estimatifs de la relation Poids-Longueur ; K=Facteur de condition ;(a ,b) :affectés des chiffres de même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différents(P>0,05)

3.2 DISCUSSIONS

Les paramètres physico-chimiques du milieu d'élevage ont varié durant l'essai. Les valeurs de la température et celles du PH ont été comprises entre $25,58 \pm 0,41$ à $26,38 \pm 0,18$ et $6,89 \pm 0,123$ à $7,2 \pm 0,078$. Ces valeurs sont comprises dans la gamme des valeurs préconisées par [1] en 1997 et par [9] en 2006 qui sont de 16 à 35°C et de 6,5 à 8,5 mg/l. Concernant l'oxygène dissout, les valeurs ont été de $3,87 \pm 0,36$ à $4,31 \pm 0,31$ mg/l, similaires à celles préconisées par [9] en 2006.

Les Performances de croissance et de survie de *C. jaensis* en fonction du type de fertilisant explicitées dans le tableau 1 montrent que les poids moyens finaux, les gains de poids et les coefficients de variation du lot T1 sont significativement différents par rapport aux traitements T0 et T2. Les poissons du lot T0 n'ayant pas reçu de fertilisants ont enregistré un gain de poids de $(96,61 \pm 3,60)$ g et un poids moyen final $(103,25 \pm 5,47)$ g faibles par rapport aux poissons des lots T1 et T2. Ces valeurs sont supérieures à celles obtenues par [13] sur les juvéniles de *C. gariepinus* et de *C. jaensis* ($21,74 \pm 1,46$ g) et ($28,44 \pm 1,65$ g) pour 60 jours d'élevage. Les résultats du lot T1 ont été confirmés en Chine en comparant les fientes de poules et les lisiers de porcs et les rendements les plus grands ont été obtenus avec les fientes de poules (5,1 à 5,2 fois le rendement témoin non fertilisé [3]). En plus dans les lots T1 et T2, on observe un coefficient de variation inférieur à 20% par rapport à T0 traduisant une faible hétérogénéité de tailles. Ces résultats du coefficient de variation sont semblables à ceux obtenus par [15] cité par [13] c'est-à-dire inférieurs à 20% et sont contraires à ceux rapportés par [19] puis [20] avec un coefficient de variation égal à 75%. Quant aux gains moyens quotidiens, taux de croissance spécifique et taux de survie, il n'existe pas de différence significative ($P > 0,05$) entre les trois traitements T0, T1, T2. Les valeurs de gains moyens quotidiens obtenues dans le tableau 1 ont été inférieures à celles trouvées par [15] et [22] dans le traitement T0 et égales dans les traitements T1, T2 qui sont comprises entre 3 et 6 g/j. Les résultats enregistrés des taux de croissance spécifiques lors de cet essai ont été inférieurs à ceux obtenus par Mouori (2007) qui ont été de $(0,85 \pm 0,04 \text{ \%g/j})$ pour *C. gariepinus* et $1,18 \pm 0,12 \text{ \%g/j}$ pour *C. jaensis*. Le facteur de condition K a été < 1 pour T1 montrant que *C. jaensis* n'est pas en état d'embonpoint dans son biotope et a été > 1 pour T0 et T2 illustrant l'embonpoint et sa capacité reproductive, résultats imputables aux facteurs biotiques et abiotiques confirmés par [21]. En plus l'évolution de la relation Poids total-longueur totale les figures 1, 2, 3 montre que les valeurs de b sont respectivement égales à 2,809 ; 2,609 ; 2,903 et $< b$ pour T0, T1, T2 déduisant que le développement du corps est moins rapide que celui de la taille. Ces valeurs sont similaires à celles obtenues par [17] respectivement de 2,62 ; 2,88 ; 2,78 traduisant une croissance allométrique dans l'ensemble des traitements.

4 CONCLUSION

La plupart des paramètres physicochimiques de l'eau ont été comprise dans la gamme des normes recommandées. Les valeurs des poids moyens finaux, les gains de poids et les coefficients de variation du lot T1 traité aux fientes de poules ont été significativement meilleures par rapport aux traitements T2 et T0 traités aux lisiers de porcs et au témoin. Concernant les gains moyens quotidiens, taux de croissance spécifiques, taux de survie, les résultats n'ont pas été significativement différents ($P > 0,05$) entre les trois traitements T0, T1, T2. Le facteur de condition K a été supérieur au traitement T2 comparativement aux traitements T0 et T1. Les valeurs des coefficients de régression b égales à 2,809 ; 2,609 ; 2,903 dans les traitements montrent que *C. jaensis* aurait une croissance allométrique sous l'effet des fientes de poules qui assurent de meilleures performances de croissance comparativement aux lisiers de porcs.

RÉFÉRENCES

- [1] Bachasson B., 1997. Mise en valeur des étangs 2nd éd. Paris. Editions Tec et Doc Lavoisier, 176 p
- [2] Bonou C.A. 1990. Etude de la productivité planctonique dans les étangs d'aquaculture en milieu saumâtre tropical. Thèse de doctorat de l'Institut National Polytechnique de Toulouse, p.222.
- [3] Dabbadie L., Lazard J., Oswald M., 2008. Pisciculture et élevage non conventionnel : Pisciculture, mémento de l'agronome, CIRAD-GRET (Ed), ministère des affaires étrangères (France), 2,1571-1651
- [4] Efole Ewoukem Thomas, 2011. Optimisation biotechnique de la pisciculture en étang dans le cadre du développement durable des exploitations familiales agricoles au Cameroun. Université de Dschang, Thèse de Doctorat. 210 p.
- [5] FAO, 2012. Situation mondiale des pêches et d'aquaculture. Site internet. www.fao.org/catalog/internet-htm.
- [6] Lacroix E. 2004. Pisciculture en zone tropicale. 68 : 70 p
- [7] LeCren E. D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, 20(2): 201-219.
- [8] Legendre M. 1996. The biology and culture of catfishes. Aquatic Living Resource. Hors série. 236 p.

- [9] Melard C. 2006. Bases biologiques de l'aquaculture: notes de cours à l'intention des étudiants du DES en Aquaculture, ULG-FUNDP, Belgique, 302p.
- [10] Megbowon I, Akinwule G., Mejekum T. 2014. Growth performance of wild strains of *Clarias gariepinus* from Nigeria waters. *Journal of fisheries and aquatic Science* 9:252-256
- [11] MINAGRI. 1999. Monographie de l'arrondissement de Yaoundé 5^e: cas du village Nkolnkondi II. Rapport de stage monographique. 85p
- [12] MINEPIA, 2011. Statistiques de la production halieutique, rapport d'activités de la direction des pêches(3) :6-8p
- [13] Mouori M.G.T., 2007. Performances de croissance comparées des juvéniles de *Clarias jaensis* et de *Clarias gariepinus*. FASA/UDS. Mémoire de fin d'études, 70p.
- [14] Olukunle, O., 2013. The growth performance and survival of *Clarias gariepinus* fry raised in the homestead concrete tanks. *Journal of fisheries and aquatic Science* 9:252- 256
- [15] Pouomogne, V. (1995). Comparaison du son de riz et du tourteau d'arachide pour la croissance des juvéniles du poisson-chat africain *Clarias gariepinus*. *Aquat. Living Resour.*, 8: 403-406.
- [16] Pouomogne V. et Mikolasek O. 2007. Rapport semestriel technique et financier, période, janvier-juin 2007. Reparaç PRP-1. 15 p.
- [17] Qin J., Culver D.A., Yu N., 2010. Effects of organic fertilizer on heterotrophs and autotrophs implications for water quality management. *Aquaculture Research* 26: 911-920.
- [18] Ricker W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of Fisheries Research Board of Canada*, 191: 1-382.
- [19] Rukera T.S., 2004. Production des juvéniles de *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) à diverses densités de mise en charge. Mémoire de DES. Université de Liège. FUNDP de Namur. 62pp.
- [20] Rukera T.S, Micha J.C, Ducarme C., 2005. Technique de production intensive du poisson chat africain *Clarias gariepinus*. *Tropicultura* 21(14) :189-198
- [21] Tiogué C. M. Tomedi Eyango, D. Nguenga David, J. Tchoumboué, 2010. Caractéristiques de morphologie générale et de croissance de *Labeo barbus batesii* dans les plaines des Mbo. *Int. J. Biol. Chem. Sci* 4(6) : 1988-2000, 2010.
- [22] Toko, I. I., 2007. Amélioration de la production halieutique des trous traditionnels à poisson (whedos) du delta Ouémé (Sud Bénin) par la promotion de l'élevage des poissons chat *Clarias gariepinus* et *Heterobranchus longifilis*. Thèse de doctorat, FUNDP, Presses Universitaires de Namur : 193 p.
- [23] Zango P., 2009. Caractéristiques de reproduction comparées en milieu naturel *Clarias gariepinus* et *Clarias jaensis*. Université de Dschang. Mémoire de fin d'études. 98p

Cartographie de la vulnérabilité au choléra dans des quartiers défavorisés de la ville Abidjan

[Mapping of vulnerability to cholera in precarious neighborhoods in Abidjan]

Adonis Krou Damien KOUAME¹, Man-Koumba SOUMAHORO², Kouamé Félix N'DRI¹, Kouadio AFFIAN³, and Asseypo Célestin HAUHOUOT⁴

¹Centre Universitaire de Recherche et d'Application en Télédétection (CURAT),
Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

²Département Épidémiologie - Recherche Clinique,
Institut Pasteur de Côte d'Ivoire (IPCI), Abidjan, Côte d'Ivoire

³UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières (STRM),
Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

⁴Institut de Géographie Tropicale (IGT),
Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2016 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: Epidemiological monitoring integrating spatial and temporal dimension, geographical information systems (GIS) appear as a management tool, planning tool, and Support Tool Decision of sanitary policies.

This study aims to map cholera sanitary risk in order to improve its monitoring due to better fight against the disease in Abidjan.

The combination, of multi-sources data (QUICKBIRD satellite image, socio-environmental survey results and epidemiological data) in a GIS was used to analyze the sanitary environment in precarious settlements and the spatial pattern of confirmed cases of cholera over the period 2011-2012. This analysis was done using environmental and socioeconomic characteristics that influence vulnerability to cholera and to categorize households according their vulnerability indexes.

Analysis of the results shows that all households are vulnerable to cholera with a high index ranging between 2.5 and 3.5 on a scale from 0 to 5. Boribana and Divo have respective indexes 3.07 and 3.05 followed by Mossikro and Zimbabwe each with 2.94 and 2.92. Bromakoté and Koweit indicate an index of 2.86 and 2.59. Epidemiological monitoring must be increased in theses settlements.

KEYWORDS: Geographic Information System, Cholera, precarious settlements, epidemiological monitoring, sanitary environment, Abidjan, Côte d'Ivoire.

RESUME: Pour la surveillance épidémiologique intégrant la dimension spatiotemporelle, les Systèmes d'Information Géographique (SIG) apparaissent comme un outil de gestion, de planification, d'aide à la décision et de suivi des politiques sanitaires.

La présente étude a pour objectif de cartographier le risque sanitaire du choléra en vue d'améliorer sa surveillance afin de mieux lutter contre la maladie dans la ville d'Abidjan.

Ainsi la combinaison, d'informations multi-sources (image QUICKBIRD, résultats d'enquêtes socio-environnementales et données épidémiologiques) dans un SIG a permis d'analyser l'environnement sanitaire dans des quartiers précaires et la

répartition spatiale des cas confirmés de choléra sur la période 2011-2012. Cette analyse s'est faite à partir des caractéristiques environnementales et socioéconomiques qui influent sur la vulnérabilité au choléra, permettant ainsi de catégoriser les ménages en fonction de leurs indices de vulnérabilité.

L'analyse des résultats montre que tous les ménages sont vulnérables au choléra avec un indice fort variant entre 2,5 et 3,5 sur une échelle de 0 à 5 calculé par ACF. Boribana et Divo sont les quartiers les plus vulnérables avec des indices respectifs de 3,07 et 3,05, suivis de Mossikro et Zimbabwe avec respectivement 2,94 et 2,92. Bromakoté et Koweït quant à eux sont les quartiers les moins vulnérables indiquant un indice de 2,86 et 2,59. La surveillance épidémiologique devrait donc être accentuée dans ces quartiers.

MOTS-CLEFS: Système d'Information Géographique, choléra, quartiers précaires, surveillance épidémiologique, environnement sanitaire, Abidjan, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE, PROBLÉMATIQUE ET OBJECTIF

Selon l'OMS, la prolifération des maladies liées à l'eau (la bilharziose, le choléra, les diarrhées aiguës etc.) et d'autres problèmes de santé résultent du développement incontrôlé de l'urbanisation produit par l'éclosion et l'extension de bidonvilles qui sont, généralement privés de système d'assainissement [1].

Parmi ces maladies, le choléra semble être la plus dévastatrice. En effet, c'est une maladie diarrhéique transmise par l'eau ou la nourriture est la troisième cause de mortalité mondiale 120000 cas/an [2]. En 2012, 40 pays ont notifié des cas de choléra dont 27 en Afrique [3]. En Côte d'Ivoire, Abidjan enregistre 60% des cas de choléra [4]. La dernière épidémie en date est celle survenue à la faveur de la crise post-électorale de 2010-2011 et qui a été particulièrement dévastatrice pour la ville. C'est pourquoi une attention particulière doit être accordée à cette ville quant aux interventions pour la lutte contre le choléra en Côte d'Ivoire et dans la sous-région Ouest [5]. Cette lutte passe nécessairement par la surveillance épidémiologique

La surveillance épidémiologique (processus de collecte systématique de données de santé, de leur analyse et interprétation régulière et de la diffusion de l'information correspondante) permet de décrire un phénomène de santé dans une population en tenant compte de la répartition spatio-temporelle d'une maladie en vue d'une bonne perception de sa dynamique. Dans ce processus, l'environnement pris dans son entièreté joue un rôle très important et les outils de la géomatique tels que les systèmes d'information géographique se présentent comme des moyens pour mieux comprendre cet environnement.

Le système d'information géographique est un ensemble de méthodes permettant l'acquisition, la saisie, le stockage, l'analyse, le traitement et la diffusion de données correspondantes. Il paraît alors incontournable dans la surveillance épidémiologique. Ainsi, le SIG, est indispensable dans l'analyse et la présentation des informations complexes sur la vulnérabilité et les risques de manière à faciliter leur compréhension et proposer des solutions [6], [7], [8]. Dans ce contexte, la géomatique grâce à ses méthodes d'analyse spatiale et temporelle, joue de plus en plus un rôle clé entre l'environnement, la santé publique et l'épidémiologie.

L'objectif de cette étude est de cartographier le risque sanitaire du choléra à travers la vulnérabilité des populations à cette maladie en vue d'améliorer sa surveillance afin de mieux lutter contre la maladie dans la ville d'Abidjan.

1.2 CADRE SPATIAL DE L'ÉTUDE

1.2.1 SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Cette étude porte sur sept quartiers précaires qui ont fortement été touchés par l'épidémie de choléra survenue après la crise postélectorale en 2011. Ils sont repartis dans cinq communes de la ville d'Abidjan. Il s'agit de :Vridi 3 (ou Zimbabwe) à Port-Bouët, Divo et Campement (ou Cité Houphouët Boigny) à Koumassi, Bromakoté à Adjamé, Boribana et Mossikro à Attécoubé et Koweït à Yopougon. La localisation de la zone d'étude est illustrée à la figure 1.

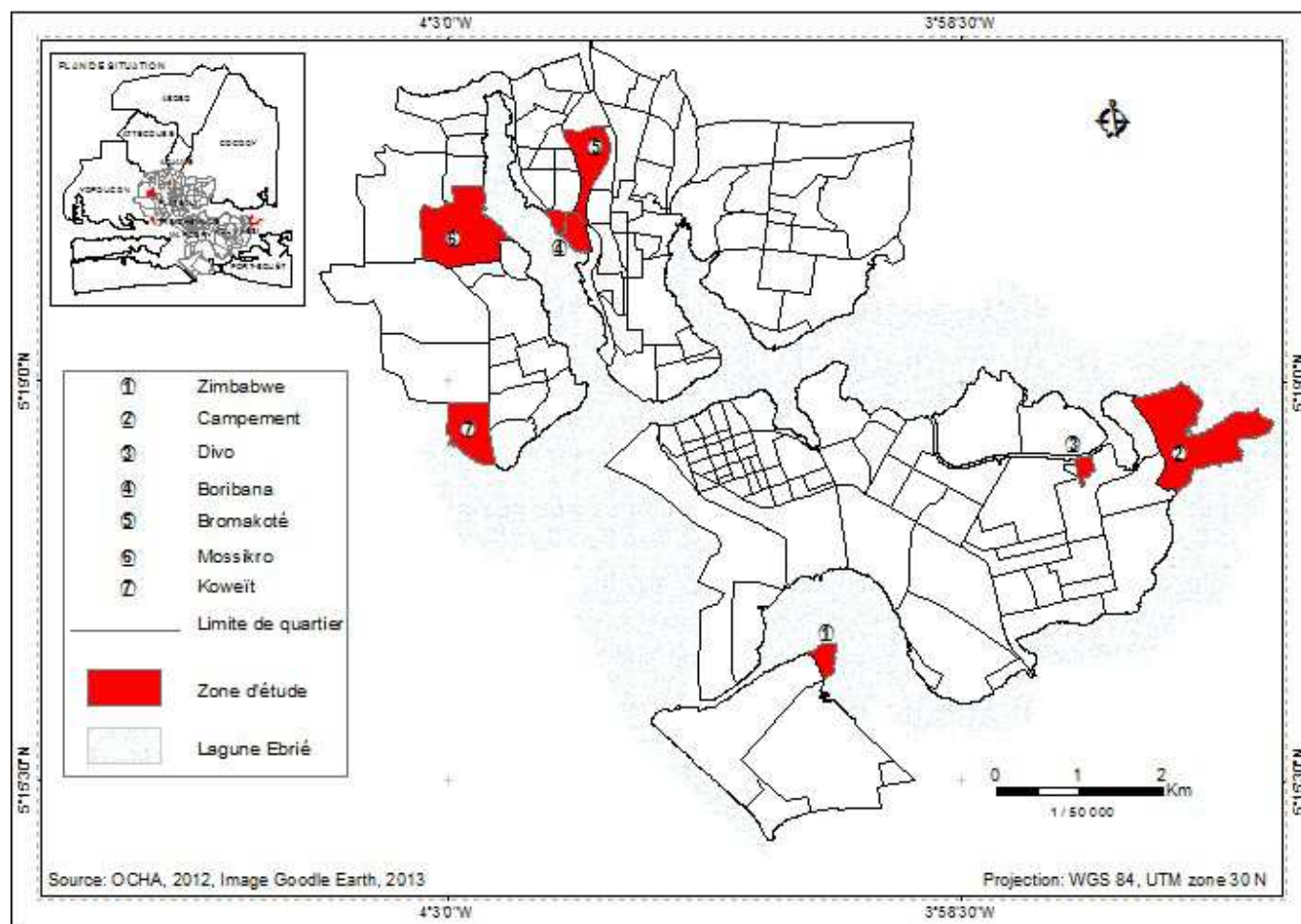


Fig. 1 : localisation de la zone étude dans la ville d'Abidjan

1.2.2 MILIEU HUMAIN

La ville d'Abidjan a enregistré une croissance démographique très importante sous l'influence de courants migratoires nationaux et internationaux. Les données sociodémographiques indiquent que la population abidjanaise est passée de 2 878 200 habitants en 1998 à 3 883 335 habitants en 2005, soit un taux de croissance de 4,37% [9]. Le recensement général de la population et de l'habitat de 2014 évalue cette population à 4 395 243 habitants [10].

Les activités économiques qui se déroulent sur le territoire du District d'Abidjan sont, dans l'ordre : le commerce, les services, l'industrie (surtout agroalimentaire) et l'artisanat. En 1988, Abidjan générait 90% de la valeur ajoutée du commerce du pays, sans compter le secteur informel, et assurait 80% de la production industrielle, avec 70% des unités et 60% des emplois de ce secteur. Les produits issus de l'agriculture sont essentiellement le palmiste (113 761 tonnes), le caoutchouc (47751 tonnes), le café (20302 tonnes), le cacao (87730 tonnes), les produits vivriers et maraîchers [11].

L'urbanisation rapide et incontrôlée est marquée par une forte immigration et une croissance démographique élevée de la ville et a aussi favorisé la création de plusieurs types d'habitats.

Le schéma Directeur d'Abidjan définit huit types d'habitats qui sont regroupés en quatre grands groupes que sont : l'habitat résidentiel, l'habitat économique (habitat collectif ou moyen standing, habitat collectif bon standing, habitat individuel économique, habitat individuel moyen standing), l'habitat évolutif (habitat collectif économique, Habitat sur cour commune), et l'habitat spontané ou précaire [9], [12].

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MATÉRIELS

2.1.1 DONNÉES

Les données utilisées sont de (04) quatre ordres

- Les données « métiers » regroupées en un fond de carte à une échelle de 1/150 000 de la ville d'Abidjan (découpage administratif par communes et par quartiers) acquise auprès d'OCHA en mars 2012. Il est géoréférencé dans le référentiel géodésique WGS 84 et est dans la projection UTM zone 30 N.
- Une image Quickbird de Google Earth datant du 06/04/2014 couvrant la ville d'Abidjan.
- Les données environnementales et socioéconomiques : ce sont des données issues des résultats d'une enquête transversale à visée descriptive pour comprendre les critères ou caractéristiques influant sur la vulnérabilité au choléra des ménages dans les quartiers précaires d'Abidjan.
- Les données épidémiologiques : Ces données sont issues de résultats de laboratoire après analyse de l'Institut Pasteur Côte d'Ivoire (IPCI) sur la période 2011-2012. Elles sont regroupées par commune puis par quartier

2.1.2 LOGICIELS

Les logiciels utilisés dans cette étude sont STATA version 11 qui a servi pour le traitement des données et l'analyse statistique ainsi que ArcGIS version 10.2.1 qui a servi à la conception de la base de données, à faire les différents traitements et analyses et la réalisation des différentes cartes.

2.2 MÉTHODES

2.2.1 COLLECTE DES DONNÉES

Les données ont été obtenues à l'issue d'une enquête transversale à visée descriptive pour comprendre les critères ou caractéristiques influant sur la vulnérabilité au choléra des ménages dans les quartiers précaires d'Abidjan. Cette enquête a été réalisée par ACF en collaboration avec le ministère en charge de la santé.

La collecte des données a été réalisée à l'aide d'un questionnaire. Le questionnaire relatif à l'enquête sur les ménages comportait les rubriques suivantes : l'accès à l'eau potable, la gestion de excréta, l'hygiène corporelle et alimentaire, l'hygiène environnementale du ménage, la connaissance du choléra et les caractéristiques socioéconomiques

Sur le terrain, les enquêtes se sont déroulées par interview des personnes représentant le ménage et observation de l'environnement immédiat du ménage par les enquêteurs.

Les données épidémiologiques ont été recueillies auprès du Centre National de Référence (CNR) à l'Institut Pasteur de Cote d'Ivoire(IPCI).

2.2.2 CALCUL DE L'INDICE DE VULNÉRABILITÉ

Ce calcul a été fait par ACF selon une méthode qui lui est propre. Ainsi, pour chacune des caractéristiques identifiées sur le questionnaire (accès à l'eau potable, gestion de excréta, hygiène corporelle et alimentaire, hygiène environnementale du ménage, connaissance du choléra, caractéristiques socioéconomiques), un indice pondéré allant de 1 à 5 a été calculé pour évaluer et quantifier la vulnérabilité des ménages dans les quartiers enquêtés.

Les indices ont d'abord été calculés pour chaque caractéristique reliée à la vulnérabilité des ménages en fonction des réponses des enquêtes.

L'indice global de vulnérabilité des ménages est obtenu à partir de la somme des d'indices de chacune des caractéristiques /paramètres multiplié par leur poids respectifs en pourcentage. L'intervalle de valeurs correspondant à la définition des niveaux de vulnérabilité au choléra est le suivant :] 0 - 0,5] Vulnérabilité très faible,] 0,5 - 1,5] Vulnérabilité faible,] 1,5 - 2,5] Vulnérabilité moyenne,] 2,5 - 3,5] Vulnérabilité forte,] 3,5 - 5] Vulnérabilité Extrême [5].

2.2.3 MISE EN PLACE DU SIG ENVIRONNEMENT-SANTE ET ANALYSE SPATIALE PAR REQUETE

Le fond cartographique acquis à OCHA, ne présentait que 5 quartiers précaires sur les 7 retenus dans le cadre de cette étude. Ainsi, l'image Quickbird de Google Earth 2014, de très bonne résolution spatiale, a été utilisée pour extraire les zones manquantes.

Concernant la constitution de la base de données, il s'est agi de mettre en relation les données environnementales et socioéconomiques, les données épidémiologiques et les données spatiales aux travers des champs créés.

L'analyse spatiale a permis de produire des cartes de risque sanitaire relatives aux facteurs environnementaux et socioéconomiques influant sur la vulnérabilité au choléra des ménages dans les quartiers précaires retenus. Elle a aussi permis de produire une carte de répartition des cas confirmés en vue d'établir un lien entre ces facteurs cités ci-dessus et les cas confirmés. Les différentes cartes font référence à : l'accès à l'eau potable, la gestion des excréta, l'hygiène corporelle et alimentaire, l'hygiène environnementale des ménages, la connaissance du choléra, les caractéristiques socio-économiques, la répartition des cas confirmés de choléra sur la période 2011-2012.

3 RÉSULTATS

3.1 CARTOGRAPHIE DE LA VULNERABILITE LIEE AUX CARACTERISTIQUES ENVIRONNEMENTALES ET SOCIOECONOMIQUES+

3.1.1 ACCÈS À L'EAU POTABLE

L'analyse des indices « accès à l'eau » est illustrée. Elle indique que sur les sept quartiers retenus, 6 ont un indice fort c'est-à-dire un niveau de vulnérabilité élevé et 1 quartier a un niveau de vulnérabilité moyen (indice moyen).

L'indice fort révèle un accès insuffisant à l'eau potable en terme de qualité et quantité, un peu plus marqué au niveau des quartiers Divo dans la Commune de Koumassi et Koweït dans celle de Yopougon avec un niveau de vulnérabilité de 3,02 par rapport aux quartiers Mossikro et Boribana dans la Commune d'Attécoubé avec pour indices respectifs 2,85 et 2,60. Vridi 3 dans la Commune de Port-Bouët et Bromakoté celle d'Adjamé ont respectivement 2,80 et 2,75 comme indices. Campement dans la Commune de Koumassi a un indice moyen de 2,43.

3.1.2 GESTION DES EXCRÉTAS

La gestion des excréta est un critère essentiel qui, influe fortement sur la vulnérabilité au choléra des ménages des quartiers précaires. En effet, l'analyse des résultats indique que dans tous les quartiers, l'indice de vulnérabilité des ménages est fort et varie entre 2,5 et 3,5.

Divo dans la Commune de Koumassi et Boribana dans celle d'Attécoubé ont les indices de vulnérabilité les plus élevés avec une valeur de 3,30. Ils sont suivis de Mossikro à Attécoubé avec une valeur de 3,17. Zimbabwe, Campement et Bromakoté dans les Communes de Port-Bouët, Koumassi et Adjamé indiquent respectivement 3,07 ; 3,05 et 3,01 comme indice de vulnérabilité. Koweït dans la Commune de Yopougon indique un niveau de vulnérabilité de 2,64.

3.1.3 HYGIÈNE CORPORELLE ET ALIMENTAIRE

L'analyse des résultats de la vulnérabilité liée à l'hygiène corporelle et alimentaire indique que dans tous les quartiers, l'indice de la vulnérabilité est fort et varie entre 2,5 et 3,5.

Divo dans la Commune de Koumassi a le niveau de vulnérabilité le plus élevé avec un indice de 3,34. Il est suivi de Boribana et Mossikro dans la commune d'Attécoubé avec pour indice de vulnérabilité 3,24 tous les deux. Bromakoté dans la commune d'Adjamé a un indice de 3,23. Campement à Koumassi se retrouve avec une valeur de 3,20. Zimbabwe, dans la commune de Port-Bouët et Koweït dans la Commune de Yopougon indiquent respectivement des niveaux de vulnérabilité de 3,11 et 2,92.

3.1.4 HYGIÈNE ENVIRONNEMENTALE DES MÉNAGES

L'analyse de l'indice de la vulnérabilité liée à l'hygiène environnementale indique que les ménages de 2 quartiers ont un indice de vulnérabilité extrême. Il s'agit de Boribana à Attécoubé et Divo à Koumassi avec respectivement 4,13 et 3,82 comme indices. Les cinq autres quartiers ont un indice fort. Zimbabwe dans la Commune de Port-Bouët avec un indice de

3,42, Campement à Koumassi avec 3,28, Bromakoté à Adjamé avec 3,23, Koweït à Yopougon avec 2,92 et enfin Mossikro à Attécoubé avec un indice de vulnérabilité de 2,53.

3.1.5 CONNAISSANCE DU CHOLÉRA

L'analyse des résultats révèle que l'indice de vulnérabilité relatif à la connaissance du choléra est moyen dans tous les ménages des quartiers et varie entre 1,5 et 2. Le niveau de vulnérabilité est sensiblement égal dans tous les ménages et se présente comme suit:

- Zimbabwe dans la Commune de Port-Bouët 1,71 ;
- Campement et Divo à Koumassi avec respectivement 1,64 et 1,51;
- Boribana et Mossikro à Attécoubé avec 1,66 et 1,60 ;
- Bromakoté dans la Commune d'Adjamé avec un indice de 1,63 ;
- Koweït à Yopougon avec un indice de 1,52.

3.1.6 CARACTÉRISTIQUES SOCIOÉCONOMIQUES

L'analyse des résultats de la vulnérabilité liée aux caractéristiques socioéconomiques révèle des indices allant d'une forte vulnérabilité à l'extrême dans les ménages. En effet, Boribana et Zimbabwe indiquent des indices de vulnérabilité extrêmes variant entre 3,5 et 5 avec 3,69 pour Boribana et 3,63 pour Zimbabwe. Les ménages des 5 autres quartiers ont des indices forts variant entre 2,5 et 3,5. Divo et Campement indiquent respectivement 3,45 et 3,36, Bromakoté indique 3,49, Mossikro avec 3,42 et Koweït 3,07.

3.2 INDICE GLOBAL DE LA VULNERABILITE DU MENAGE

La carte la vulnérabilité des ménages (figure 2) montre que tous les ménages des quartiers sont vulnérables au choléra avec un indice fort variant entre 2,5 et 3,5. Toutefois une classification a pu être faite entre tous ces quartiers précaires concernés par l'étude. Ainsi, Boribana et Divo ont respectivement 3,07 et 3,05, suivis de Mossikro et Zimbabwe avec respectivement 2,94 et 2,92. Bromakoté et Koweït quant à eux indiquent des indices respectifs de 2,86 et 2,59.

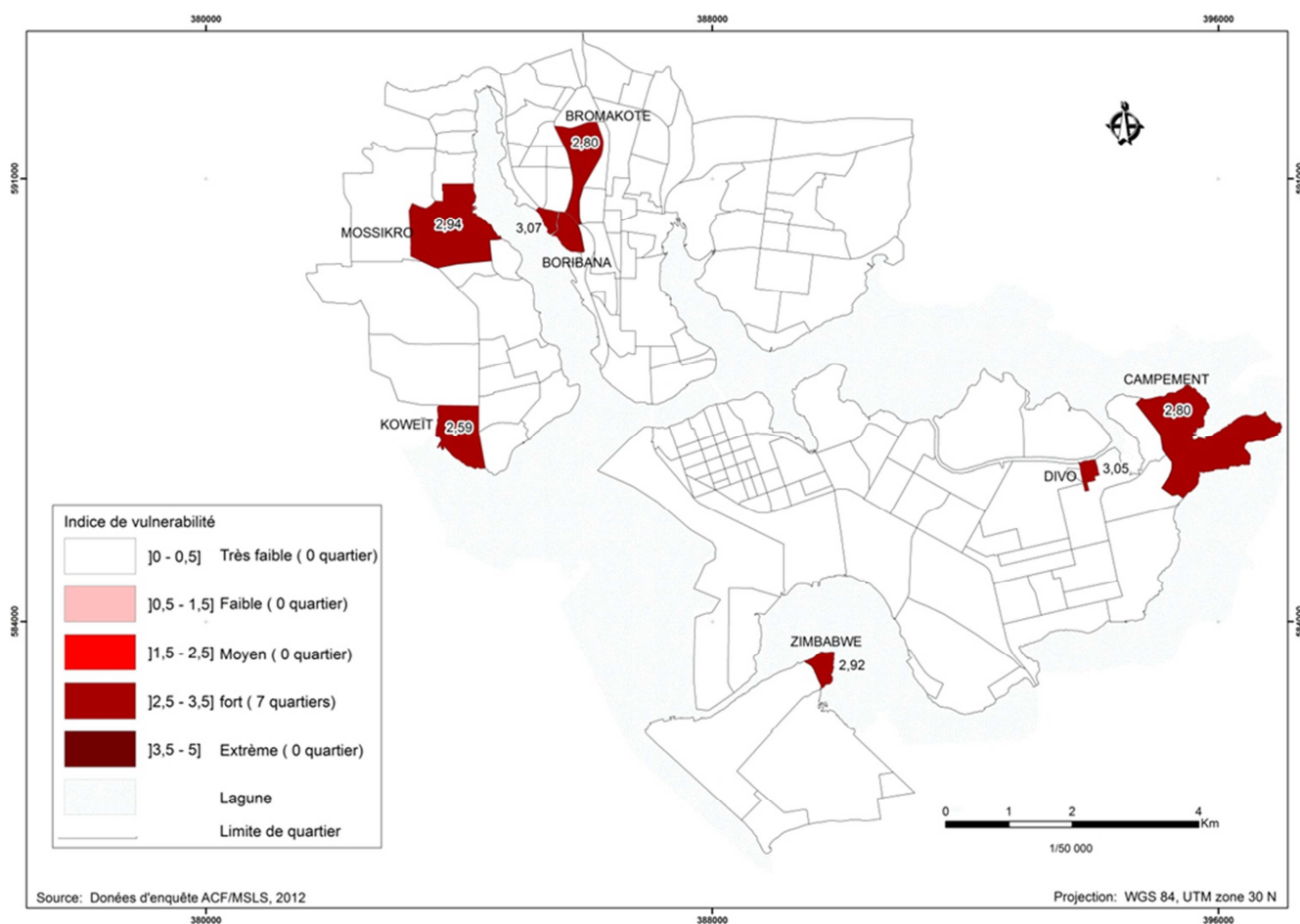


Fig. 2 : Carte de la vulnérabilité globale des ménages

3.3 REPARTITION SPATIALE DES CAS CONFIRMES DE CHOLERA

L'analyse des résultats relatifs à la distribution des cas confirmés de choléra révèle un nombre important de quartiers touchés à Attécoubé et à Yopougon (10 quartiers) suivi de Port-Bouët et Abobo avec 6 quartiers, Treichville 5, Adjamé et Cocody 4, Koumassi et Marcory avec respectivement 2 et 1 quartier (figure 3).

Les chiffres les plus élevés sont ceux des quartiers Zimbabwe et Vridi canal dans la commune de Port-Bouët avec respectivement 15 et 14 cas. Ils sont suivis par Boribana, Bromakoté Agban village et Campement avec respectivement 11, 8, 7 et 6 cas.

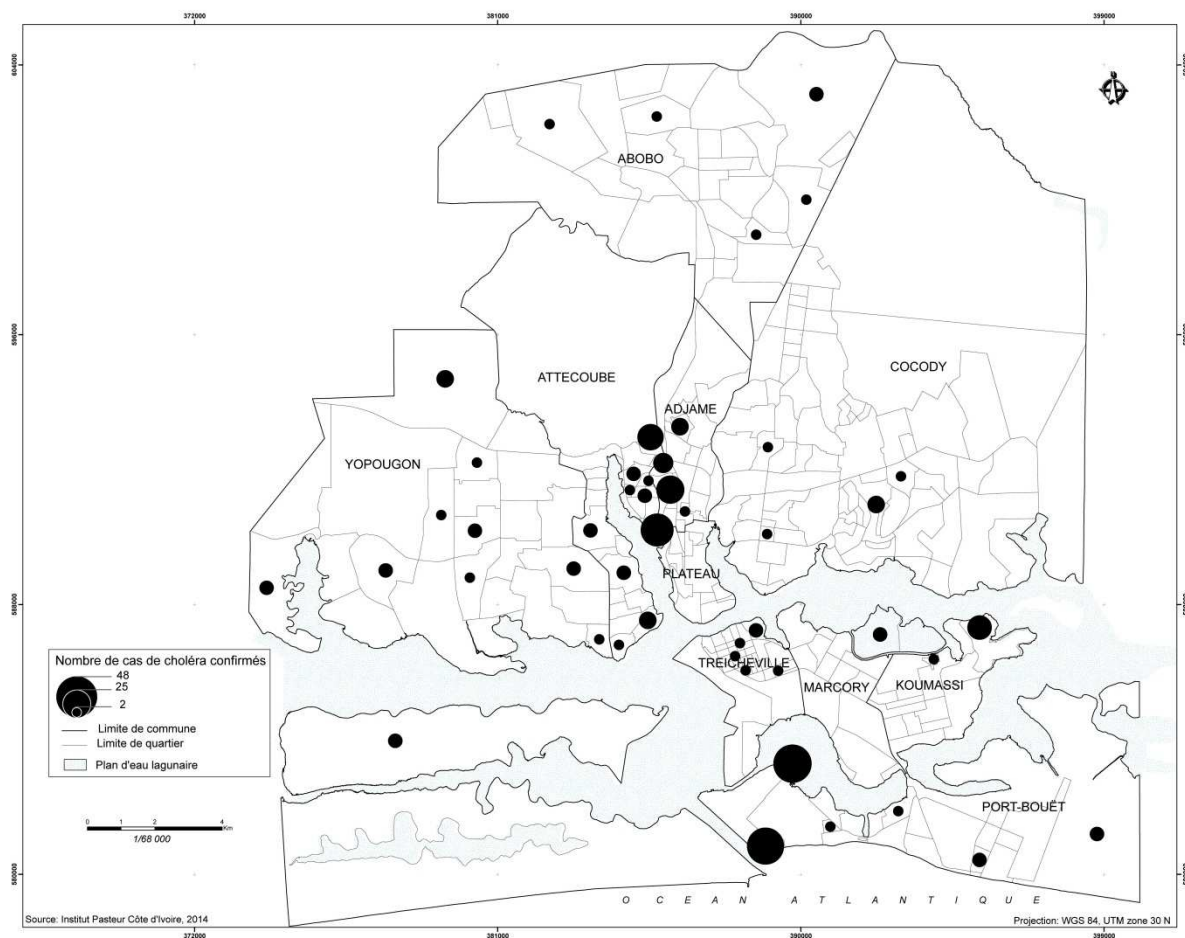


Fig. 3 : Carte des cas confirmés

3.4 VALIDATION DES RESULTATS DES CARACTERISTIQUES ENVIRONNEMENTALES ET SOCIOECONOMIQUES

L'analyse de la situation met en évidence la corrélation entre l'indice de vulnérabilité global des ménages enquêtés dans les sept quartiers précaires retenus et les cas notifiés dans ces quartiers. Pour chaque quartier, nous enregistrons une forte vulnérabilité des ménages au choléra variant entre 2,5 et 3,5. Ces indices sont en adéquation avec les cas notifiés par quartiers comme le montre le tableau I.

Quartiers cas confirmés	Résultats indice global ménage	Résultats
Vridi3 ou Zimbabwe	2,94	15
Boribana	3,07	11
Bromakoté	2,86	8
Campement	2,80	6
Mossikro	2,94	2
Divo	3,01	1
Koweït	2,59	1

Ce tableau indique qu'il y a eu au moins 1 cas dans les quartiers où les ménages sont déclarés vulnérables selon les résultats de l'enquête. Excepté Mossikro, Divo et Koweït où il y a eu moins de cas, tous les autres quartiers ont enregistré des nombres importants avec un pic de 15 à Zimbabwe.

Les caractéristiques environnementales et socioéconomiques paraissent à cet effet comme un indicateur non négligeable dans la surveillance épidémiologique du choléra.

4 DISCUSSION

Les résultats obtenus mettent en évidence la vulnérabilité au choléra de la population vivant dans les quartiers précaires. Cette vulnérabilité varie du niveau fort à l'extrême.

Dans l'approche développée à travers ce travail, plusieurs variables ont été prises en compte pour évaluer et quantifier le niveau de vulnérabilité des ménages dans les quartiers enquêtés. La combinaison d'une part des données environnementales, socioéconomiques et les données épidémiologiques d'autre part a permis d'établir une relation entre ces deux entités et de valider les résultats des données environnementales et socioéconomiques. La pertinence des résultats de cette étude réside dans le fait de confronter les résultats des paramètres environnementaux et socioéconomiques aux données d'analyse microbiologique (cas confirmés), ce qui a permis de valider cette méthodologie.

En effet, certains travaux sur le choléra et utilisant les mêmes outils ont obtenu à travers d'autres méthodes des résultats non moins satisfaisants.

Ainsi, par la superposition de la carte de densité de certains villages et les cas confirmés de choléra dans ces villages au Sénégal, a conclu dans une étude que les cas positifs importants provenaient des villages à forte densité de population [13].

Quant à NKOTO, il a fait une étude sur la dynamique du choléra dans les provinces du grands lacs sur la période 2000-2008 pour comprendre la récurrence épidémique. Les résultats ont montré que les districts sanitaires autour des grands lacs sont les plus touchés pendant les épidémies. Cette étude a également mis en évidence la saisonnalité (l'on note plus de cas en saison pluvieuse qu'en saison sèche) [14].

En Haïti, les facteurs environnementaux associés ont été utilisés pour décrire la dynamique spatio-temporelle de l'épidémie du choléra pendant la période 2010-2011, période marquée par deux phases. Il ressort de cette étude une variabilité spatiale et temporelle de l'épidémie. Elle a aussi permis d'évaluer des clusters et les tendances épidémiologiques. Dans le cas de notre recherche, seule la variabilité spatiale a été prouvée. Cela se justifie par le fait que l'épidémie qu'a connue Abidjan a été considérée comme continue sur la période de l'étude. Les résultats obtenus en Haïti comme ceux que nous avons obtenus montrent aussi que les facteurs environnementaux jouent un rôle dans la dynamique de la maladie [15].

Au cours de Mars-Avril 2010, une grande épidémie de choléra a frappé la partie orientale de Kolkata, en Inde. L'utilisation d'un modèle a permis de détecter les zones à risque, et d'évaluer l'importance des caractéristiques socio-environnementales entre les zones à haut risque et à faible risque. Les zones à risque élevé dans ont été caractérisées par les pauvres, l'utilisation de l'eau insalubre, et la proximité des canaux utilisés comme le drainage principal pour la pluie et des eaux. Les facteurs environnementaux diffèrent quelque peu de ceux que nous avons retenus mais les conclusions obtenues semblent converger. En effet, ceci est utile pour indiquer où les interventions seraient efficaces dans le contrôle du risque de maladie. En définitive, la cartographie des risques est utile pour les décideurs, en particulier ceux des pays comme la Côte d'Ivoire où le choléra reste endémique avec des flambées périodiques [16].

Comme les ressources sont limitées pour répondre aux épidémies de choléra, les connaissances sur l'endroit où orienter les interventions sont cruciales. C'est pourquoi l'épidémie de choléra qui a affecté la Guinée-Bissau en 2008 a été décrite en mettant l'accent sur la répartition géographique, afin de guider les activités de prévention et de contrôle. Cette analyse a permis d'identifier des régions les plus touchées en Guinée-Bissau au cours de l'épidémie de choléra 2008, et les zones les plus touchées au sein de la capitale. L'analyse en cluster a identifié deux domaines au sein de Bairro Bandim au risque le plus élevé: un marché et une intersection où le ruissellement accumule les déchets. Cette information est essentielle pour prendre des décisions sur l'endroit où pour renforcer le traitement et pour guider les activités de contrôle et de prévention [17]. Nous n'avons pas pu dans le cas de notre étude faire d'analyse en cluster, ce qui a pour avantage de voir les regroupements de cas. Toutefois, cette méthode a été utilisée avec succès au Ghana dans la région Ashanti où une analyse spatiale des SIG et de l'analyse statistique a été réalisée pour déterminer le regroupement du choléra. Les résultats ont montré que les taux de choléra élevés sont regroupés autour de Kumasi Metropolis (la, Partie centrale de la région). En outre, l'analyse des tendances reflète une relation spatiale directe entre le choléra et l'urbanisation et le surpeuplement, et une relation inverse entre le choléra et l'ordre de quartier. Une modélisation statistique spatiale effectuée pour déterminer la dépendance spatiale de la prévalence du choléra sur les décharges montrent qu'il y a une relation spatiale directe entre la prévalence du choléra et la densité des dépôts d'ordures, et une relation spatiale inverse entre la prévalence du choléra et la distance aux décharges. Des statistiques d'analyse spatiale ont également identifié des clusters ou agrégats ? [18], [19].

Une étude menée au Kenya donne des résultats qui semblent divergents de ceux obtenus par les auteurs précédents ayant travaillé sur la même thématique. En effet, cette étude écologique enquête sur l'impact des différentes variables climatiques, environnementales et démographiques sur la répartition spatiale des cas de choléra au Kenya. Les analyses multivariées ont montré que qu'il n'y avait pas d'association détectable entre le choléra et la densité de population, la pauvreté, la disponibilité de l'eau courante, les méthodes d'élimination des déchets, les précipitations de Janvier à Mars, ou des pluies de Juillet à Septembre [20].

Les méthodes utilisées dans cette étude pourraient comporter des insuffisances. En effet, au niveau des caractéristiques environnementales et socioéconomiques, les réservoirs environnementaux n'ont pas été pris en compte dans l'enquête ménage. Il faut noter que des difficultés ont été rencontrées quant à l'exploitation des données épidémiologiques. Le lieu de provenance de certains patients était des noms de sous quartier qui n'existe pas sur plan administratif ce qui a occasionné des visites de terrain en vue d'une correction. A cela, il faut ajouter que 30 cas confirmés rattachés à des communes dont les quartiers de provenance n'ont pas été enregistrés.

5 CONCLUSION

Le SIG avec son approche systémique et ses puissantes méthodes d'analyse spatiale joue de plus en plus un rôle clé d'interface entre l'environnement, la santé publique et l'épidémiologie. Les résultats des données environnementales, socioéconomiques et épidémiologiques encouragent la poursuite de l'investigation quant aux facteurs influant la vulnérabilité au choléra et d'autres maladies environnementale dans tous les quartiers précaires de la ville d'Abidjan. L'objectif consistant à avoir une base de données en santé spatialisé pouvant servir d'outil d'aide quant à la surveillance épidémiologique.

L'analyse des résultats de l'indice global de la vulnérabilité montre que tous les ménages sont vulnérables au choléra avec un indice fort variant entre 2,5 et 3,5 sur une échelle de 0 à 5. Boribana et Divo ont des indices respectifs de 3,07 et 3,05, suivis de Mossikro et Zimbabwe avec respectivement 2,94 et 2,92. Bromakoté et Koweït quant à eux indiquent un indice de 2,86 et 2,59. La surveillance épidémiologique devrait donc être accentuée dans ces quartiers.

Ces résultats encouragent l'expansion de l'investigation dans tous les quartiers précaires pour une meilleure prise de décision et la mise en œuvre d'une politique quant à la surveillance épidémiologique du choléra.

REFERENCES

- [1] OMS, "Réduire les risques et promouvoir une vie saine". *Rapport sur la santé dans le monde*. 1211 Genève, Suisse. 12p, 2002
- [2] UNICEF/OMS, "Lutte contre le choléra et les maladies diarrhéiques en Afrique de l'Ouest et du Centre : Vers une stratégie intégrée de réduction des risques", *Actes des Ateliers, Dakar du 14 au 16 mai 2008*. 27p., 2008,
- [3] OMS, "Choléra 2011" ; *Relevé épidémiologique hebdomadaire*, Vol. 87, No. 31-32, . pp 289–304, 2012
- [4] FAO/OMS, *Conférence régionale FAO/OMS sur la sécurité sanitaire des aliments pour l'Afrique, Harare, Zimbabwe, 3-6 octobre 2005*, 43 pages, 2005. ftp://ftp.fao.org/es/esn/foodsafetyforum/caf/draftreport_fr.pdf (12 février 2015)
- [5] ACF/MSLS, *Rapport de l'enquête sur la vulnérabilité au choléra des ménages et quartiers précaires d'Abidjan (Côte d'Ivoire)* 120p, 2012
- [6] SALEM G., C. MARROIS, L. ARREGHINI, P. WANIEZ, *Lieux de vie, densité et zones à risque: l'analyse spatiale au service de la santé à Pikine (Sénégal)*. Statistique Impliquée, Séminifère V, Paris, ORSTOM, Coll. Colloque et séminaire. pp. 419-430, 1992.
- [7] YILMA J. M., MALONE J. B., "A geographic information system forecast model for strategic control of fasciolosis in Ethiopia". *Veterinary Parasitology*, Vol 78, N°2, . 103-127, 1998
- [8] BENIE G. B., C. MÜLER-POITEVIEN, H. H. NGO, 2000, *La géomatique de la santé : tendances actuelles, communication au 11^e Festival International de Géographie, Saint-Die-Des-Voges*.
http://archives-fig-st-die.cndp.fr/actes/actes_2000/goze/article.htm (10 juin 2014)
- [9] SORO N., L. OUATTARA, K. DONGO, K. E. KOUADIO, K. E.AHOUSI, G. SORO, M. S. OGA, I SAVANE., J. BIEMI, "Déchets municipaux dans le District d'Abidjan en Côte d'Ivoire: sources potentielles de pollution des eaux souterraines". *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 4(6): 2203-2219, December 2010. ISSN 1991-8631. Pp. 2203-2219, 2010,
- [10] Institut National de la Statistique (INS), 2015, Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH 2014). Données socio-démographiques et économiques des localités, résultats globaux, 22 p.
<http://www.ins.ci/n/templates/docss/RGPH2014D.pdf> (07 mars 2016)

- [11] N'GUETTIA K. I., "Gestion des ordures ménagères d'Abidjan : Diagnostic". *Mémoire de Master Spécialisé Génie Sanitaire et Environnement, 2iE du Burkina Faso*. 63p, 2010
- [12] MINISTERE DE LA CONSTRUCTION ET DE L'URBANISME, 1996, *Actualisation du Schéma Directeur d'Abidjan. Bilan diagnostic urbain*, 153p.
- [13] ROQUET D., A. DIALLO, B. KODIO, M. B. DAFF, C. FENECH, J-F. ETARD, "L'épidémie de choléra de 1995-1996 au Sénégal : Un exemple de démarche de géographie de la santé". *Cahier Santé Vol 8 ; 421-8*. Pp 420-428, 1998,
- [14] NKOTO B. D., *Dynamique des épidémies de choléra dans la région des grands lacs africains : Cas de la République Démocratique du Congo*. Thèse de Doctorat, Université de Franche-Comté. Ecole doctorale Homme-Environnement-Santé. 261p , 2009
- [15] Gaudart J, Rebaudet S, Barraïs R, Boncy J, Faucher B, Piarroux M., Magloire R., Thimothé G., Piarroux R., "Spatio-Temporal Dynamics of Cholera during the First Year of the Epidemic in Haiti". *PLoS Negl Trop Dis* 7(4): e2145. doi: 10.1371/journal.pntd.0002145, 2013.
<http://journals.plos.org/plosntds/article?id=10.1371/journal.pntd.0002145> (07 janvier 2015)
- [16] You YA, Ali M, Kanungo S, Sah B, Manna B, Puri M., Balakrish G. N., Bhattacharya K. S., Convertino M., Deen J. L., Lopez A. L., Wierzbica T. F., Clemens J., Sur D. "Risk Map of Cholera Infection for Vaccine Deployment: The Eastern Kolkata Case". *PLoS ONE* 8(8): e71173. doi: 10.1371/journal.pone.0071173, 2013.
<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0071173>
- [17] Luquero F. J. , Banga C. N., Remartínez D., Palma P. P., Baron E., Grais R F., "Cholera Epidemic in Guinea-Bissau (2008): The Importance of "Place"". *PLoS ONE* 6(5): e19005. doi: 10.1371/journal.pone.0019005, 2011.
<http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0019005> (07 janvier 2015)
- [18] Frank B Osei and Alfred A Duker, "Spatial and demographic patterns of Cholera in Ashanti region – Ghana", *International Journal of Health Geographics*, 2008. 7:44. <http://www.ij-healthgeographics.com/content/7/1/44> (07 janvier 2016)
- [19] Frank B Osei and Alfred A Duker, "Spatial dependency of V. cholera prevalence on open space refuse dumps in Kumasi, Ghana: a spatial statistical modelling", *International Journal of Health Geographics*, 2008. 7:62. <http://www.ij-healthgeographics.com/content/7/1/62> (06 février 2016)
- [20] James D Stoltzfus , Jane Y Carter , Muge Akpinar-Elci , Martin Matu , Victoria Kimotho , Mark J Giganti , Daniel Langat and Omur Cinar Elci, "Interaction between climatic, environmental, and demographic factors on cholera outbreaks in Kenya", *Infectious Diseases of Poverty* , 2014. 3:37 <http://www.idpjournals.com/content/3/1/37> (07 janvier 2015).

Etude hydrodynamique et évolution des paramètres environnementaux (la température, le pH et l'oxygène dissous) de la station d'épuration des eaux usées de Parakou (République du Bénin)

[Hydrodynamics survey and evolution of environmental parameters (temperature, pH and the dissolved oxygen) of the liquid waste refining station of Parakou (Benin Republic)]

Abdoul-Ramane ABDOULAYE and Y. M. A. Ramanou ABOUDOU

Département de Géographie et Aménagement du Territoire,
Université de Parakou, Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines,
Parakou, Benin

Copyright © 2016 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 liquid waste refining station of the International Market of ARKEZE, which has three lagoon basins with microphytes, faces important development problems. Those problems include the low production of liquid waste, the plugging of the main water pipe - which usually results in olfactory nuisances, the frequent breaking of the pipes that drain the liquid waste to the station, the lack of maintenance of the station - which causes a high rate of mud in the anaerobic basin. This investigation aims at studying the hydraulic functioning and assessing the different basins. To that purpose, quality indication measures have been carried out for ten weeks on samples, some of which have been taken daily and others weekly. The liquid waste's low rate of flow at the entrance of the station ($30.48\text{m}^3/\text{d}$) is characteristic of households whose water consumption is very low (about 15 l of water per inhabitant versus 150 to 200 l/inhabitant in Europe and as much as 250 to 400 l/inhabit in the USA). The pH values vary between 7 and 8. The average temperature is $28.89 \pm 0.30^\circ\text{C}$ with a minimum of 27.40°C recorded in August and a maximum of 30.30°C recorded in June. The dissolved oxygen varies from 0.27 to 2.93mg/l with an average of $0.85 \pm 0.33\text{ mg/l}$. The lowest rate of oxygen has been recorder towards the end of August. The high dissolved oxygen concentrations are noticed when the total DCO is low.

KEYWORDS: Anaerobic, microphytes, lagooning, hydraulic functioning, basin, concentrations.

RESUME: La station d'épuration des eaux usées à trois bassins de lagunage à microphytes du Marché International ARZEKE de Parakou, rencontre d'importants problèmes d'exploitation: faible production d'eau usée, colmatage de la conduite principale menant l'eau usée à la station de traitement entraînant de fréquentes nuisances olfactives, fréquentes casses au niveau des conduites drainant les eaux usées vers la station, manque d'entretien de la station entraînant un fort taux de boue dans le bassin anaérobie. La présente étude a pour objectif d'étudier le fonctionnement hydraulique et d'évaluer l'évolution des facteurs influençant la digestion anaérobie des différents bassins. Pour mener la présente étude, des mesures d'indicateurs de qualité ont été effectuées pendant dix semaines sur des échantillons prélevés suivant une fréquence journalière pour certains paramètres et hebdomadaire pour d'autres. Le faible débit d'eaux usées à l'entrée de la station ($30,48\text{ m}^3/\text{j}$) est caractéristique des ménages à très faible consommation d'eau (environ 15 l d'eau par habitant contre 150 à 200 l/habitant en Europe et jusqu'à 250 à 400 l/ha aux USA). Les valeurs de pH évoluent dans une gamme de 7 - 8. La température moyenne est de $28,89 \pm 0,30^\circ\text{C}$ avec un minimum de $27,40^\circ\text{C}$ enregistré dans le mois d'août et un maximum de $30,30^\circ\text{C}$ enregistré dans le mois de juin. L'oxygène dissous varie de 0,07-2,93 mg/l avec une moyenne de $0,85 \pm 0,33\text{ mg/l}$. Le plus

faible taux d'oxygène a été enregistré vers fin août. Les fortes concentrations en oxygène dissous sont observées lorsque la DCO totale est faible.

MOTS-CLEFS: Anaérobie, lagunage, microphytes, fonctionnement hydraulique, bassin, concentration.

1 INTRODUCTION

Dans les pays en développement, la recherche d'un essor économique durable intègre mal l'importance socio-économique de la protection de l'environnement naturel et de la qualité de vie des populations. En particulier, la lutte contre la pollution des eaux ne dispose encore que des moyens dramatiquement insuffisants et le retard en matière d'épuration des eaux usées domestiques et urbaines est catastrophique [1]. En effet, la proportion des eaux usées bénéficiant d'une épuration dans les pays en développement se situe entre 0 et 10 % ; elle fluctue entre 30 et parfois près de 100 % dans les pays industrialisés [2]. D'autre part dans ces pays du sud la question du traitement des eaux usées se trouve souvent annexée au projet d'approvisionnement en eau et n'est pas considéré comme une priorité pour les décideurs.

Pourtant certaines études ont révélé que les réductions les plus significatives des maladies diarrhéiques étaient obtenues par une amélioration de l'assainissement et de la promotion de l'hygiène [3]. En plus, la conférence des Nations Unies sur l'environnement humain (CNUEH) tenue à Stockholm (Suède) en 1972, et celle sur l'Environnement et le Développement (CNUED) tenue à Rio de Janeiro (Brésil) en 1992, puis le Sommet Mondial sur le Développement Durable (SMDD) tenu à Johannesburg (Afrique du Sud) en 2002 ont eu la souscription de tous les gouvernements pour l'instauration d'une démocratie écologique. De plus les Objectifs du Millénaire pour le Développement intègrent bien la question de la santé des populations et la protection de l'environnement pour un développement durable. C'est ainsi depuis la "Décennie internationale de l'eau potable et de l'assainissement", de nombreux efforts sont déployés dans le secteur de l'approvisionnement en eau potable et de l'assainissement en Afrique.

Plusieurs systèmes d'épuration collective des eaux usées ont déjà été testés ou sont en cours d'expérimentation en Afrique de l'Ouest et du Centre. Déjà dès les années 1977 le traitement des eaux usées utilisant le système intensif est mis en service comme celui de saly Portudal (Sénégal), et d'autres qui sont en exploitations dans plusieurs pays de l'Afrique de l'Ouest et du Centre (le Niger, la Côte d'Ivoire, le Cameroun etc.). Une enquête réalisée en 1993 par le Comité Inter-Africain d'Etudes Hydrauliques (CIEH) sur les systèmes d'assainissement dans les pays francophones de l'Afrique de l'Ouest et du Centre constate que d'importants investissements ont été réalisés pour la construction de plusieurs stations d'épuration intensives (boues activées, chenaux d'oxydation, lits bactériens) [4]. Mais, les techniques d'épuration par boues activées représentaient 75 % des 155 stations d'épuration recensées et la quasi-totalité était soit à l'arrêt, ou en mauvais état de fonctionnement [4], [5].

Au regard de ces différents constats, plusieurs chercheurs proposent une épuration par les procédés de type extensif qui sont des systèmes d'épuration d'eaux usées par voie naturelle (ou zones humides artificielles), dont le plus connu est le lagunage à microphytes (bassin de stabilisation, bassin facultatif ou bassin de maturation) [1]. Ce système est expérimenté depuis la première moitié du siècle sous climat tempéré et présente de nombreuses possibilités d'adaptation au climat des pays en développement qui est généralement chaud et donc favorable à l'activité bactérienne dont dépend son bon fonctionnement. Ces stations d'épuration par voie naturelle sont nombreuses, mais elles ne sont pas souvent connues du grand public. Leur principe de fonctionnement s'inspire de celui des écosystèmes rencontrés dans les zones humides naturelles [6].

De ce fait, le dysfonctionnement de ces systèmes est tel que les eaux usées ne sont pas bien traitées et sont rejetées dans le milieu naturel. Dans un contexte où la réutilisation des sous-produits de l'épuration est effective, ce dysfonctionnement représente un risque important pour la santé humaine et l'environnement. L'impact sanitaire le plus important est la contamination par les bactéries pathogènes et métaux lourds, des végétaux et des sols cultivés [7]. Face à l'importance de ces risques, les autorités responsables de la salubrité des villes doivent accorder une très grande attention sur les sites maraîchers concernés, car l'agriculture urbaine est perçue comme un secteur d'appoint dans la sécurité alimentaire des villes africaines et pourvoyeuse de devises pour des tranches de population défavorisées. Il convient donc de mettre en place des expérimentations à grande échelle sur l'efficacité du fonctionnement de ces systèmes. A l'instar de certains pays de l'Afrique francophone, le Bénin dispose de deux systèmes de traitements des eaux usées à savoir:

- le système intensif à boue activée du CNHU Hubert K. MAGA de Cotonou
- les systèmes extensifs d'EKPE et du Marché International ARZEKE de Parakou

La station d'épuration des eaux usées du Marché International ARZEKE de Parakou, objet de la présente étude rencontre d'importants problèmes d'exploitation: faible production d'eau usée, colmatage de la conduite principale menant l'eau usée à la station de traitement entraînant de fréquentes nuisances olfactives, fréquentes casses au niveau des conduites drainant les eaux usées vers la station, manque d'entretien de la station entraînant un fort taux de boue dans le bassin anaérobie. L'objectif principal de la présente étude est d'étudier le fonctionnement hydraulique et d'évaluer l'évolution des facteurs influençant la digestion anaérobie des différents bassins.

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 MATÉRIEL

2.1.1 PRESENTATION GENERALE DU MILIEU D'ETUDE

La ville de Parakou est située entre 9°18 et 9°22 de latitude Nord et 2°33 et 2°37 de longitude Est [8]. Les données publiées par l'Institut National de la Statistique et de l'Analyse Économique (INSAE) montrent que la population de la ville de Parakou a connu une augmentation spectaculaire. La population qui n'était que de 14 000 habitants en 1961 est passée à 60 000 et 103.577 respectivement en 1979 et 2002 pour plus de 254 254 habitants en 2013. Cette augmentation de la population entraîne forcément un accroissement des besoins et de la demande en denrées alimentaires frais. Les agriculteurs, attirés par le développement de la ville de Parakou à la recherche d'emplois plus rémunérateurs, trouvent à travers le maraîchage des opportunités pour assurer leur survie sur le plan économique.

2.1.2 DESCRIPTION DES CONDITIONS CLIMATIQUES

Dans un système lagunaire, le climat affecte, de façon directe, les processus biologiques qui s'y déroulent, et par conséquent, le rendement épuratoire des lagunes. A l'aide des données climatiques recueillies entre 2001 et 2014 par l'ASECNA pour la région de Parakou, nous pouvons étudier les principales conditions climatiques intervenant dans le bon fonctionnement du lagunage naturel, à savoir : la température, l'ensoleillement, la pluviométrie et l'évaporation. Le climat de la commune de Parakou est de type soudano-Sahélien avec deux saisons : une saison pluvieuse s'étendant d'Avril à Octobre et une saison sèche allant de mi-octobre à mi-avril. Elle est caractérisée par une humidité maximale annuelle qui est de 97% et enregistrée dans le mois de septembre alors que l'humidité minimale est de 20% et enregistrée entre janvier –février. La température annuelle maximale est de 36,7 °C dans le mois de mars et la température minimale annuelle est de 18,5°C dans le mois de décembre. L'évaporation annuelle maximale est de 245,5 mm en mars et l'évaporation minimale est de 103,3 mm en août. La hauteur d'eau annuellement enregistrée varie entre 1.000 mm et 1.500mm pour 75 à 140 jours effectifs de pluie.

2.1.3 PRÉSENTATION DE LA STATION D'ÉPURATION

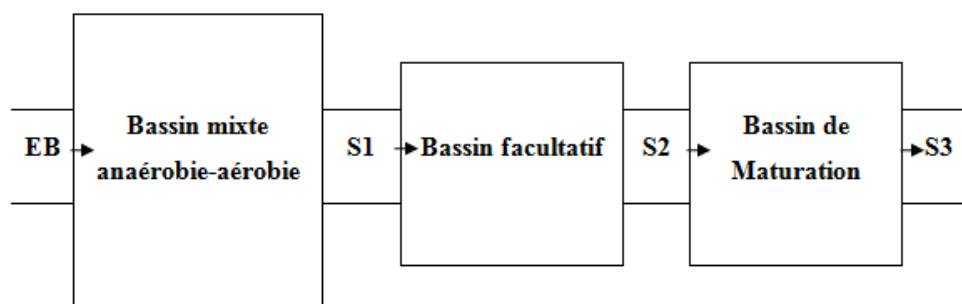
Créée en 1996 avec le concours de la Caisse Française de Développement (CFD), la station d'épuration des eaux usées de Parakou, d'une superficie de 1738 m², est dimensionnée pour recevoir une charge de 23,5kg de DBO5/j et traiter environ 27 m³ d'eaux usées brutes par jour en provenance du décanteur primaire venant des WC et douches du marché international Arzèkè de Parakou. Elle est située entre 09°20' et 9°20'03'' longitude Nord et 02°37'30'' et 02°37'33'' latitude Est et est adjacente à des terres agricoles (sites maraîchers) (Figure 1).



Source : Image satellitaire, 2015

Figure 1 : Situation géographique de la station d'épuration de Parakou

Elle comporte trois (03) bassins disposés en série (B1=bassin mixte aérobie-anaérobie, B2= bassin facultatif et B3= bassin de maturation), séparés par des digues en béton armé d'un mètre de largeur et communiquant entre eux par des tuyaux PVC (polyvinylchlorure) (Figure 2).



EB=Eau Brute décantée ; S1=Sortie Bassin1 ; S2=Sortie Bassin2 ; S3=Sortie Bassin3

Figure 2 : Schéma descriptif de la station d'épuration de Parakou

Les dimensions initiales des bassins sont présentées dans le Tableau 1. Les eaux usées circulent par simple gravité d'un bassin à l'autre ; elles se déversent par trop plein dans l'autre. La forme géométrique des bassins ainsi que l'emplacement des ouvrages de communication ont été conçus afin d'éviter les zones d'eaux mortes et les écoulements préférentiels. Le fonctionnement du système est divisé en deux phases principales : une phase primaire de décantation-digestion anaérobie dans le bassin B1 où la matière organique solide est dégradée et liquéfiée ; une phase secondaire de lagunage proprement dite dans les bassins B2 et B3. Au cours du cheminement de l'eau dans cette partie, deux (02) composantes essentielles contribuent à l'épuration : les micro-organismes qui décomposent la matière organique et les microphytes qui absorbent ces substances issues de la dégradation microbienne tout en leur fournissant un microclimat favorable à leur croissance (métabolites, O₂ dissous, etc.).

Tableau 1: Dimensions et caractéristiques des trois bassins de la station d'épuration de Parakou

Bassin	Profondeur utile (m)	Surface utile (m ²)	Volume utile (m ³)	Caractéristiques
Bassin primaire anaérobie-aérobie				
Zone aérobie	1,40	790	961	-Appelé lagune de décantation
Zone anaérobie	2,00	-	580	-Bassin mixte anaérobie-aérobie
Bassin secondaire aérobie	1,40	474	551	-Bassin secondaire aérobie facultatif -Son rôle principal est la minéralisation des boues.
Bassin de maturation	1,40	474	551	-Bassin de Maturation -Son rôle est l'affinage de l'épuration.

Source : Données d'enquêtes, aout 2014

2.2 MÉTHODES

2.2.1 ETUDE DU FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DES DIFFÉRENTS BASSINS D'ÉPURATION

Les paramètres couramment utilisés pour le dimensionnement des bassins d'épuration en traitement secondaire sont principalement : la charge organique, le temps de séjour hydraulique et la charge hydraulique. Le temps de séjour est intimement corrélé à la charge hydraulique et correspond en général à la durée optimale de contact des polluants à dégrader avec les microorganismes responsables de l'épuration dans les bassins. Les performances épuratoires sont aussi bien influencées par les facteurs biogéochimiques que par l'hydraulique et les conditions climatiques. En effet, le temps de séjour hydraulique est l'un des principaux paramètres qui contrôlent la répartition de l'eau dans la totalité du volume des bassins, et le temps de contact entre la microfaune (bactéries, protozoaires, micro-invertébrés) et la pollution à dégrader. Les conditions climatiques jouent également un rôle important sur l'hydraulique des bassins. Il s'agit ici d'évaluer le débit d'eaux usées à l'entrée de la station et de déterminer le temps de séjour des eaux usées dans les différents bassins.

2.2.1.1 DONNÉES COLLECTÉES

• Mesure du débit

Le débit hydraulique journalier d'eaux usées a été déterminé trois fois par jour (matin entre 7h - 8 h, midi entre 12h - 13h et l'après-midi entre 17h - 18h) pendant deux semaines discontinues à l'aide d'un récipient gradué de 7 litres de contenance et d'un chronomètre à l'entrée du bassin de tête.

• Détermination du temps de séjour

Le calcul du temps de séjour a tenu compte du volume d'encombrement des bassins, de la pluviométrie, de l'évaporation, du volume réel stade projet et du débit déterminé.

• Mesure de l'encombrement

Cette mesure a consisté à :

- ✓ discrétiser le bassin de tête en **dx et dy avec dx=2m et dy=2m**
- ✓ relever la profondeur de l'eau à chaque nœud et la hauteur dénoyée du bassin

La hauteur d'encombrement (Z_i) a été estimée en utilisant la formule : $Z_i = H - h_i - P_i$ avec P_i profondeur ou lame d'eau, h_i hauteur dénoyée au nœud i , H profondeur projet du bassin (3,40 m). Les données de pluviométrie et d'évaporation ont été obtenues grâce à la station ASECNA de Parakou suivant la période de l'étude.

• Détermination du temps de séjour réel

$TS = V / Q = P_i \times S / Q$ avec P_i = profondeur ou lame d'eau ; S = Surface utile qui est de 790 m² et Q = débit moyen journalier.

2.2.2 EVALUATION DE LA QUALITE DE L'EAU DES BASSINS

Dans toute station d'épuration des eaux usées il est nécessaire d'effectuer des analyses de l'eau brute et de l'eau traitée afin de déterminer différents paramètres tels que les paramètres physicochimique et bactériologiques permettant d'évaluer le niveau de pollution dans chaque phase de traitement. Les analyses ne sont valides que si le prélèvement et l'échantillonnage ont été entourés de soins suffisants; la séquence prélèvement-échantillonnage-conservation-analyse constitue alors une chaîne cohérente pour laquelle on aura conscience de ne négliger aucun maillon.

2.2.2.1 METHODOLOGIE D'ECHANTILLONNAGE ET DE MESURE

Il a été adopté un échantillonnage composite et des mesures hebdomadaires sur une période de 10 semaines (juin 2014 - juillet 2014). Les échantillons sont prélevés à l'entrée et à la sortie de chaque bassin afin de suivre la part d'épuration à chaque stade, et la capacité épuratoire de l'ensemble de la station. Les paramètres physico-chimiques globaux (Température, O₂ dissous, pH, conductivité) ont été mesurés in situ respectivement au moyen d'un oxythermomètre (Oxi 330i, WTW), d'un pH-mètre (H13292 ATC Conductivity) et d'un conductimètre (HANNA) sur des échantillons ponctuels prélevés 3 fois par jour (matin entre 7h - 8 h, midi entre 12h - 13h et l'après-midi entre 17h - 18h)

Les paramètres physico-chimiques et biologiques (la DBO₅, la DCO, les MES, l'Azote, phosphore) ont été mesurés sur des échantillons composites journaliers prélevés une fois par semaine et ceci pendant 10 semaines à l'entrée et à la sortie de chaque bassin. Pour les matières en suspension (MES), la méthode de mesure adoptée est celle de la pesée différentielle par filtration sur filtre GFC et séchage à 105°C (AFNOR, T90-105). La demande chimique en oxygène est analysée par oxydation en excès au dichromate de potassium à chaud en milieu acide (méthode AFNOR). La DBO₅ a été évaluée par la méthode manométrique basée sur le principe WARBURG. (Tableau 2).

Tableau 2 : Paramètres analysés et méthodes utilisées

Paramètres	Unités	Réactifs/Méthodes d'analyse/Appareils	Références
pH	-	pH-mètre	H13292 ATC Conductivity
O ₂ et T	mg/l - °C	Oxythermomètre	Oxi 330i, WTW
Conductivité	µS/cm	Conductimètre	HANNA
MES	mg/l	Filtration sur filtre GFC et séchage à 105°C	AFNOR, T90-105
DBO ₅	mg/l	Méthodes manométriques	Méthode standard
DCO	mg/l	Méthode par digestion	Programmes Hach Réacteur 3 - 150 / 20- 1500 et 200 - 15.000
N-NH ₄ ⁺	mg/l	Méthode Nessler	Programmes Hach
N-NO ₃	mg/l	méthode colorimétrique	Programmes Hach
PO ₄ ³⁻	mg/l	Méthode Molybdovanadate	Programmes Hach

Source : Données d'enquêtes, aout 2014

Pour le bassin facultatif et le bassin de maturation, les mesures de la DBO₅ sont effectuées aussi bien sur les échantillons bruts que sur les échantillons filtrés. Une estimation de la DBO₅ en Kg/jour a été faite en utilisant la formule suivante :

$$DBO_5 \text{ (Kg/j)} = \text{Débit (l/j)} * DBO_5 \text{ (Kg/l)}$$

Le phosphore total est mesuré sur des échantillons bruts après minéralisation en milieu acide tandis que les nitrates sont mesurés sur les échantillons filtrés par la méthode colorimétrique au moyen du spectrophotomètre (HACH) DR/2010. Le dosage du NTK est fait par distillation précédé d'une minéralisation en milieu acide de l'azote organique en azote ammoniacal.

Les analyses bactériennes (Coliformes totaux, *E. coli*, Salmonelles) ont été faites sur des échantillons composites avec une fréquence d'une fois par semaine pendant 10 semaines. Les coliformes thermotolérants sont dénombrés sur des milieux de cultures spécifiques : Chrom-agar ECC à 37°C (Tableau 3).

Tableau 3: Caractéristiques et méthodes de mise en évidence de quelques bactéries

	Coliformes totaux	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i> spp
Milieu liquide à 37°C en 24h	-	-	Rappaport Vassiliadis Bouillon selenite
Milieu solide en 24h	Chrom-agar ECC à 37°C	Chrom-agar ECC à 37°C	Hektoen à 37°C
Techniques utilisées	Ensemencement direct en surface	Ensemencement direct en surface	Enrichissement : Striation
Observation	Colonies rouges	Colonies bleues	Colonies vertes à centre noir

Source : Données d'enquêtes, aout 2014

2.2.3 ANALYSE ET TRAITEMENT STATISTIQUE DES DONNEES

Le traitement des données a été réalisé grâce aux logiciels Excel et SPSS. Les données ont été saisies dans Excel et transportées par la suite dans SPSS pour une analyse descriptive (moyenne, écart-type, maximum et minimum) et une Analyse en Composantes Principales. Les données collectées ont été comparées aux normes internationales et béninoises.

3 RESULTATS

3.1 FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE

• Encombrement des bassins

Après discrétisation du bassin de tête, la profondeur moyenne occupée par l'eau est de 65 cm. La hauteur dénoyée est de 75 cm. La hauteur d'encombrement du bassin de tête est alors de 2 m. La surface utile du bassin de tête étant de 790 m², alors le volume d'eau réellement admis dans le bassin de tête est de 513,5 m³. Les bassins 2 et 3 n'étant pas encombrés, les volumes d'eau admis sont ceux de l'étape projet (551 m³ pour chacun des deux).

• Débit

La station d'épuration de Parakou reçoit en moyenne 30,48 m³ d'eaux usées chaque jour avec des extrema de 26,08 et 36,29 m³/jour. En considérant une évaporation maximale de 7,92 mm/j obtenue en mars dans nos conditions (ASECNA Parakou, 2014) les quantités d'eau perdue par évaporation sont de 6,26 m³/j, 3,74 m³/j et 3,74 m³/j pour le bassin de tête, le bassin facultatif et le bassin de maturation respectivement. De même, en considérant une pluviométrie maximale de 6,82 mm/j obtenue dans le mois d'août (ASECNA Parakou, 2014), les quantités d'eaux supplémentaires sont respectivement de 5,39 m³/j, 3,23 m³/j et 3,23 m³/j pour le bassin de tête, le bassin facultatif et le bassin de maturation. En supposant les bassins étanches (pas de pertes par infiltration), nous pouvons appliquer le principe de l'égalité des débits. La quantité d'eau à la sortie de chaque bassin est donc égal à :

Bassin 1: 29,61 m³/jour ; Bassin 2 : 29,97 m³/jour ; Bassin 3 : 29,97 m³/jour

• Détermination du temps de séjour réel

Le temps de séjour réel calculé pendant la période de notre étude est de :

Bassin 1: 18 jours ; Bassin 2 : 19 jours ; Bassin 3 : 19 jours

Le temps de séjour total pour l'ensemble des bassins de la station est environ de **56 jours (18+19+19)**.

3.2 EVOLUTION DE LA TEMPERATURE, DU PH ET DE L'OXYGENE DISSOUS

3.2.1 EVOLUTION DE LA TEMPÉRATURE

L'évolution de la température (Figure 3) est caractérisée par une oscillation au cours de la période d'étude qui coïncide avec la saison des pluies. Les températures moyennes sur la période d'étude sont de 28,83±1,06; 29,11±1,13 et 29,59 ±1,54

°C aux sorties des bassin 1(**S1**), bassin 2 (**S2**) et bassin 3(**S3**) respectivement (Figure 5). De fortes valeurs moyennes ont été observées en juillet et en août aux sorties S2 et S3. (**EB**=Eau Brute décantée)

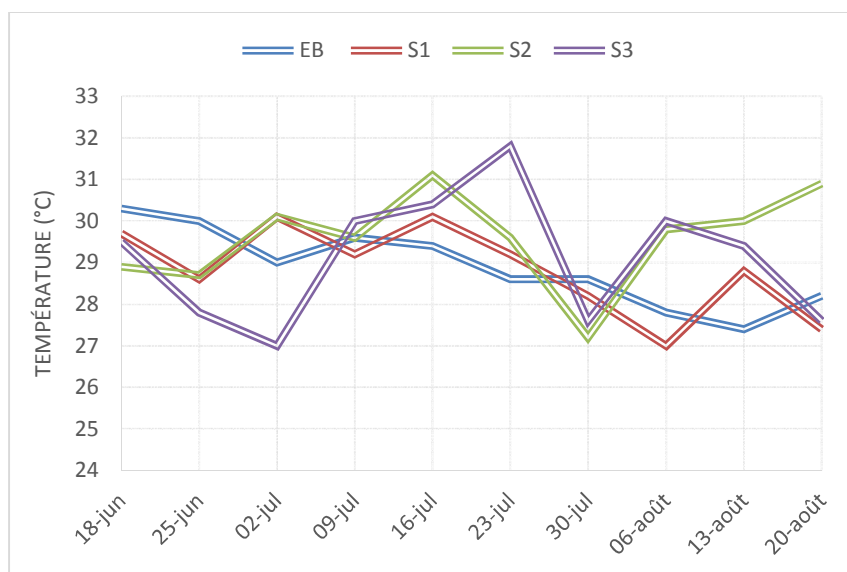


Figure 3 : Variation de la Température aux sorties des bassins de la station

Source : Données d'enquêtes, aout 2014

3.2.2 EVOLUTION DU PH

Le suivi effectué dans la station d'épuration de Parakou a révélé au niveau des trois bassins une augmentation du pH de près de 2 unités (de 7 à 8,8) entre juin et juillet (Figure 4). Aux sorties (**S1**) et (**S2**), le profil du pH évolue légèrement vers des valeurs neutres (8,8 à 6,9) entre fin juillet et août (Figure 4). Le pH de l'effluent traité a été globalement basique durant la période d'étude (7 à 8,8). Le système a été beaucoup plus stable durant le mois de juillet.

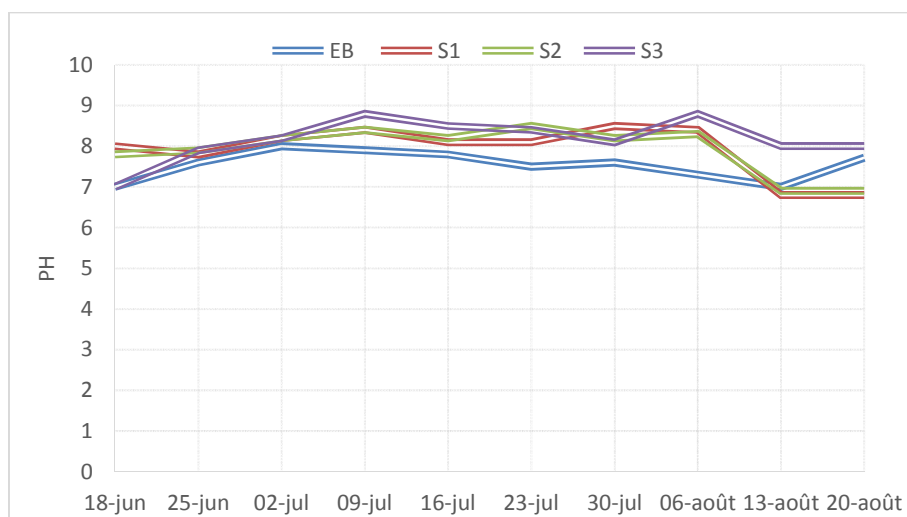


Figure 4: Variation du pH aux sorties de la station d'épuration de Parakou au cours de la période de l'étude

Source : Données d'enquêtes, aout 2014

EB=Eau Brute décantée ; S1=Sortie Bassin1 ; S2=Sortie Bassin2 ; S3=Sortie Bassin3

3.2.3 L'OXYGÈNE DISSOUS

L'évolution de l'oxygène à la sortie des trois bassins présente pratiquement les mêmes profils durant la période d'étude mais avec des écarts moyens de plus de 1 mg/l (Figure 5). Les eaux sorties des différents bassins présentent de faibles concentrations en oxygène dissous au début de l'étude. Les concentrations en oxygène à la sortie du système (S3) sont généralement plus faibles et varient entre 0,09 et 6,67 mg/l (Figure 5). Ces concentrations ont régulièrement augmenté avant de décroître en fin juillet et mi-août (période d'étude).

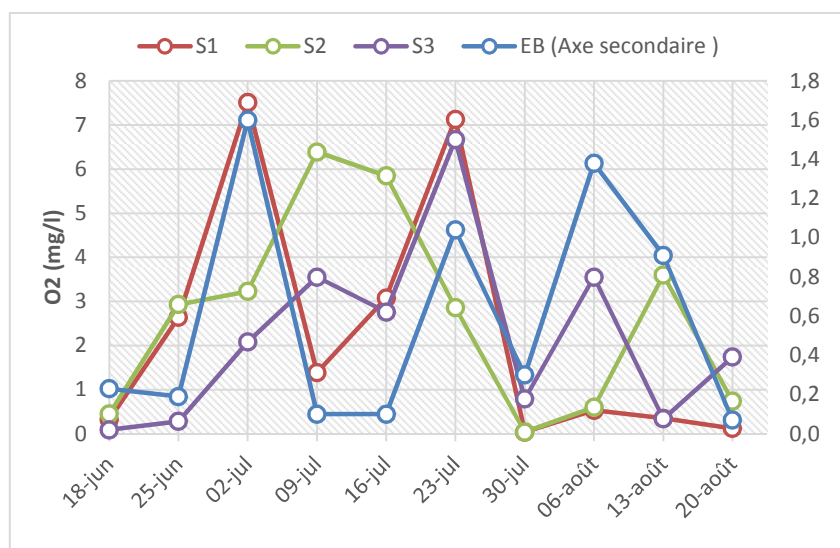


Figure 5 : Variation des concentrations en Oxygène dissous aux sorties des trois bassins de la station d'épuration de Parakou.

Source : Données d'enquêtes, aout 2014

EB=Eau Brute décantée ; S1=Sortie Bassin1 ; S2=Sortie Bassin2 ; S3=Sortie Bassin3

4 DISCUSSION

4.1 FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE

Le faible débit d'eaux usées à l'entrée de la station ($30,48 \text{ m}^3/\text{j}$) est caractéristique des ménages à très faible consommation d'eau (environ 15 l d'eau par habitant contre 150 à 200 l/habitant en Europe et jusqu'à 250 à 400 l/ha aux USA) [9]. Ce débit est inférieur à celui obtenu par [10] sur la filière du campus de l'EIER. En effet, le débit journalier admis à l'entrée de cette filière est en moyenne de $55 \text{ m}^3/\text{j}$.

Le temps de séjour obtenu dans notre étude (56 jours) est plus élevé que ceux rapportés dans la littérature où les auteurs ont obtenus des temps de séjour compris entre 10 et 27 jours en conditions tropicales [11],[12],[13],[14],[15].

4.2 EVOLUTION DE LA TEMPERATURE, DU PH ET DE L'OXYGENE DISSOUS

De fortes valeurs de température ont été observées en juillet et en août ($> 36^\circ\text{C}$) aux sorties S2 et S3. La majorité des algues ne supporte pas une température supérieure à 30°C , alors que l'activité bactérienne devient de plus en plus intense et la Demande d'Oxygène devienne maximale. Les différences de température entre bassins sont faibles ($0,28$ à $0,76^\circ\text{C}$) ce qui n'influence pas la sélection des microorganismes responsables de l'épuration [16], mais elles peuvent jouer un rôle important pendant les mois les plus chauds et accroître la volatilisation de l'ammoniac dans les bassins [17], [18], ce qui peut être toxique pour les poissons par exemple si l'eau traitée venait à être valorisé pour la pisciculture. La température peut influencer le processus d'évolution de la digestion anaérobie. En effet, Les différents groupes bactériens de la digestion anaérobie sont sensibles à la température, car des changements brutaux de température peuvent entraîner un déséquilibre du processus qui pourrait entre autre ralentir une étape par rapport à une autre (les bactéries méthanogènes sont plus sensibles aux baisses de température que les bactéries fermentaires et acidogènes), [19].

Le suivi effectué a révélé au niveau des trois bassins une augmentation du pH de près de 2 unités (de 7 à 8,8) entre juin et juillet. Cette augmentation peut s'expliquer par l'activité photosynthétique des algues. Les valeurs de pH évoluent dans une gamme de 6 - 9; ce qui est de nature à favoriser le développement bactérien nécessaire à la dégradation biologique des polluants organiques [20]. Aux sorties des bassins primaire et facultatif, le profil du pH évolue légèrement vers des valeurs neutres (8,8 à 6,9) entre fin juillet et août. Cette diminution est certainement due à la présence de facteurs inhibiteurs dans les bassins.

Aussi, Les bactéries méthanogènes sont très sensibles aux valeurs de pH du milieu et ont un optimum entre 6,8 et 7,2. La digestion anaérobie se déroule normalement pour des pH compris entre 6 et 8 : en dessous de 6, l'activité des bactéries méthanogènes diminue rapidement et peut être complètement stoppée à partir de 5,5 alors que les bactéries acidogènes continuent à produire des Acides Gras Volatiles (A.G.V.) jusqu'à des pH voisins de 4,5, [20].

La toxicité des acides gras volatils (A.G.V.) en forte concentration supérieure à 3000 mg/l peut être due à la toxicité propre des acides mais aussi à la diminution du pH que leur concentration entraîne. D'après [21], les fortes concentrations en A.G.V. sont plus le résultat d'un déséquilibre de la digestion anaérobie (causé par une surcharge organique, un changement de température, la présence de toxique) que la cause d'une inhibition.

L'oxygène mesuré dans les bassins est une résultante du métabolisme des plantes et des bactéries, ainsi que du transfert dû à la diffusion de l'air. Les eaux sorties des différents bassins présentent de faibles concentrations en oxygène dissous au début de l'étude. On pourrait expliquer la baisse en oxygène dissous par les activités photosynthétiques des algues ou par les chutes de tissus morts dans les bassins. D'autres mécanismes liés au fonctionnement des bassins de lagunage peuvent également expliquer cette diminution des concentrations en oxygène, mais ces possibilités n'ont pas été approfondies dans cette étude.

5 CONCLUSION

Une des clés de succès pour l'intégration du lagunage dans le paysage écologique au Bénin et dans la ville de Parakou en particulier repose en grande partie sur le degré de prise en compte des contextes socio-économiques et sociotechniques locaux dans la conception de station d'épuration. La prise en compte du contexte local dans la conception de station d'épuration s'inspire de la vie sociale des premiers bénéficiaires des possibilités de développer une activité rémunératrice liée au fonctionnement de ladite station. L'importance de l'activité maraîchère autour de points d'eaux pollués doit interpeller l'autorité communale (le Maire) sur les possibilités évidentes de valorisation d'effluents de la station d'épuration ou sur l'amélioration de cette pratique. Les résultats d'expériences menées sur cette station montrent que les concentrations résiduelles restent très élevées dans l'effluent traité et pourraient constituer un grand risque d'eutrophisation pour des rejets en milieu sensible. L'approche doit être guidée par les besoins du milieu qui peuvent varier au sein d'un même arrondissement. L'approche par station d'épuration décentralisée peut dans ce cas être une autre alternative. Seulement les pesanteurs sociotechniques qui accompagnent cette approche n'ont pas encore permis un changement de mentalité en faveur de son développement. Le professeur [22] dira à ce propos que *"ce n'est pas le problème de l'assainissement qui est en soi un problème. Le problème, c'est la manière de faire face au problème"*.

REFERENCES

- [1] Koné D., Epuration des eaux usées par lagunage à microphytes et à macrophytes en Afrique de l'ouest et du centre: état des lieux, performances épuratoires et critères de dimensionnement. Thèse de Doctorat/École Polytechnique Fédérale de Lausanne. 194 p, 2002
- [2] PNUE (Programme des Nations Unies pour l'environnement), Lignes directrices environnementales pour la réutilisation des eaux usées municipales dans la région méditerranéenne. Plan d'action pour la Méditerranée, Programme d'actions prioritaires, Programme des Nations Unies pour l'environnement, en coopération avec l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, PAP-3/G.1, 1991
- [3] Esrey S, Water, waste and well-being: a multi-country study, *American Journal of Epidemiology*, 143(6): 608-623, 1996
- [4] CIEH (Comité interafricain d'études hydrauliques), Comité Inter-Africain d'Etudes Hydrauliques - "Etude comparative des systèmes d'épuration collectifs dans le contexte africain". CIEH; Ouagadougou. 66 p, 1993
- [5] UADE and OIEAU, Assainissement urbain en Afrique : Gestion des déchets liquides et solides dans les centres urbains d'Afrique. Rapport final du Séminaire Assainissement Urbain en Afrique. Ministère Français de la coopération, 349p, 1993
- [6] Radoux M., "Epuration des eaux usées par Hydrogène reconstituée." Tribune de l'eau 42(8): 62-68, 1989

- [7] Cissé G., Impact sanitaire de l'utilisation d'eaux polluées en agriculture urbaine. Cas du maraîchage. Thèse de doctorat, EPFL / Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne; Lausanne. 267p, 1997
- [8] Abdoulaye. A., Oyédé, Un site urbain de l'Afrique tropicale confronté aux contraintes naturelles et anthropiques : le cas de la ville de Parakou au Bénin. *Revue BenGéO*, N°5, Département de Géographie, UAC, 16 p, 2009
- [9] Reddy K.R. and d'Angelo E.M., Biochemical indicators to evaluate pollutant removal efficiency in constructed wetlands. 5th Proc Internl Conf. Wetland Systems for Water Pollution Control, Vienna, keynote Address 1, pp. 1-21, 1996
- [10] Maiga A.H., Konate Y., Wethe J., Denyigba K., Zoungrana D. et Togola L., Performances épuratoires d'une filière de trois étages de bassins de lagunage à microphytes sous climat sahélien : cas de la station de traitement des eaux usées de l'EIER. *Sud Sciences & Technologies*, n° 14. 9p, 2006
- [11] Menguele J-C., Contribution à l'analyse critique du dimensionnement de la station de traitement des eaux usées de l'EIER. Analyse des performances de la filière bassin facultatif – bassin de maturation. Rapport de recherche, EIER/GS, Ouagadougou. 25p, 1990
- [12] Darriulat C., Bassins de stabilisation en climat sahélien : comportement physico-chimique et description de la biomasse pour une charge donnée. Travail pratique de diplôme. Travail de diplôme / EPFL; Lausanne. 15p, 1991
- [13] Klutsé A, Epuration des eaux usées domestiques par lagunage en zone soudano sahélienne (Ouagadougou, Burkina Faso). Thèse de Doctorat: Université Montpellier II. 160 p, 1995
- [14] Laouali G., Delisle C. E., Vincent G., Couillard D. and Laouali S., "Experimental study of wastewater treatment by facultative ponds and free hydrophytes in Niger." *Water Quality Research Journal of Canada* 31(1): 37-50, 1996
- [15] Koné D., Le traitement des eaux usées par lagunage : une décennie de recherche à l'EIER. In: Assainissement urbain en Afrique, Actes du séminaire international de Gorée, Gorée-Dakar. Aquadev. pp. 53-56, 2000
- [16] Edeline F., L'épuration biologique des eaux théorie & technologie des réacteurs. Liège, Cebedoc Editeur (etc.). 303 p, 1993
- [17] Reddy K. R. and Tucker J. C., "Productivity and Nutrient-Uptake of Water Hyacinth, Eichhornia- Crassipes .1. Effect of Nitrogen-Source." *Econ. Bot.* 37(2): 237-247, 1983
- [18] Shilton, A., "Ammonia volatilization from a piggery pond." *Water Science and Technology* 33(7): 183-189, 1996
- [19] Paing J., Bilan du carbone et du soufre dans le lagunage anaérobie : contrôle de l'émission d'H₂S pour la réduction des nuisances olfactives. Thèse de Doctorat, Université Montpellier I, 255p, 2001
- [20] Henze DA, Cameron WE, Barrionuevo G., Dendritic morphology and its effects on the amplitude and rise-time of synaptic signals in hippocampal CA3 pyramidal cells. *J Comp Neurol.* 369:331–344, 1996
- [21] Arhing B. K., Sandberg M. and Angelidaki I., Volatile fatty acids as indicators of process imbalance in anaerobic digestors. *Appl. Microbiol. Biotech*, 43,559-565, 1995
- [22] MAYSTRE L.Y, L'assainissement urbain en Afrique : enjeux et attentes. In : *Assainissement urbain en Afrique*, Actes du séminaire international de Gorée. Aquadev, Dakar, pp 17-22, 2000.

Effet de la densité de mise en charge sur les performances de croissance du poisson chat africain *Clarias jaensis* Boulanger, 1909 (Pisces : Clariidae) en étang

[Effect of the stocking density on the growth performance of the African catfish *Clarias jaensis* Boulanger, 1909 (Pisces: Clariidae) in pond]

Désiré Etaba Angoni¹, Minette Tomedi Eyango¹, Delphin Ambela¹, and Joseph Tchoumboué²

¹Département d'Aquaculture, Université de Douala, Institut des sciences Halieutiques, B.P 7236 Douala, Cameroon

²Département de Production Animales, Université de Dschang, B.P222 Dschang, Cameroon

Copyright © 2016 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 effect of stocking density on the growth performance of *Clarias jaensis* in pond was studied in the zone of Nkolinkondi II, area of center Cameroon with an aim of contributing to the improvement of the production by the optimization of the stocking densities. A total of 1000 fingerlings of *Clarias jaensis* of average weight (20,39±4,87g) collected in natural environment was left again in three batches with comparables densities (D1), (D2), (D3). The batch D2 was regarded as control and the batches D1, D3 the tests batches. The organic fertilizers were the hen droppings and the liquid manures of pigs. Their rate of application was of 20kg per are, then 5kg per are twice by week. The following results were got: final average weight, weight gain, daily average gain and specific growth rate of D2 was of (164,63±5,35g); (269,86±13,87g); (2,54±0,07g/j); (3,8±0,05%g/j) significantly different ($p<0,05$) to those from D1 of (143,05±4,62 g); (159,48±11,4g); (1,27±0,08g/j), (2,49±0,1%g/j) and D3 of (130,23±3,07g); (132,5±10,55g); (2,08±0,03g/j); (3,13±0,3%g/j). As for the rates of survival, they were of (89,00±5,1 %); (95,02±5,0%); (92,3±5,3%) of D1, D2, D3. This reveals that the batch D2 recorded better growth performances and a high survival rate of *Clarias jaensis* in fertilized pounds.

KEYWORDS: growth, *Clarias jaensis*, optimization, production, organic fertilizers.

RESUME: L'effet de la densité de mise en charge sur les performances de croissance de *Clarias jaensis* en étang a été étudié dans la zone de Nkolinkondi II, Région du Centre-Cameroun dans le but de contribuer à l'amélioration de la production par l'optimisation des densités de mise en charge. Un total de 1000 juvéniles de poids moyen (20,39±4,87g) collectés en milieu naturel a été reparti en trois lots de densités : (D1); (D2); (D3). Le lot (D2) a été considéré comme témoin et les lots (D1) et (D3) ont été des lots tests. Les fertilisants organiques utilisés ont été les fientes de poules et les lisiers de porcs. Leur taux d'application a été de 20 kg/are puis 5kg/are 2fois/semaine. Les résultats suivants ont été obtenus : poids moyens finaux, gains de poids, gains moyens quotidiens et taux de croissance spécifiques de D2 ont été de (164,63±5,35g); (269,86±13,87g); (2,54±0,07g/j); (3,8±0,05%g/j), significativement différents ($P<0,05$) à celles de D1 de (143,05±4,62 g); (159,48±11,4g); (1,27±0,08g/j), (2,49±0,1%g/j) et D3 de (130,23±3,07g); (132,5±10,55g); (2,08±0,03g/j); (3,13±0,3%g/j) Quant aux taux de survie, ils ont été de (89,00±5,1 %); (95,02±5,0%); (92,3±5,3%) dans D1, D2, D3. Il en ressort que le lot (D2) a enregistré de meilleures performances de croissance et un taux de survie élevés des juvéniles de *Clarias jaensis* en étangs fertilisés.

MOTS-CLEFS: croissance, *Clarias jaensis*, optimisation, production, fertilisants organiques.

1 INTRODUCTION

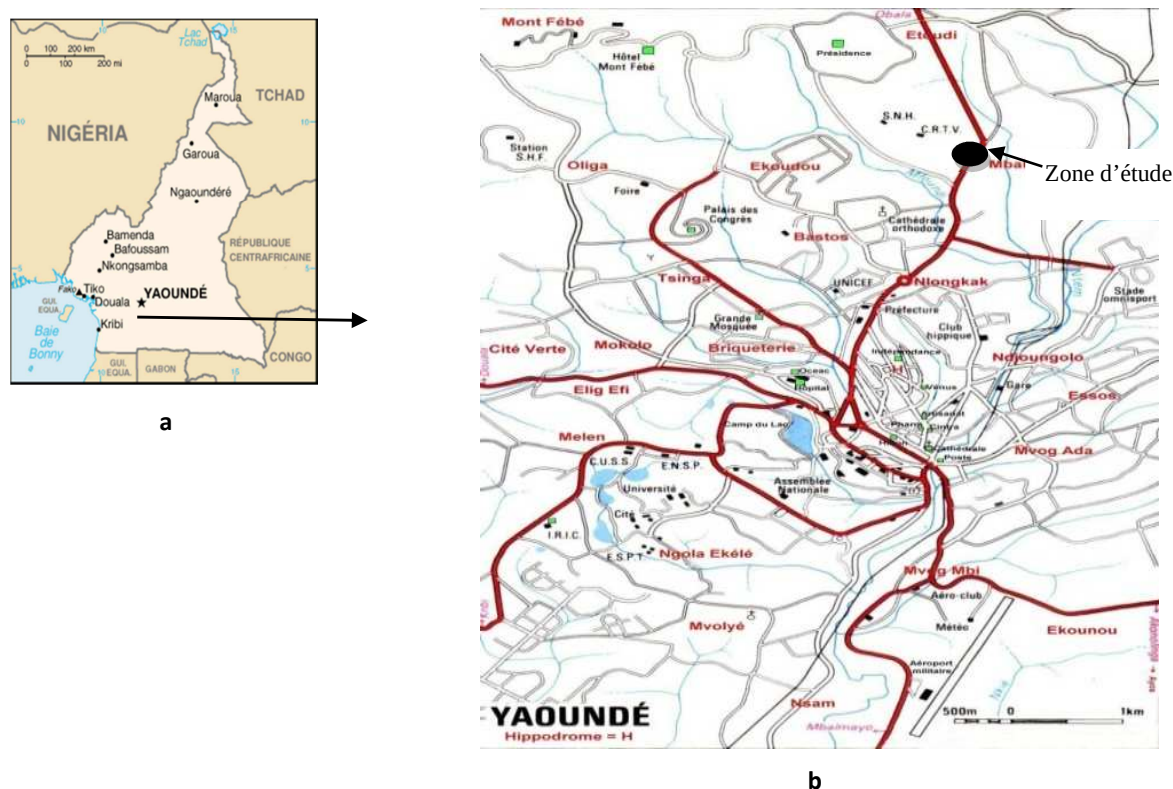
Dans la plupart des exploitations piscicoles, la faible production rencontrée est due à la difficulté des connaissances de taille de poisson à mettre en charge, des densités de mise en charge très élevées et d'autres faibles[5]. En élevage semi-intensif, le rendement et le problème de cannibalisme restreignent l'activité des producteurs du fait de la non maîtrise des densités de stockage qui pose un problème d'augmentation des coûts de production et de durée du cycle d'élevage. A l'état actuel des connaissances, il existe peu de fermiers piscicoles qui prennent en considération les densités de mise en charge dans les systèmes d'élevage. Ce qui pourrait justifier le problème de densité soulevé par les pisciculteurs en milieu rural. La densité est un facteur déterminant de la croissance et de la productivité en pisciculture [17], car selon le même auteur, aux faibles densités, l'agressivité et la territorialité des populations de poissons-chats conduisent à une augmentation des mortalités dues aux blessures et infections diverses, au gaspillage de l'aliment dû à la monopolisation des zones d'alimentation par les individus dominants et in fine à une diminution de la croissance et de la production. Quant aux fortes densités, elles rendent le cannibalisme plus fréquent du fait que la probabilité de rencontrer une proie est accrue [9] cités par [4]. Il est alors impérieux de connaître la densité optimale, condition de base pour une optimisation de la productivité de ces systèmes d'élevage. C'est ainsi que l'objectif de cette étude est de contribuer à l'amélioration de la productivité par l'optimisation des densités de mise en charge de *Clarias jaensis* en système semi-intensif. Et plus spécifiquement il s'agit de déterminer la densité idéale de mise en charge pour une optimisation des performances zootechniques du *Clarias jaensis* élevé en étangs fertilisés.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODES

2.1 ZONE D'ÉTUDE

L'étude a été effectuée entre Janvier et Juin 2014 dans le GIC dénommé « GICAPIN » zone de Nkolinkondi II, située dans la région du Centre, arrondissement de Yaoundé 5e, Département du Mfoundi, au Cameroun (N : 3° 52', 11°31'E), altitude moyenne : 750 m.

Le climat est équatorial de type Yaoundéen caractérisé par deux saisons sèches allant de décembre-mars et juin-août, et deux saisons de pluies de mars-juin et septembre-novembre. Les températures quant à elles varient entre 16° et 31°C. On enregistre une température moyenne de 23,5°C et 1650mm d'eau par an. L'hygrométrie moyenne est de 80% et varie entre 35 et 98% [12] (Figure 1).



g : Cameroun

b : Département du Mfoundi, arrondissement de Yaoundé V^e

Figure 1 : Localisation du site

2.2 CONDUITE DE L'ESSAI

2.2.1 DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Neuf (9) étangs de 50 m² de superficie ont été utilisés dans cet essai. Leur profondeur variait de 65 à 80 cm en amont et 90 à 120 cm en aval (zone de vidange). Ils étaient alimentés en dérivation par les eaux de la rivière Ntsoa et par la nappe phréatique des étangs. Le matériel animal était constitué de 1000 juvéniles de *Clarias jaensis* de poids moyen (20,39±4,87g) collectés en milieu naturel auprès des pêcheurs locaux de la plaine des Mbô. Ces alevins ont été mis en stabulation dans un étang pendant une semaine, avant d'être mis en charge dans les étangs d'essai. Trois lots de juvéniles de *Clarias jaensis* ont été répartis à densités comparables soit : 2/m²(D1) ; 1,5/m²(D2) ; 2,5/m²(D3). Le lot de juvéniles de 1,5/m²(D2) a été considéré comme témoin et les lots de 2/m²(D1) et 2,5/m²(D3) ont été des lots tests. Chaque traitement a été appliqué en triplicatas et de façon randomisée. Les étangs ont été fertilisés à l'aide des fientes de poules et des lisiers de porcs. Le taux d'application des fumures organiques a été de 20 kg/are, puis de 5kg/are 2fois/semaine et l'épandage se limitait en poids de fumier, soit 3-4%/j de la biomasse du poisson [16]. Les pêches de contrôle ont eu lieu tous les 21 jours après la mise en charge. Sur un échantillon de 50 poissons par étang, la longueur totale (LT) de chaque poisson a été mesurée à l'aide d'un ichtyomètre de précision 1mm ; et le poids total (PT) et le poids moyen (PM) ont été obtenus grâce à une balance de précision 0,1g et de portée 2000g. Les longueurs totales et poids totaux initiaux ont été obtenus avant la mise en charge et les longueurs totales, poids totaux finaux en fin d'élevage. Les poissons étaient comptés avant la mise en charge, à chaque pêche de contrôle et à la fin de l'essai et séparément en fonction des lots. La durée d'élevage a été de 180 jours. Les paramètres physicochimiques de l'eau ont été prélevés à l'aide d'une trousse HACH contenant un thermomètre pour les mesures de la température, l'oxymètre pour l'oxygène et le PH-mètre pour les mesures du PH et la transparence à l'aide du Disque de Secchi.

2.3 PARAMÈTRES ÉTUDIÉS

2.3.1 PARAMETRES DE CROISSANCE ET DE SURVIE

- Gain moyen quotidien (GMQ) en g/j : $GMQ = \frac{Pmf - Pmi}{t}$
- Gain de poids moyen (GP en g) : $GP(g) = \frac{(Pmf - Pmi)}{t}$
Pmf et Pmi sont les poids moyens finaux et initiaux en g
- Poids moyen final (g) : $Pmf = \frac{Pt}{nf}$
Pt = poids total des poissons (g)
nf = nombre total des poissons à la récolte
- Taux de croissance spécifique (%g/j) : $TCS = 100 \times \frac{(\ln Pmf - \ln Pmi)}{\Delta t}$
 Δt = durée de l'expérience (jours)
- Relation poids-longueur [15] : $PT = a LT^b$ [10]
(Avec a = constante de la régression, b = coefficient d'allométrie, LT = longueur totale (cm) et PT = poids total (g)).
- Coefficient de condition K $K = 100 \times \frac{P}{L^3}$ [14]
(Avec P = poids du poisson (g) et L = longueur totale du poisson (cm))
- Taux de survie (%) $TS = 100 \left(\frac{Npf}{Npi} \right)$
(Avec Npi = nombre de poissons au début de l'expérience, Npf = nombre de poissons à la fin de l'expérience)

2.4 ANALYSES STATISTIQUES

Les données obtenues et les paramètres calculés ont été soumis à une analyse de la variance ANOVA I suivie du test multiple de Duncan pour déterminer les différences significatives entre les moyennes au seuil de significativité 0,05. Toutes ces analyses ont été effectuées au moyen du logiciel SPSS version 12.0. Les figures ont été obtenues grâce à Microsoft Office Excel 2010.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

3.1 RÉSULTATS

3.1.1 CARACTÉRISTIQUES PHYSICOCHIMIQUES DU MILIEU

Les caractéristiques physicochimiques de l'eau durant l'expérimentation résumées au tableau 1 montrent que les températures moyennes et le PH n'ont pas variées (26°C) dans tous les traitements. En dehors de l'oxygène dissous, tous les autres paramètres physicochimiques n'ont pas significativement varié entre les traitements ($p > 0,05$).

Tableau1 : Moyennes des paramètres de la qualité des eaux dans les lots

Paramètres	D1	D2	D3
Température (°C)	27,38±0,28 ^a	26,58±0,31 ^a	27,24±0,69 ^a
Oxygène dissous (mg/l)	3,97±0,36 ^a	3,76±0,69 ^a	4,31±0,31 ^b
PH	6,82±0,11 ^a	7,01±0,26 ^a	7,1±0,06 ^a

a et b : sur la même ligne, les valeurs affectées de la même lettre ne diffèrent pas significativement ($P > 0,05$).

3.1.2 PERFORMANCES DE CROISSANCE ET DE SURVIE DE *C. JAENSIS* À DIFFÉRENTES DENSITÉS

Les performances de croissance et de survie de *C. jaensis* à différentes densités de mise en charge pendant la période d'élevage résumées dans le tableau 2 montrent que la densité D2 concernant les poids moyens finaux, les gains de poids, les gains moyens quotidiens, les taux de croissance spécifiques a été supérieure comparativement aux densités D1, D3. Toutefois

l'analyse statistique montre qu'il existe une différence significative($P<0,05$) entre les trois traitements. Quant aux taux de survie, les résultats ne sont pas significativement différents dans les trois lots.

Tableau2 : Paramètres de croissance et de survie de *C.jaensis* à différentes densités de mise en charge dans les traitements

Paramètres	Traitements		
	D1	D2	D3
Pmi(g)	20,1±0,07 ^a	20,25±0,12 ^a	20,57±0,22 ^a
Pmf(g)	143,05±4,62 ^a	164,63±5,35 ^b	130,23±3,07 ^c
GP(g)	159,48±11,4 ^a	269,86±13,87 ^b	132,5±10,55 ^c
GMQ(g)	1,27±0,08 ^a	2,54±0,07 ^b	2,08±0,03 ^c
TCS(%g/j)	2,49±0,1 ^a	3,8±0,05 ^b	3,13±0,3 ^c
CV(%)	14,15±1,36 ^a	15,93±2,05 ^a	8,4±1,85 ^b
TS(%)	89,00±5,1 ^a	95,02±5,0 ^b	92,3±5,3 ^b

Pmf(g)=Poids moyen final;GP(g)= Gain de poids ; GMQ(g)=Gain moyen quotidien ;TCS(%g/j)= Taux de croissance spécifique ; CV(%)=Coefficient de variation de tailles ;K= facteur de condition ;TS(%)=Taux de survie ;T₀=Lot de *Clarias jaensis* ayant reçu aucun traitement (témoin) ; D1= Densité de 2 juvéniles de C.j/m² ; D2= Densité de 1,5 juvéniles de C.j/m² ;D3= Densité de 2,5juvéniles de C.j/m² ;

a ,b, c : pour chaque ligne, les valeurs affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes ($P<0,05$)

3.1.3 EFFET DE LA DENSITE DE MISE EN CHARGE SUR LE GAIN DE POIDS

La figure 2 présente l'évolution mensuelle du gain de poids en fonction du type de fertilisant. Elle montre que le gain de poids a varié entre les traitements durant tous les 180jours. Le meilleur gain de poids a été observé chez les juvéniles de *C.jaensis* soumis à (D2), puis (D1) et (D3).Les poids finaux les plus élevés ont été enregistrés avec la densité la plus faible(D2).

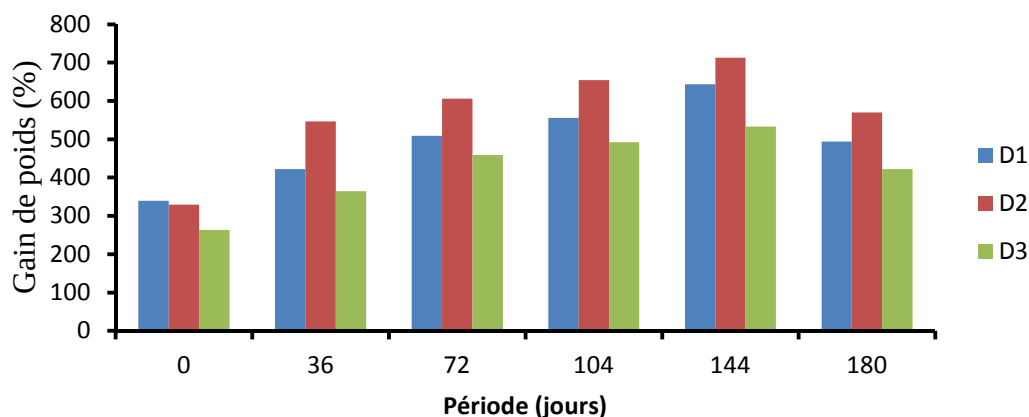


Figure2 : Evolution mensuelle du gain de poids sur la densité de mise en charge en fonction du type de fertilisant

3.1.4 EFFET DE LA DENSITE DE MISE EN CHARGE SUR LE GAIN MOYEN QUOTIDIEN

L'évolution du gain moyen quotidien à différentes périodes en fonction de la densité est présentée par la figure 3.

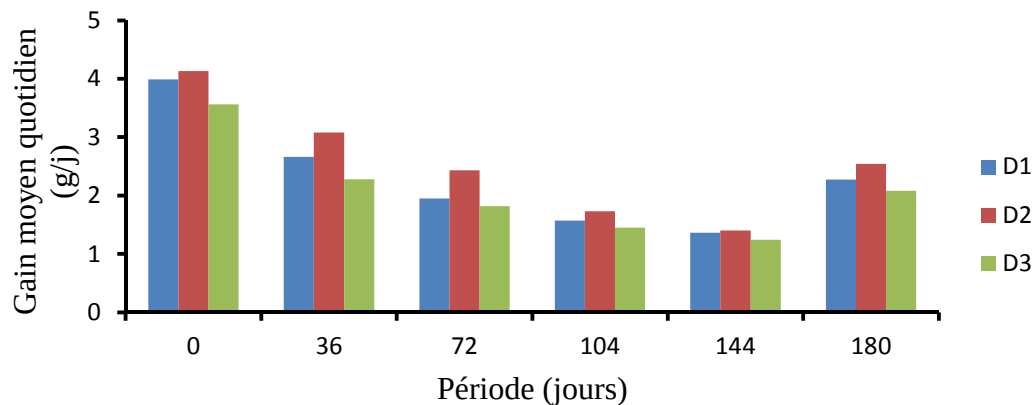


Figure 3 : Evolution mensuelle du gain moyen quotidien sur la densité de mise en charge en fonction du type de fertilisant

Il ressort de cette figure 3 que la croissance chez *C.jaensis* a variée en fonction des différents traitements et du temps. Ainsi, lors de la première moitié de la période d'élevage, on a observé une meilleure croissance avec D2 par rapport à D1 et D3 mais toutes ces densités suivent une allure décroissante. Les résultats restent croissants avec les densités D1, D2, D3 en fin d'élevage. Toutefois le meilleur gain moyen quotidien a été enregistré pour D2.

3.1.5 EFFET DE LA DENSITÉ DE MISE EN CHARGE SUR LE TAUX DE CROISSANCE SPÉCIFIQUE

La figure 4 présente les variations du taux de croissance spécifique à différentes densités de mise en charge et en fonction de la période d'élevage des juvéniles de *C.jaensis*

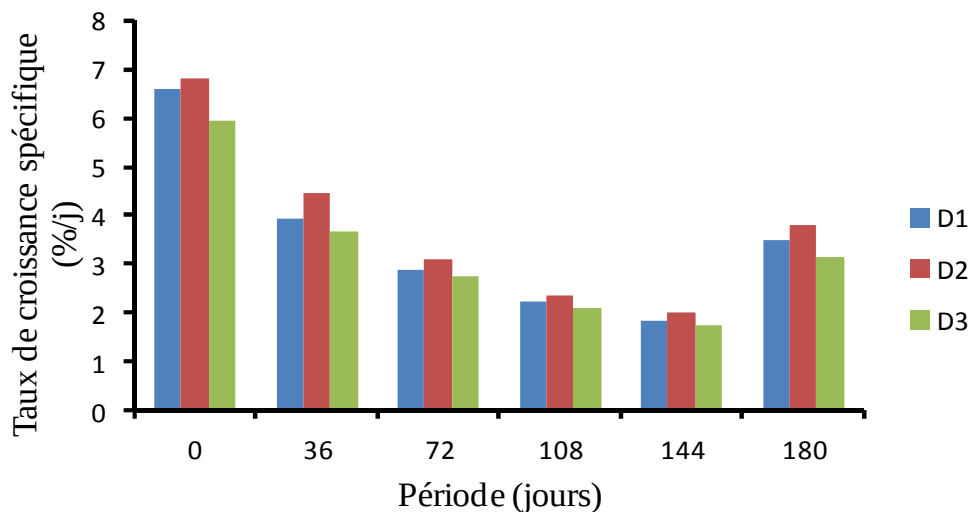


Figure 4 : Evolution mensuelle du Taux de croissance spécifique sur la densité de mise en charge en fonction du type de fertilisant

Le taux de croissance spécifique a été croissant durant les 3 premières semaines de la période d'essai. A partir du 36^{ème} au 144^{ème} jour, il a été décroissant. Au bout de 180 jours d'essai, il ressort que la densité D2 est celui qui permet de réaliser le meilleur taux de croissance spécifique par rapport D1 et D3. On pourra ainsi dire que le taux de croissance spécifique a diminué avec l'augmentation de la densité.

3.1.6 EFFET DE LA DENSITE SUR LA RELATION POIDS TOTAL-LONGUEUR TOTALE EN FONCTION DE D1, D2, D3

Les figures 5, 6,7 illustrent l'évolution de la relation poids total-longueur totale en fonction de D1, D2, D3. Ces figures montrent qu'une corrélation positive a été trouvée entre le poids moyen et la longueur totale moyenne des juvéniles pour les trois traitements. Le coefficient de corrélation a été comparable pour les trois densités D1, D2, D3 avec des coefficients de détermination $r^2=0,926$; $r^2=0,928$; $r^2=0,918$ respectivement pour D1, D2, D3 traduisant une régression significative ($P<0,05$). Dans le tableau 3, les valeurs de b sont respectivement égales à 2,365 ; 2,390 ; 2,452 et < 3 pour D1, D2, D3 montrant que le développement du corps est moins rapide que celui de la taille. Le coefficient de condition $K>1$ a montré que *C.jaensis* se trouvait en état d'embonpoint dans tous les traitements.

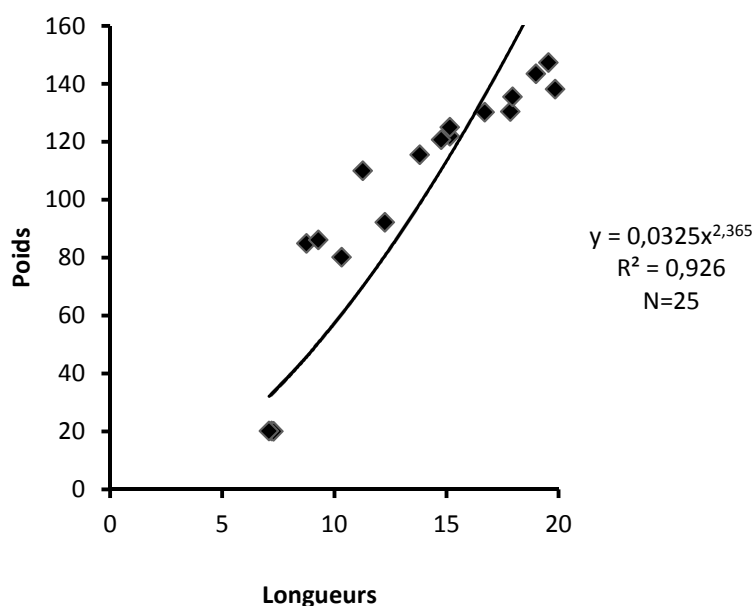


Figure 5 : Relation poids total-longueur totale en fonction de la densité de mise en charge (D1)

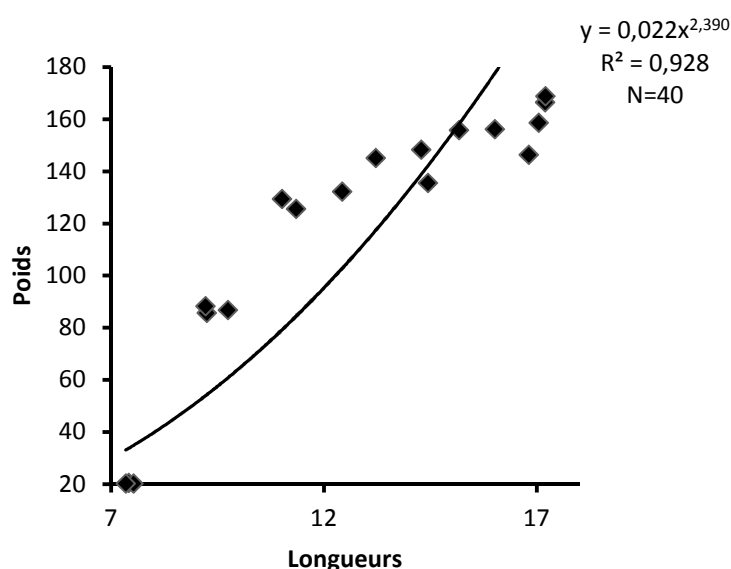


Figure 6: Relation poids total-longueur totale en fonction de la densité de mise en charge(D2)

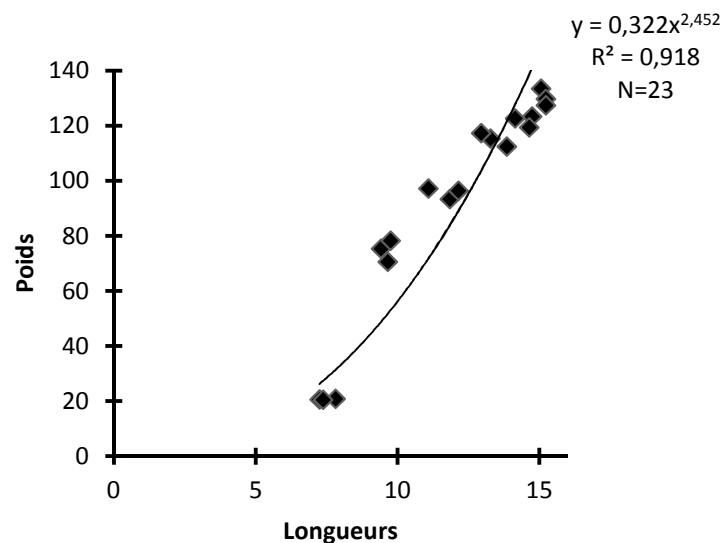


Figure 7 : Relation poids total-longueur totale en fonction de la densité de mise en charge(D3)

Tableau 3 : Paramètres de la relation Poids total-Longueur totale et Facteur de condition chez *Clarias jaensis* dans les traitements

Traitements	N	R ²	a	b	Type de croissance	K
D1	25	0,926	0,0325	2,365	Allométrique négative	4,75±3,21 ^a
D2	40	0,928	0,0221	2,390	Allométrique négative	6,24±3,11 ^b
D3	23	0,918	0,0308	2,452	Allométrique négative	5,45±1,93 ^b

N=Nombre de poissons ; R²=Coefficient de détermination ;a,b=Paramètres estimatifs de la relation Poids-Longueur ; K=Facteur de condition ;a,b affectés de la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différents(p >0,05)

3.2 DISCUSSIONS

Les valeurs de la température et celles du PH ont été comprises entre 26,58±0,31 à 27,38±0,28°C et 6,82±0,11 à 7,1±0,06. Ces valeurs sont comprises dans la gamme des valeurs préconisées par [2] et par [11] qui ont été de 16 à 35°C et de 6,5 à 8,5. Concernant l'oxygène dissout, les valeurs ont été de 3,76±0,36 à 4,31±0,31mg/l, similaires à celles préconisées par [11] en 2006.

Les Performances de croissance et de survie de *C.jaensis* à différentes densités de mise en charge illustrées dans le tableau 1 montrent que les poids moyens finaux, les gains de poids, gains moyens quotidiens, et les taux de croissance spécifiques de D2 ont été significativement différents(P<0,05) comparativement aux densités D1 et D3. Ces résultats suggèrent qu'aux faibles densités, tous les poissons exploitent la ressource alimentaire disponible du milieu d'élevage contrairement lorsqu'ils sont stockés aux densités élevées. Des résultats similaires ont été enregistrés dans une étude sur l'effet de la densité de stockage sur la population des juvéniles de *C.batrachus* par [18]. Ainsi, une bonne croissance s'observe avec les juvéniles de *C.jaensis* lorsqu'ils sont mis en charge à D2 (1,5 juvéniles /m²) et des densités élevées entraînent un taux de croissance faible. Ces travaux corroborent avec ceux de [1] sur l'influence de la densité de mise en charge sur la croissance des juvéniles de *Heterobranchius longifilis* en étangs fertilisés avec les fientes de volaille où la plus faible densité a été appréciable. Le taux de survie élevé enregistré avec toutes les densités de l'essai pourrait être attribué aux paramètres physicochimiques de l'eau favorables pour une bonne croissance. Mais ce taux a été très élevé avec D2 (1,5juvéniles/m²) traité avec les fientes de poules. D'une façon générale, le système d'élevage proposé s'est avéré très efficace en système semi-intensif pour l'amélioration des performances de croissance des juvéniles de *C.jaensis* quelque soit la densité de mise en charge respectivement de (2 ;1,5 ;2,5juvéniles par m²). Par contre, comparé à d'autres systèmes[7] où ces auteurs ont obtenu une survie de 92 % en étangs fertilisés avec les juvéniles de *C.jaensis* prélevés en milieu naturel. La relation Poids total-longueur totale du Tableau 3 a montré que les valeurs de b sont respectivement égales à 2,365 ; 2,390 ; 2,452 pour D1,

D2, D3 illustrant que le développement du corps est moins rapide que celui de la taille. Ces valeurs sont similaires à celles obtenues par [13] respectivement de 2,42 ; 2,38 ; 2,78 traduisant une croissance allométrique dans l'ensemble des traitements. En plus le coefficient de condition K a été >1 et les valeurs ont été respectivement de $(4,75 \pm 3,21)$; $(6,24 \pm 3,11)$; $(5,45 \pm 1,93)$ pour D1, D2, D3 mettant en exergue l'état d'embonpoint de *Clarias jaensis* et sa capacité reproductive, mais contraires avec celles rapportées par [3] en milieu naturel dans le Delta de l'Ouémé au Bénin.

4 CONCLUSION

Cette étude a montré que la densité de stockage en système d'élevage des juvéniles de *C. jaensis* en étangs fertilisés avec les fientes de poules et lisiers de porcs est un facteur important de production piscicole surtout dans un élevage commercial [1]. Elle varie selon les espèces [6]. Selon [8], une densité de stockage incorrecte génère des compétitions intraspecifics qui résultent d'une ségrégation de l'augmentation de taille et de cannibalisme. Les meilleures performances de croissance ont été enregistrées avec la plus faible densité D2 avec le lot traité aux fientes de poules. La densité qui permet d'obtenir un bon taux de survie et de croissance des juvéniles est la D2 respectivement de 1,5 juvéniles/m². Ce système offre un réel essor en milieu rural et pour la préservation de la biodiversité dans la perspective de domestication de *C. jaensis*.

REMERCIEMENTS

Nous remercions tous les membres du Groupe d'Initiative Commune des Agriculteurs et Pisciculteurs de Nkolinkondi II (GICAPIN) pour leur assistance tant matérielle que technique

REFERENCES

- [1] Agadjihouèdé H. 2015. Effet de la densité initiale de mise en charge sur la survie et la croissance des larves d'*Heterobranchius longifilis* élevées en bassins fertilisés. Journal of Applied Sciences 84 :7644-7653
- [2] Bachasson B., 1997. Mise en valeur des étangs 2nd éd. Paris. Editions Tec et Doc Lavoisier, 176 p
- [3] Chikou A., Laleye P.A, Raemakers V., Vandewalle P. 2008. Etude de l'âge et de la croissance chez *Clarias gariepinus* dans le delta de l'Ouémé au Bénin. J. Biol. Chem. Sci. 2(2) :157-167
- [4] Dabbadie L., 2008. L'optimisation de la densité d'empoissonnement d'un étang de pisciculture, *Pratique de l'aquaculture / encyclopédie / www.Aquatrop.Fr*
- [5] Dabbadie L., 1996. Etude de la viabilité d'une pisciculture rurale à faible niveau d'intrants dans le Centre Ouest de la Côte-d'Ivoire : Approche du réseau trophique. Thèse de doctorat de l'université de Paris 6. 214 pp
- [6] Danaher J., Tidwell J.H., Dasgerpta S. 2007. Effects of two densities of Caged Monosex Nile Tilapia *Oreochromis niloticus*, on water quality, phytoplankton population and production. Journal of world Aquaculture Society 38(4) :367-382
- [7] Eyo V.O, Ekanem A.P., 2013. Comparative study of growth performance, food utilization and survival hatchery bred and wild collected fingerlings of African catfish *Clarias gariepinus*. International journal of Biology 5(5):39-42
- [8] Hecht T, Piennar AG, 1993. A review of cannibalism and its implications in fish larviculture. Journal of world Aquaculture Society 24 :246-261
- [9] Hecht, T., Appelbaum, S., 1998. Observations on intraspecific aggression and coeval sibling cannibalism by larvae and juvenile *Clarias gariepinus* under controlled conditions. Journal of zoological Society of London 214, 21-44
- [10] Le Cren E. D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in perch (*Perca fluviatilis*). Journal of Animal Ecology, 20(2): 201-219.
- [11] Melard C. 2006. Bases biologiques de l'aquaculture: notes de cours à l'intention des étudiants du DES en Aquaculture, ULG-FUNDP, Belgique, 302 p.
- [12] MINAGRI. 1999. Monographie de l'arrondissement de Yaoundé 5^e : cas du village Nkolinkondi II. Rapport de stage monographique. 85 p
- [13] Qin J., Culver D.A., Yu N., 2010. Effects of organic fertilizer on heterotrophs and autotrophs implications for water quality management. Aquaculture Research 26 : 911-920
- [14] Ricker W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of Fisheries Research Board of Canada*, 191: 1-382.
- [15] Rukera T.S., 2004. Production des juvéniles de *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) à diverses densités de mise en charge. Mémoire de DES. Université de Liège. FUNDP de Namur. 62 pp.
- [16] Satia B.P.N., 1980. Principes élémentaires de pisciculture. 3, 144 p.

- [17] Sahoo S.K, S.S. Giri and A.K Sahu, 2004 effect of stocking density on growth and survival of *Clarias batrachus* (Linn.). Larvae and fry during hatchery rearing. J. Appl. Anim. Res., 25 (1): 49-51
- [18] Toko, I. I., 2007. Amélioration de la production halieutique des trous traditionnels à poisson (whedos) du delta Ouémé (Sud Bénin) par la promotion de l'élevage des poissons chat *Clarias gariepinus* et *Heterobranchus longifilis*. Thèse de doctorat, FUNDP, Presses Universitaires de Namur : 193 p.

LE BASCULEMENT GEOPOLITIQUE DES PROVINCES FRONTALIERES EN REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO : OPPORTUNITE OU MENACE

OTSHUDI SHOTSHA Augustin

Assistant à l'Université de Lubumbashi, Iraq

Copyright © 2016 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 Congolese geopolitics outline put some provinces or autonomes territories decentralized in the situations of remaining either in the central leadership or between the center and outskirts or push them over customs which separate them from neighbours states. Then we are under obligation to talk about « the geopolitic rocking ». Indeed, by geopolitics rocking of customs provinces, we must be clarified that it's the outing spatial dynamic optimisation to neighbors, knowing as opening doors to world. That game of rocking concern then, the provinces such as Nord- Ubang (North-Ubangi) and also of Bas-Uélé (south-Uele) turning to Center Africa Republic ; Haut-Uélé to south Sudan ; Ituri to Uganda republic, North and South Kivu to Uganda, Rwanda and Burundi ; Tanganyika to Tanzania Republic (via the bitches of Dar-Salam and Mombasa) ; the Haut-Katanga Province to the republic of Zambia (South Africa bitches) ; the Lualaba province to Angola republic (via Lobito bitch) ; the occidental Kasai province toward Angola (via Luanda bitch) ; the Kwango province and central Congo province toward Angola ; the equator and Maindombe province toward the republic of Congo (via Point-Noire). This seeing has dialectically lead us to ask the following question: how and what are opportunities or threat will cause the customs provinces geopolitics turning?

To sum up, this geopolitics reconfiguration of central provinces especially those which turn to the borders that could open the way and the multidimensionals opportunities (economical-socials, trading, diplomatic and strategies, and so on) for the development and the emergence not only of provinces and local populations but also of the whole country that will allow it to become a regional power, if the DR Congo as the feeling and the way to get it. In that way, from that game of turning of borders provinces, those customs could and will be under obligation to be the lines that will allow to product, to sell, to create the wealth and also to insure the national, regional and international allotment. Generally, the opportunity of those provinces geopolitic reconfiguration turning and particularity borders provinces is justified in the way that the interest of that regional politics favourable in the socio-economical (the increase and the job) in following the objectives below : to raise up investors in ameliorating the assessability, in offering the services of quality and in preserving ; encouraging the innovation, the management spirit a knowledge economy in developing the information and communication technology ; in creating qualified job for youth in powering the adapting capacity of workers and also in adding the investments in human capital.

To end up, the borders provinces turning geopolitic will allow the intensification of international trade of goods and services to promote the development of provinces and local populations. Nowadays, the provincial authorities don't have diplomatical competence to deal directly with the authorities of neighbours states. That new geopolitic issue is then an opportunity for the country where the provincial diplomacy of proximity will take place or a delegation of some diplomatic competences of the state to these provinces if we need in one way to responsabilised and strengthen the action of provinces and otherways promote socio-economical development of populations in beginning by the customs provinces.

Meanwhile, in those borders geopolitics provinces rocking will emerge and spring a great dependance of outskirts populations of DR Congo of neighbors states than the capital city « Kinshasa ». In these conditions, this geopolitics rocking game of borders provinces will meddle or long-dated be a threat to the peace and the Congolese unity in the way that the geopolitic map of DRC may change at any time and territories may be loosed or attached or balkanized at any time because the logical of intergouvernability of congolese national territory by the political leaders don't offer probably any possibility of power.

The annexion or balkanisation would be in the future, if nothing is done by the government of central government. That dependance, would put the country in the boring situation where in deed, the borders populations would alone or by the impulsion of neighbors states proclame everyone on his time the independance and their on autonomy and that make a summary of what we call « balkanisation threat » and furthermore, the annexion of some living borders spaces by these states (Rwanda, Burundi, Uganda, Angola...) neighbors who would feed the geopolitical ambitions of attaching or absorbing

some of congolese borders provinces, if nothing is done, and if the DRC doesn't pay attention. The Rwandese expansionist dream of about twenty years. The annexion of Crimee province by the republic of Russia would proof the following hypotheses.

KEYWORDS: geopolitic rocking, DR Congo.

RESUME: La reconfiguration géopolitique congolaise met certaines provinces ou entités territoriales décentralisées en situation soit de demeurer au centre ou entre le centre et les périphéries, soit de basculer vers les frontières nous séparant d'avec les Etats voisins. D'où le « basculement géopolitique des provinces frontalières ». De ce fait, par basculement géopolitique des provinces frontalières il faut être éclairé que c'est l'optimisation de la dynamique spatiale d'extraversion vers les Etats voisins, appréhendés comme portes d'ouverture au monde. Ce jeu de basculement concerne ainsi, des provinces telles que le Nord-Ubangi, le Sud-Ubangi et le bas-Uélé tournées vers la Centrafrique ; le Haut-Uélé vers le sud-Soudan ; l'Ituri vers l'Ouganda ; le Nord-Kivu et le Sud-Kivu vers l'Ouganda, le Rwanda et le Burundi ; le Tanganyika vers la Tanzanie (Port de Dar-es-Salam et le Mombasa) ; le Haut-Katanga vers la Zambie (les ports sud-africains) ; le Lualaba vers l'Angola (port de Lobito) ; le Kasai-Occidental vers l'Angola (port de Luanda) ; le Kwango et le Kongo central vers l'ANGOLA ; l'Equateur et le Mai-Nombe vers la République du Congo (par le port de Pointe-Noire). Ce constat nous a dialectiquement conduit à poser la question de savoir : comment et quelles sont les opportunités ou menaces générerait ce basculement géopolitique des provinces frontalières ?

En définitive cette reconfiguration géopolitique des provinces centrales et surtout celles basculant vers les frontières pourrait ouvrir une voix et une porte d'opportunités multidimensionnelles (socio-économiques, commerciales, diplomatiques et géostratégiques, etc.) pour le développement et l'émergence non seulement des provinces et des populations locales mais aussi du pays tout entier lui permettant d'être une puissance régionale, si la RD Congo en a les ambitions. Dans une telle perspective, de ce jeu du basculement des provinces frontalières, ces frontières pourraient et seraient obligées d'être des lignes permettant de produire, de vendre, de créer des richesses et surtout d'en assurer la distribution à l'échelle nationale, régionale et internationale. Notons également que l'opportunité de cette reconfiguration géopolitique des provinces en général et en particulier les provinces frontalières est justifiée par le fait que l'intérêt de cette politique régionale est de favoriser du point de vue socio-économique la croissance et l'emploi en poursuivant les objectifs suivants : susciter l'intérêt des investisseurs en améliorant l'accessibilité, en fournissant des services de qualité et en préservant ; encourager l'innovation, l'esprit d'entreprise, et l'économie de la connaissance en développant les technologies de l'information et de la communication ; créer des emplois plus nombreux et plus qualifiés en réinsérant davantage de personnes sur le marché de l'emploi, en renforçant la capacité d'adaptation des travailleurs et en augmentant les investissements dans le capital humain. En outre, ce basculement géopolitique des provinces frontalières permettrait l'intensification du commerce international des biens et services pour promouvoir le développement des provinces et des populations locales. À ce jour, les autorités provinciales ne disposent pas des compétences diplomatiques pour traiter directement avec les autorités des Etats voisins ou étrangers. Cette nouvelle donne géopolitique est ainsi une opportunité pour le pays où une diplomatie provinciale rapprochée devra voir le jour ou à défaut une délégation de certaines compétences diplomatiques de l'Etat à ces provinces si l'on veut souhaiter d'une part responsabiliser et rendre efficace l'action des provinces et d'autre part promouvoir le développement socio-économique des populations en commençant par celles des provinces frontalières.

Cependant, de ce basculement géopolitique des provinces frontalières émergerait et jaillirait une forte dépendance des populations périphériques de la RD Congo des Etats voisins que de la capitale « Kinshasa ». Dans ces conditions, ce jeu du basculement géopolitique des provinces frontalières pourrait à moyen ou à long terme être une menace pour la paix et l'unité congolaise du fait que la carte géopolitique du Congo peut bouger à tout moment et des territoires peuvent être perdus, annexés et rattachés, balkanisés à chaque instant parce que la logique d'ingouvernabilité du territoire national congolais par les dirigeants politiques n'offre probablement aucune chance et possibilité de puissance. L'annexion, la balkanisation,.... seraient du domaine du possible, si rien n'est entrepris par le gouvernement central congolais.

Cette dépendance pourrait plonger le pays dans une situation chaotique où à cet effet ces populations frontalières pourront soit par elles-mêmes, soit avec l'impulsion des Etats voisins proclamer chacun à son tour l'indépendance et leur propre autonomie et cela fait la synthèse de ce que nous avons appelé « menace de balkanisation » et, ensuite d'annexion de certains espaces frontaliers vitaux par ces Etats (Rwanda, Burundi, Ouganda, Angola ...) voisins qui pourraient (re)nourrir les ambitions géopolitiques d'annexer et d'absorber certaines de nos provinces frontalières, si rien n'est entrepris, et si la RDC n'y prend pas garde. Le rêve expansionniste rwandais d'il ya une vingtaine d'années et l'annexion de la Crimée par la Russie confirmeraient l'hypothèse avancée ici.

MOTS-CLEFS: basculement géopolitique, RD Congo.

1 INTRODUCTION

L'histoire de la République Démocratique du Congo renseigne que depuis la colonisation, passant par l'esclavage et la traite négrière, la configuration géopolitique du pays était dominée par les empires, les royaumes lesquels entretenaient des relations soit des rivalités autour des enjeux territoriaux, soit des relations de coopérations économiques aminiatures et dont la pratique diplomatique était l'œuvre des agents diplomatiques recrutés parmi les sages dans l'entourage des rois ou des chefs locaux.¹



L'absence du qualificatif ou du nominatif Etat n'a pas permis l'appellation des zones ou régions et provinces au sens juridique et administratif actuel.

¹Nguway Kpalaingu K. *Une introduction aux relations internationales Africaines*, Paris, l'Harmattan, 2007 P. 36.

En effet, la lutte contre la colonisation belge ayant été terminée, la R.D. Congo accéda à son indépendance lui permettant non seulement de participer aux grandes décisions mondiales mais également de s'autogérer et s'auto gouverner en vue de promouvoir son organisation politique, économique, sociale et juridico-administrative du pays. Dès lors, elle s'est vu géopolitiquement naître sur son sol depuis la première République des régions baptisées aujourd'hui « des provinces ». Ainsi, l'on est passé de 11 provinces à 26 jadis contesté mais consacrée dans la constitution de 2006 et mis en vigueur aujourd'hui.

Il importe de souligner que la R.D.Congo occupe géopolitiquement une place stratégique au cœur du continent africain : grande superficie (2.345.000km²), neuf pays voisins, soit 9.165km² de frontières. Le pays partage en effet ses frontières avec l'Angola et la République du Congo à l'ouest, la République centrafricaine et le Soudan au Nord, l'Ouganda, le Burundi, le Rwanda et la Tanzanie à l'est, la Zambie et l'Angola encore au Sud. Une position incontestablement enviable, si l'on considère qu'en droit international, la proximité confère une qualité susceptible de générer aux relations entre les Etats intéressés.²

En effet, il y a lieu de souligner que dans le "but de consolider l'unité nationale mise à mal par des guerres successives mais aussi de créer des centres d'impulsion et de développement à la base, le constituant a structuré administrativement à nos jours l'Etat congolais en 25 provinces plus la ville de Kinshasa, dotées de la personnalité juridique et exerçant des compétences de proximité énumérées dans la présente constitution.

A cet effet, la reconfiguration géopolitique combinée de deux pôles spatiaux, d'une part l'espace de la démocratie locale et d'autre part l'espace du développement local, donne cœur à la capacité collective des congolais à se gouverner eux-mêmes à partir de la base, entant qu'êtres pensants, libres et responsables de leurs actes, guidés par la raison et au service de l'intérêt général.³

Il est à noter que cette délimitation géopolitique des provinces permet à certaines provinces ou entités territoriales décentralisées soit de demeurer au centre ou entre le cœur et les périphéries, soit de basculer vers les frontières nous séparant d'avec les Etats voisins. D'où le « basculement géopolitique des provinces frontalières » à notre avis. De ce fait, par basculement géopolitique des provinces frontalières il faut être éclairé que c'est l'optimisation de la dynamique spatiale d'extraversion vers les Etats voisins, appréhendés comme portes d'ouverture au monde. Dixicit Mwayila Tshiyembe.⁴

Comme dans le passé, l'espace occupe une place importante parmi les facteurs des relations internationales à côté des paramètres militaires, économique-financiers, démographiques et technologiques car, comme l'indique sa conceptualisation la géopolitique établit les corrélations entre l'espace (Géo) et la politique.⁵ Ainsi, les frontières sont devenues à notre avis hier comme aujourd'hui non seulement les lignes spatiales séparant les Etats au sens de les différencier mais aussi espaces des rapports des forces et de détermination de la puissance d'un Etat.

En effet, bien que ce phénomène ne soit pas nouveau, il risque d'être porté au Zénith, soit pour répondre au besoin ardent de développement local et donc d'accès aux marchés extérieurs, soit pour désenclaver les provinces anciennes ou nouvelles en quête d'opportunités pour rentabiliser la nouvelle dynamique spatiale. La dynamique de la recomposition géopolitique de provinces qui sont soit au cœur de terre pour reprendre l'expression Mackinderienne, (Heart land) soit au tour selon SPYKMAN (sur le rim land), c'est-à-dire les provinces qui sont aux frontières tenant la souveraineté républicaine, peuvent non seulement favoriser le libéralisme économique, le bien-être social de peuple congolais et le développement durable du pays-continent mais aussi et surtout permettre à l'intelligence gouvernementale de l'Etat à multiplier les stratégies, mécanismes et disposer les moyens fondé sur la volonté politique afin de contrôler, d'assurer la sécurité et la défense dans ses frontières avec ses Etats voisins.

En revanche, signalons que le contraire de cette vision géopolitique, sinon géostratégique découlant de cette analyse et cogitation fera que le basculement géopolitique des provinces frontalières soit constitué non pas comme opportunités mais au contraire comme une menace pour la République démocratique du Congo. Cette nouvelle architecture géopolitique des provinces en RDC nous introduit ainsi dans une dialectique de penser non seulement les opportunités diversifiées qui

²Kamerhe V, *Les fondements de la politique transatlantique de la République Démocratique du Congo. La République Démocratique du Congo, Terre d'espoir pour l'humanité*, éd. Larcier, 2011, P. 45

³Mwayila Tshiyembe. *Régionalisme et problème d'intégration économique*. Paris, Ed. l'harmattan, 2012, P.178.

⁴Ibidem, p.191.

⁵Mbayo NgoieJ., *La géopolitique à l'ère de la mondialisation et du printemps Arabe*, Lubumbashi, Ed. CRESA, 2012, P.1.

découleraient d'une telle reconfiguration géopolitique mais également les menaces qui pourraient d'une telle nouvelle donne géopolitique résulter ou surgir dans un future proche ou lointain en R.D. Congo.

Ainsi, pour y parvenir, la logique scientifique a conduit à la problématique selon laquelle : comment et quelles sont les opportunités ou menaces générerait ce basculement géopolitique des provinces frontalières ?

À ce sujet, pour répondre à la question sus mentionnée, soulignons que la reconfiguration géopolitique des provinces pourrait être probablement une opportunité pour l'accélération du développement et de l'émergence globale de toutes les provinces, parce que de cette métamorphose géopolitique congolaise naitrait du jour au lendemain, une compétitivité au développement en vue de l'émergence du pays et la lutte contre le chômage dans et entre les provinces. Les provinces frontalières pourraient ainsi être comprises comme des lieux géo économiquement stratégique afin de permettre et de promouvoir les échanges des biens et services pour favoriser le développement socio-économique congolais.

Faute d'orthodoxie gouvernementale dans la gestion de la République, c'est-à-dire l'espace naturel congolais et tout ce qu'il regorge à son sein et si rien n'est entrepris par le politique congolais dans une intelligibilité stratégico-politique, la RDC sera (re) plongée dans un future proche ou lointain dans un choc chaotique qui aura des conséquences malheureuses dans la vie de populations locales vivant soit dans des provinces se trouvant au cœur du pays soit celles vivant dans les provinces périphériques : « provinces frontalières ».

Notre réflexion sera articulée autour de cinq points qui complèteront l'enchaînement logique de notre problématique. Ainsi, le premier point sera centré sur le cadre théorique et explicatif de cette approche, le deuxième ensuite analysera les atouts et vulnérabilités économiques, politiques, sociaux et culturels des provinces frontalières de la RDC, le troisième point nous ramènera à une étude des échanges des biens et services transprovinciaux comme défi pour l'Etat congolais et les provinces, le quatrième point réfléchira non seulement sur les opportunités, mais aussi sur les menaces qu'appel ce basculement géopolitique des provinces frontalières, le cinquième sera consacré sur les perspectives et contributions pour contrer les menaces, et enfin, une conclusion bouclera ce travail.

2 CADRE THEORIQUE ET EXPLICATION DES CONCEPTS

Dans cette partie il est question de graviter nos analyses autour des concepts opératoires dont : Le basculement géopolitique des provinces frontalières congolaises, espace naturel : théorie géopolitique, de l'économie politique internationale.

2.1 LE BASCULEMENT GEOPOLITIQUE DES PROVINCES FRONTALIERES CONGOLAISES

Il est inévitable de noter que cette délimitation géopolitique des provinces permet cartographiquement à certaines provinces ou entités territoriales soit de demeurer au centre ou non, soit de basculer vers les frontières nous séparant d'avec les Etats voisins. D'où le qualificatif « de basculement géopolitique des provinces frontalières ». De ce fait, par basculement géopolitique des provinces frontalières il faut être éclairé que c'est l'optimisation de la dynamique spatiale d'extraversion vers les Etats voisins, appréhendés comme portes d'ouverture au monde.

Ce basculement concerne les provinces telles que le Nord-Ubangi, le Sud-Ubangi et le bas-Uélé tournées vers la Centrafrique ; le Haut-Uélé vers le sud-Soudan ; l'Ituri vers l'Ouganda ; le Nord-Kivu et le Sud-Kivu vers l'Ouganda, le Rwanda et le Burundi ; le Tanganyika vers la Tanzanie (Port de Dar-es-Salam et le Mombasa) ; le Haut-Katanga vers la Zambie (les ports sud-africains) ; le Lualaba vers l'Angola (port de Lobito) ; le Kasaï-Occidental vers l'Angola (port de Luanda) ; le Kwango et le Kongo central vers l'ANGOLA ; l'Equateur et le Mai-Ndombe vers la République du Congo (par le port de Pointe-Noire). Par sa définition, ce basculement géopolitique appelle une certaine dépendance.

2.2 ESPACE NATUREL : THÉORIE GÉOPOLITIQUE

Pour Banyaku Luape Epotu, les théories géopolitiques sont essentiellement axées sur les analyses et les modèles de conceptualisation de l'espace politique mise en exergue depuis plus d'un siècle⁶.

L'espace vital ou naturel est « une théorie géopolitique nationaliste d'après laquelle tout territoire nécessaire à l'expansion démographique et aux besoins économiques d'un Etat doit lui être rattaché », c'est un espace dont on a besoin pour la survie et dont on ne veut pas se sentir gêné par les autres ; Ratzel l'appelle « espace nourricier ».⁷ Elle est ainsi le fruit des ambitions géopolitiques des Etats : c'est la pensée Darwinienne pure et simple.

2.3 DE L'ÉCONOMIE POLITIQUE INTERNATIONALE

L'Économie politique internationale (EPI) étudie « l'interaction réciproque et dynamique dans les relations internationales entre l'accumulation de la richesse et la poursuite de la puissance ».⁸

Susan Strange (1988 : 18) définit l'objet de l'EPI comme « les arrangements sociaux, politiques et économiques relatifs aux systèmes globaux de production, d'échange et de distribution, ainsi que le mélange de valeurs qu'ils incarnent » ; Robert Cox (1981 : 141) part quant à lui du point de départ que l'EPI doit appréhender le monde « comme une configuration de forces sociales en interactions, dans laquelle les États jouent un rôle intermédiaire, quoique autonome, entre la structure globale des forces sociales et les configurations locales des forces sociales au sein de pays particuliers ». Ces approches se situent dans les interstices des catégories fondatrices de l'EPI, telles que l'économique et le politique, l'international et le national. Elles s'intéressent aux modalités qui les relient, aux contingences sociales et historiques qui les définissent, aux structures contraignantes tant matérielles que normatives qui canalisent les possibilités de changement social à l'échelle internationale.

3 ATOUTS ET VULNERABILITES ECONOMIQUES, POLITIQUES, SOCIAUX ET CULTURELS DES PROVINCES FRONTALIÈRES DE LA RDC

Cette partie analyse non seulement les atouts mais également les vulnérabilités politiques, économiques et socio-culturels des espaces frontaliers en RDC.

3.1 ATOUTS ET VULNERABILITES POLITIQUES DES PROVINCES FRONTALIÈRES EN R.D. CONGO

Dans la reconfiguration géopolitique des provinces en République démocratique du Congo, les provinces frontalières sont caractérisées non seulement par des atouts mais surtout par des vulnérabilités incontestables à tous les secteurs vitaux rendant malheureux et vulnérables les conditions de survie de populations vivant dans ces contrées périphériques du pays.

Hélas, il y a lieu de noter que la situation politico-sécuritaire des provinces frontalières n'est pas rose et rend vulnérable la survie des populations frontalières du pays depuis la nuit de temps. L'instabilité politico-institutionnelle et administrative laissée et vécue en RDC depuis la 1^{ère} et 2^{ème} guerre mondiale africaine qui continue à plonger le peuple congolais dans les situations quasi-invivables et vulnérables, justifie cette affirmation car dès lors, les provinces frontalières et leurs peuples surtout ceux de l'Est du pays subissent les conséquences de ces guerres et dont les conditions de leurs survies sont aujourd'hui déplorables et vulnérables. Les contradictions accompagnées de la crise politico-institutionnelle et administrative actuelle découlant des manœuvres politiciennes gouvernementales à vouloir mettre au pilori les valeurs démocratiques viennent accélérer et accentuer non seulement la peine mais les souffrances des populations congolaises en général mais surtout celles des provinces frontalières en particulier.

Le chaos politique permanent de la R.D. Congo n'est pas alors dû à l'immensité et scissiparité territoriale de cet Etat continent. C'est le problème de l'organisation. Ce qui donne raison au penseur congolais Mwayila Tshiyembe lorsqu'il

⁶ Banyaku, L « Avis et considérations sur l'introduction dans le programme de nouveaux curricula en rapport avec les études sur la paix » communication faite : Kinshasa le 09 novembre 2007.

⁷ « Théorie de l'espace vitale » disponible en ligne sur <http://www.Univesalis.fr/encyclopédie/théorie-de-l'espace-vitale/> le 13 janvier 2015 à 10h00

⁸ L'économie politique internationale disponible sur : https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Économie_politique_internationale&oldid=110914648 (28 Avril 2016)

souligne que c'est bel et bien la désorganisation et l'absence de l'Esprit des lois qui fondent l'ingouvernabilité en tant que vulnérabilité absolue depuis cinquante ans.⁹

Roland Pourtier ne dit pas le contraire lorsqu'il constate que « Ici tout est possible sauf l'organisation » avant de conclure : « l'éclatement du fait d'un territoire sans véritable centralité où les régions les plus actives se situent en périphérie, loin de la capitale, elle-même centralisée ; la désintégration des systèmes de transport, l'apparition de nouvelles terraenconitae, pour reprendre l'expression de J-C Ruffin, ont transformé l'espace zaïrois en une sorte d'archipel désarticulé et peu propice à une gestion centralisée ». ¹⁰ De ce fait, que dire des secteurs économiques, socioculturels et démographiques.

3.2 ATOUTS ET VULNERABILITES ECONOMIQUES, SOCIOCULTURELS ET DEMOGRAPHIQUES

La RDCongo dispose des atouts socioéconomiques importants du point de vue non seulement des ressources naturelles qu'héberge son sol et son sous-sol mais aussi de son potentiel en capital humain grâce à sa démographie croissante aujourd'hui.

En effet, l'or, le diamant, le coltan, l'uranium, le manganèse, le tantale, le bois, le pétrole, le cuivre, le fer, etc. se trouvant dans des provinces frontalières congolaises font de ce pays un scandale géologico-économique incontestable faisant ainsi l'objet de convoitises des puissances extérieures. Mais malheureusement, lorsqu'on examine la praxis des conditions de survie économique-sociale de ces peuples périphériques éloignés de leur capital, il y a de quoi couler les larmes et crier leurs vulnérabilités.

Cette vulnérabilité socio-économique est justifiée par le fait que les conditions de leur survie dans les domaines sanitaires, scolaires, salarial, nutritionnel ou alimentaire, etc. demeurent précaires dans ces centres périphériques marginalisés par des guerres, rebellions rendant la majeure partie de la population frontalière vulnérable et malheureuse. L'exemple le plus illustratif à ce sujet est celui de la vulnérabilité constatée dans les provinces du Nord-Kivu, Sud-Kivu, de l'Ituri où les peuples vivent à cause non seulement de l'insécurité qui bat record mais aussi du malheur de voir leurs ressources économiques être exploitées illicitement au détriment de leur propre survie et les populations frontalières vivant à cheval avec l'Angola, la Zambie et le Congo Brazza dont la dépendance économique des citoyens congolais est vécue et rendue au grand jour diminuant ainsi leur sentiment d'appartenance à la nation congolaise. Il suffit d'être aux frontières avec la Zambie dans le haut Katanga (à Kasumbalesa et avec l'Angola, le Congo Brazzaville dans la province du Congo central pour affirmer cette illustration.

Les conditions des infrastructures socio-économiques de base dans certaines provinces frontalières sont dans un état de délabrement et de précarité criant et rendent misérablement vulnérables les peuples qui vivent aux frontières. Ainsi, Mavungu note que les réseaux de transport à quelques exceptions près (réseau aérien, réseau fluvial, réseaux routiers et ferroviaires dans certaines provinces) n'offrent plus aux secteurs économiques et sociaux les infrastructures et les services devant favoriser les échanges de toutes natures et permettre la mobilité des personnes et des biens.¹¹

4 LA QUESTION DES ECHANGES DES BIENS ET SERVICES TRANSPROVINCIAUX : UN DEFI MAJEUR POUR L'ETAT CONGOLAIS ET LES PROVINCES

L'enclavement des provinces est l'une des causes du sous-développement de la RD Congo. En effet, faute d'accès direct à la mer, les provinces enclavées risquent de perdre leurs recettes d'exportation ou d'importation, si celles-ci sont perçues et utilisées au profit exclusif des provinces frontalières. A ce sujet, si l'on y prend pas garde, il n'est pas exclu que demain la question du libre-échange fondée sur le multilatéralisme aux centres d'intérêt aux relations entre les Etats, deviennent une pomme de discorde entre les provinces congolaises. En effet, poussé par l'urgence du développement, les provinces enclavées risquent pour accroître leurs recettes douanières, soit de surtaxer les mêmes biens et services plusieurs fois en

⁹ Mwayila, T., *Op. Cit.*, p.175.

¹⁰ Roland Pourtier, « Congo – Zaïre – Congo : un itinéraire géopolitique au cœur de l'Afrique », In *Hérodote*, n°86/87, 3^{ème} et 4^{ème} trimestre 1997, pp.42-56

¹¹ Mavungu J.P., *De la mise en œuvre d'une diplomatie de développement dans les relations entre la RDC et ses partenaires extérieurs*, Kinshasa, février 2007, p.18, texte inédit

érigeant les barrières douanières et tarifaires entre les provinces ; soit de déclencher des représailles commerciales voir politiques (violences politiques, purification ethno-tribale), etc. En cette matière comme dans bien d'autres, il n'est pas trop tard pour mieux faire. De ce fait, il incombe à l'Etat congolais ainsi qu'aux provinces la responsabilité d'anticiper se différends, en rationalisant le système de collecte et répartition équitable des recettes douanières entre les provinces, dans le strict respect des critères d'équité et d'intérêt général comme l'aurait souligné Mwayila TSHIYEMBE¹² d'une part et d'autres part mettre en œuvre certains principes et règles pouvant réguler ou réglementer les échanges des biens et services entre provinces qui sont soit enclavées à l'intérieur ou celles se trouvant aux frontières nous séparant d'avec les Etats voisins. Mais hélas, s'il en existe des normes en cette matière, le respect strict et la mise en effectivité de celles-ci se veut un pesant d'or et de rigueur, à notre avis.

Dans cette perspective, ce basculement géopolitique serait-il opportunité ou menace.

5 LE BASCULEMENT GEOPOLITIQUE DES PROVINCES FRONTALIERES EN RDC : OPPORTUNITE OU MENACE

Dans ce baliseur nous graverons nos cogitations autour de basculement géopolitique des provinces frontalières : opportunités ainsi que les menaces potentielles de basculement géopolitique des provinces frontalières.

5.1 LE BASCULEMENT GEOPOLITIQUE DES PROVINCES FRONTALIERES : OPPORTUNITES

La nouvelle approche géopolitique dont le soubassement est la décentralisation des entités territoriales décentralisées et la régionalisation des provinces en RDC voté depuis 2006 et dans le processus de sa mise en œuvre aujourd'hui continue à faire écho soit à la majorité au pouvoir ou soit à l'opposition politique et à la société civile.

Cet article est une réflexion sur la délimitation des entités provinciales reconfigurant la géopolitique congolaise non seulement des institutions mais également du développement économique, social, politique, militaire et diplomatique de la République démocratique du Congo.

➤ Opportunités du développement économique et social

Il faut souligner que la mise en œuvre des délimitations provinciales longtemps attendue en RDC parce que consacrée par la constitution depuis 2006 fait l'objet des problèmes. Certes, cette nouvelle donne a suscité une stratégie d'optimisation territoriale du politique, en tant vecteur du développement, mais le basculement géopolitique des provinces frontalières exige une intelligence gouvernementale bien armée dans le but de mettre à profit les opportunités de progrès (économiques, technologiques etc.) offertes par la mondialisation mais aussi cette recomposition géopolitique nouvelle est une rupture avec la conception classique de l'économie politique selon laquelle l'Etat ou le gouvernement central, est le centre d'impulsion monopolistique du bonheur national.

Il en découle que ce basculement géopolitique des provinces frontalières constitue et constituera un espoir de développement économique et commercial pour les populations locales dans l'exportation des ressources venant du sol et du sous-sol congolais vers les pays voisins et dont la conséquence sera le développement économique et l'émergence du Congo. À cet effet, la gouvernabilité et la gestion saine du potentiel économique dont regorge le pays permettra aux gouvernants provinciaux de créer des richesses et de valoriser les atouts de la province et des entités territoriales décentralisées. L'enjeu est l'enrichissement matériel et moral des provinces frontalières notamment en attirant les investissements productifs au profit des entreprises locales existantes ou à créer.

Dans cette perspective, le basculement géopolitique des provinces frontalières est une chance ou une opportunité pour le pays, le bonheur pour le peuple congolais vers l'émergence de la République démocratique du Congo. À cette fin, les lignes de partage géopolitiques avec les Etats voisins deviennent des opportunités pour l'émergence et le développement du pays lorsqu'on pourra du point de vue de notre possibilité de puissance dissuasive, les concevoir comme des lieux des chances d'inter enrichissement fabuleux (le pont sur le fleuve Congo et l'intensification du réseau commercial sur l'Ubangi et le lac Tanganyika). Sur ce front renchérit Kanani,¹³ les possibilités d'un dynamisme économique sont gigantesques et encore

¹² Mwayila Tshiyembe, *Régionalisme et problèmes d'intégrations régionales*, Op Cit, p. 192.

¹³ Kanani, *conflits, frontières et rôle des Organisations Régionales en Afrique subsaharienne : cas de Mali, de la Centrafrique et de la RDC*, en ligne sur www.pole-institute.org/.../actes-colloque.c. Consulté le 20/9/2015 à 14h 30'

vierges : on doit y organiser des marchés féconds et impulser des dynamiques financières qui nous permettraient d'accueillir sur notre territoire et de donner aux autres des ressources humaines et des flux financiers de grande envergure, sans qu'aucun coup de feu ait besoin d'être tiré pour défendre les frontières géographiques. Celles-ci seraient, toutes, les ponts commerciaux et de boulevards économiques pour une prospérité commune congolaise et régionale.

Dès lors, cette nouvelle géopolitique provinciale sera le pivot névralgique d'une nouvelle économie congolaise de manière à impacter la région des grands lacs africains et les quatre plaques géopolitiques, d'où peuvent surgir et jaillir de nouvelles chances pour l'économie sous-tendant la RD Congo.

Par ce jeu de basculement, les frontières de la République démocratique du Congo seront des lignes de front de la capacité de produire, vendre, créer des richesses et surtout en assurer la distribution à l'échelle nationale, régionale et internationale. Une nouvelle diplomatie provinciale de développement deviendra ainsi urgente :

➤ **Opportunités de penser une diplomatie provinciale rapprochée**

Comme l'avait penser le professeur Mwayila Tshiyembe, de ce jeu du basculement géopolitique des provinces frontalières, émerge une responsabilité inattendue : la mise en pratique des principes de personnalité juridique, de libre administration et d'autonomie de gestion, mettant nez à nez, de nouvelles autorités provinciales et locales avec les autorités des pays étrangers, qu'il s'agisse des questions de maintien de l'ordre ou de la paix, de migration, de circulation, de travail transfrontalier, de commerce et de visa, etc.¹⁴

Un tel tête-à-tête des responsables provinciaux et locaux avec les autorités des Etats voisins ouvre une opportunité à la RD Congo, de penser et repenser une diplomatie provinciale censée matérialiser sa politique d'émergence et le bonheur de peuple congolais.

Et pourtant, à ce jour, les autorités provinciales et locales ne disposent pas depuis l'accession de la RD Congo à son indépendance des compétences diplomatiques pour traiter directement avec les autorités des Etats étrangers. De ce fait, nous pensons que l'heure d'une diplomatie provinciale a sonné ou à défaut, une délégation de certaines compétences diplomatiques de l'Etat à la province, si l'on souhaite non seulement responsabiliser et rendre efficace l'action des provinces et des entités territoriales décentralisées, mais aussi promouvoir le développement socio-économiques des populations des provinces frontalières.

La diplomatie congolaise aurait à cet égard un devoir de fermeté assortie cependant de l'engagement à régionaliser son économie nationale et à mettre son développement économique, et non ses ressources au service de l'intégration économique régionale et mondiale. Pour y parvenir l'Etat congolais aurait aujourd'hui le devoir de réussir la décentralisation au double plan géopolitique et économique. La décentralisation doit être perçue comme la réforme majeure destinée à refonder l'Etat autour de la quête de la reconstruction de la puissance nationale, dans le but de renforcement de l'intégrité territoriale par le renforcement et la surveillance des frontières. Ainsi, une politique de défense nationale tous azimuts vaudrait mieux qu'une politique de dissuasions très peu crédible dans la phase actuelle de la Nation. De ce fait, il faut re-territorialiser le pouvoir par plus grande participation citoyenne impliquant la jeunesse congolaise à la défense nationale.¹⁵

De nos jours comme l'indique Mahan, les facteurs de puissance sont liés à la position géographique d'un Etat, aux ressources économiques dont il dispose sur son territoire, à son caractère national, au degré d'organisation du pouvoir et à certains éléments immatériels comme une bonne diplomatie et une armée forte.¹⁶ C'est dans cette perspective que ce travail se donne le mérite d'appeler le gouvernement congolais à quitter la pratique de la para diplomatie provinciale pour y penser la mise en œuvre d'une bonne diplomatie en conférant des compétences diplomatiques aux entités provinciales ou la délégation de celles-ci dans le souci de permettre aux autorités provinciales en général et surtout celles des provinces frontalières de traiter tête-à-tête avec les autorités provinciales des Etats voisins pour des questions qui concernent la paix, la sécurité, le petit commerce, etc. faute de quoi, ce basculement constituerait une menace pour l'unité du pays.

¹⁴ Mwayila Tshiyembe. *Régionalisme et problème d'intégration économique*, Op.cit., P.191

¹⁵ Biyoya M.K., *Diplomatie congolaise régionale, nouveaux fondements défis et enjeux*, Paris, éd. L'harmattan, P.321

¹⁶ Mwayila T., op.cit. p.

5.2 QUELLES MENACES POURRAIENT GENERER CE BASCULEMENT GEOPOLITIQUE DES PROVINCES FRONTALIERES ?

La composition géopolitique des provinces en R.D. Congo fait du pays hier comme aujourd'hui un pôle stratégique en Afrique en général et dans la sous-région de Grands Lacs en particulier. Cette reconfiguration géopolitique fait basculer certaines provinces vers les frontières avec les pays voisins. Actuellement, la R.D. Congo a connu une métamorphose allant de 11 à 26 provinces qui fait débat dans l'opinion sur l'avenir de ces provinces basculant vers les frontières.

Une telle (re) composition géopolitique des provinces réveille une prise de conscience non seulement des gouvernements provinciaux qui sont mises en place mais aussi et surtout du gouvernement central de Kinshasa. En effet, cette nouvelle donne géopolitique des provinces doit faire émerger un sens aigu de responsabilité des acteurs, permettant d'entreprendre des nouvelles stratégies politiques, militaires, sociales, économiques et diplomatiques pour la survie des peuples congolais vivant au cœur ou entre le centre et les périphéries ou soit ceux des provinces frontalières et de l'Etat lui-même. La plus grande menace serait la balkanisation de la R.D. Congo voire l'annexion des certaines provinces périphériques par les puissances de la sous-région, profitant de l'ingouvernabilité de ces provinces et l'incapacité de contrôler ces espaces "vitaux". Le prétexte identitaire serait le mobile de justification des ambitions annexionnistes des Etats voisins. Comme l'indique Jean Bosco, pendant les guerres de la rébellion du RCD, les dirigeants du mouvement ont déclaré défendre la minorité Rwandophone de la RDC.¹⁷ A notre humble avis ce prétexte identito-culturo-linguistique en cas de menace d'annexion ou à défaut l'annexion de certaines provinces frontalières ou certains espaces vitaux du pays par les Etats voisins risquerait de justifier les ambitions et visées géopolitico-stratégiques.

En effet, Ratzel considère l'Etat comme un organisme vivant qui ne peut survivre qu'en s'accroissant au détriment de ses voisins.¹⁸ Le territoire de l'Etat doit selon lui, se développer dans l'espace au sens de "sol" (le raum). Ceci le pousse à expliquer biologiquement que : « l'Etat est l'organisme vivant rassemblant un peuple sur un sol, le caractère de l'Etat se nourrissant de ce peuple et ce sol.¹⁹ Qualifiant "l'espace vital" d' : « espace nourricier » d'un peuple pour la survie de l'Etat, Ratzel a aboutie à une logique selon laquelle "la croissance de l'Etat procède par annexion des petits membres dans un même agrégat. En même temps, le lien entre la population et le sol devient de plus en plus étroit ». Cette réflexion Ratzelienne sursoit l'idée selon laquelle l'histoire a depuis longtemps montré que les Grands Etats se sont constitués aux dépens d'autres plus petits, qu'ils ont annexés et absorbés »²⁰. L'annexion de la Crimée, territoire ukrainien par la Russie, confirme l'hypothèse avancée ici.

Cet article énonce une nouvelle aire géopolitique congolaise dans les siècles avenir. Car, les ambitions de puissances fondées sur la logique politique de la quête des espaces vitaux et nourriciers ne disparaissent et ne disparaîtront toujours pas dans la vie des Etats pour leur survie. Ce qui renvoie à Paul Claval²¹ notant que la détermination que les protagonistes (Etats) mettent à lutter résulte beaucoup du lien qui les lie à certains territoires : on se bat mieux pour défendre son pays, ou pour conquérir des provinces qui devraient légitimement (ou non à notre avis) lui appartenir. Il possible que le Rwanda, le Burundi, l'Ouganda, le sud-Soudan, l'Angola, la R.C.A, le Congo Brazza, etc... ayant des visées stratégiques et géopolitiques d'expansion soient des protagonistes et des Etats-menaces pour la paix, l'unité de l'espace et des peuples congolais.

L'occupation, la domination et le contrôle de territoire et espaces considérés comme vitaux en RDC deviennent comme par le passé un enjeu essentiel et majeur pour les Etats voisins (amis ou ennemis) soucieux, ambitieux et audacieux nourrissant et aspirant aux ambitions expansionnistes d'annexer et absorber certaines provinces frontalières congolaises : cet article se veut prophétique et apocalyptique parce qu'en effet, les rivalités Rwando-Burundo-Ougando-Congolaises à l'Est de la République ont toujours et surtout été soit d'une part autour des ressources naturelles dont regorge l'espace vital nourricier congolais ainsi que des convoitises extérieures (des Etats limitrophes et voisins) soit d'autre part lorsque les envahisseurs aux ambitions expansionnistes veulent annexer et rattacher une ou plusieurs parties de ces territoires naturels frontaliers et les peuples qui s'y trouvent à l'Est de la République.

¹⁷ Esambu Matenda Jean Bosco Germain, *Conflits identitaires et enjeux économiques internationaux dans la région des Grands Lacs*, Paris, Col. Point de vue, Ed. L'Harmattan, 2014, p.31.

¹⁸ Chautard S., *L'inséparable de la géopolitique*, Ed. Studyrama, p.19.

¹⁹ Idem, p.20.

²⁰ Mwayila .T., *Géopolitique*, Lubumbashi Afica 2015, p. 120.

²¹ P. Claval, *Géopolitique et géostratégie, la pensée politique, l'espace et le territoire au XX^e siècle*, 2^e édition augmentée, Nathan, 1996, p.6.

Ainsi, Raymond Aron souligne-t-il d'une part que dans la rivalité des peuples, la possession de l'espace est l'enjeu originel et d'autre part les souverains ont souvent jugé de leur grandeur d'après le nombre de leurs sujets : ce qu'ils convoitaient, en dehors de leurs frontières, ce n'était pas le sol, mais les hommes »²².

Pour Aron, la conquête territoriale constitue l'un des objectifs majeurs immédiats de ceux (Etats) qui décident de recourir à la force armée : or, toutes choses étant égales par ailleurs, le territoire qu'un Etat a le plus de chance d'intégrer (annexer) à l'intérieur de ses propres frontières ou les hommes qu'il a le plus facilité de convertir sont ceux qui se situent à proximité immédiate de ces frontières. De même, les richesses qu'un Etat est amené à défendre ou les populations dont il exige des liens d'allégeance et des sentiments de loyauté sont à priori la cible d'Etats voisins.²³

L'explication Aronienne est parfaitement vraie pour ce qui est du passé, du présent non seulement des Etats eurasiatiques lorsqu'on évoque le cas récent de l'annexion de la Crimée par la Russie de Poutine et les conflits toujours et souvent à répétition entre la RDC, le Rwanda, le Burundi, l'Ouganda autour des ressources naturelles hébergeant le territoire congolais à l'est de la R.D. Congo et autour des ambitions Burundo-Ougando-Rwandaise à vouloir contrôler et dominer et posséder cet espace vital congolais. Dans ce contexte, Philippe Biyoya²⁴ souligne (au sujet des guerres de l'Est) que l'opinion nationale congolaise mobilisée contre les enjeux apparents de cette spirale de guerres et des rébellions interminables à l'Est de la République et principalement le rattachement (annexion) des provinces du Kivu à la République du Rwanda à défaut de la création d'un Congo oriental sous la tutelle double du Rwanda et Ouganda, oublie que cette situation chaotique dure depuis bientôt une quinzaine d'années et que l'Est de la R.D. Congo est bel et bien devenu une double sphère d'influence politique (pour le Rwanda) et commerciale (pour l'Ouganda).

Dans ce même ordre d'idées, Ka Mana ajoute que sur ses neuf frontières avec ses voisins, par exemple, les lignes de partage qui séparent du Rwanda, de l'Ouganda et de l'Angola le confrontent à des pays animés par la logique de l'imperium (de force, puissance), c'est-à-dire d'expansion, de prédation, avec ce que cela comporte de visée d'agression, de domination, de conquête de l'espace, d'annexion ou de balkanisation.²⁵

Dans ces conditions, ce jeu du basculement géopolitique des provinces frontalières peut à moyen ou à long terme être une menace pour la paix et l'unité congolaise du fait que la carte géopolitique du Congo peut bouger à tout moment et des territoires peuvent être perdus, annexés et rattachés, balkanisés à chaque instant parce que la logique d'ingouvernabilité du territoire national congolais par les dirigeants politiques n'offre probablement aucune chance et possibilité de puissance. L'annexion, la balkanisation,... seraient du domaine du possible, si rien n'est entrepris par le gouvernement central congolais. L'Etat prudent voit le danger et identifie les menaces de loin, ainsi, la RD Congo a intérêt à s'organiser et entreprendre géopolitiquement, géostratégiquement et géoéco-culturellement des stratégies et mécanismes pour éviter que ces menaces ne plonge à long terme l'Etat congolais dans une situation chaotique généralisée dans la région des grands lacs africains.

A cet effet, soulignons que les rebelles rwandais vivant en R.D. Congo depuis 1994 après le génocide au Rwanda opèrent dans le sud du territoire de Lubero. Ils sont très présents et administrent même certains villages où ils prélèvent des taxes, nomment des chefs de villages ou relèvent d'autres de leurs fonctions ; cette situation explique également la présence active des rebelles ougandais (ADF/NALU) localisés au Nord-Est du territoire de Beni dans les massifs du Ruwenzori,²⁶ et dont les *modus operandi* (enlèvements, prises d'otages, etc.) des Congolais vivant dans le territoire de Beni augure une perspective révélatrice des menaces d'annexion, balkanisation de ses provinces frontalières congolaises.

L'aperçu historique et géopolitique de la République démocratique du Congo ne nous renseigne pas à ce sujet le contraire et de ce fait, réitérons que depuis, les années 1960 ont été suivies de soubresauts et convoitises politiques conduisant à la balkanisation du pays et à l'agressions armées des pays voisins. On note ici, les deux sécessions du Katanga et du Kasai d'une part et d'autre part, en 1967, des mercenaires belges et français Jean Schaeme et Bob Denard proclament au Congo à

²² Raymond Aron, cité par Dario Battistella, *Paix et guerre au XXI^e siècle*, Paris, éd. Sciences humaines, 2012, p.13.

²³ *Idem*.

²⁴ Biyoya M.K.P, *la spirale des guerres de l'Est de la R.D.C, les moyens d'y mettre fin et de transformer le contexte*, Kinshasa, 2014, Ed. I.P.P.R.I.S, p.11.

²⁵ Ka Mana, *Repenser les frontières issues de la colonisation en Afrique*, cfr internet <http://www.pole-institute.org>, Consulté le 20/9/2015 à 14h 30'

²⁶ Kennedy Wema, *Analyse du phénomène de la prolifération des groupes armés dans la partie septentrionale du Nord-Kivu : défis de l'édification de l'Etat*, p.42, sur internet : http://www.pole-institute.org/... Consulté le 20/Avril/2015 à 16heures 26 minutes.

Bukavu un gouvernement de salut public avec la complicité du Burundi, pays voisin et le 02 août 1998, l'affaire est essentiellement celle des Tutsis qui proclament l'autonomie du Nord et du Sud-Kivu et s'en prennent à tout ce qui est katangais.²⁷ N'allons-nous pas vers la case politique et géopolitique du départ congolais ?

Dans ces réflexions et analyses sous le thème : « les rapports entre le Kongo et la République démocratique du Congo : peut-on en consolider le second en affaiblissant le 1^{er} ? Leçon à tirer de l'histoire récente et pistes pour l'avenir, Muanda Mikiama Fidèle appuie nos analyses lorsqu'il renchérit en ces termes : « abandonnées à eux-mêmes, les populations de notre pays qui partagent la frontière avec l'Angola et le Congo-Brazzaville dépendent plus économiquement de ces pays voisins. Et souligne-t-il, elles utilisent la monnaie de ces pays, s'approvisionnent en produits manufacturés dans ces pays et du coup le sentiment d'appartenance à la Nation congolaise diminue en elles »²⁸. La R.D. Congo partage avec l'Angola plus de 2000km de frontière commune. Comme avec le cas du Congo Brazzaville, plusieurs ethnies et tribus (Lunda, Kongo, Tshokwe etc.) vivent à cheval sur les deux pays et depuis plus d'une décennie, il existe dans le cadre de la délimitation des frontières un différend maritime, sur fond de contrôle de gisement pétrolier dans le plateau continental et des richesses halieutiques dans les eaux territoriales entre ces deux pays. Il s'est révélé à cet effet, la présence d'éléments de l'armée angolaise à Kahemba (Bandundu) et dans le bas fleuve (Bas-Congo).²⁹

Dans l'analyse géopolitique, la présence des militaires angolais en RDC constitue une stratégie de contrôle des espaces vitaux congolais par le gouvernement angolais ambitieux non seulement de prendre le contrôle permanent de ses espaces pour la survie de son Etat mais également d'en récupérer et d'en absorber et d'annexer ces espaces congolais.

En effet, de cette mutation géopolitique des provinces frontalières, émergera, si rien n'est entrepris par les gouvernements provinciaux, pour le réitérer, une forte dépendance économique, financière, culturelle et politique qui pourront susciter aux populations vivants dans ces provinces périphériques la frustration et, de façon inattendue, naîtra en elles soit le sentiment d'appartenance et d'attachement aux autres nations soit d'en réclamer et proclamer leurs propres indépendances souveraines (balkanisation) ou soit cela fera renaître aux entrailles gouvernementales des Etats voisins des ambitions expansionnistes à la quête effrénée des espaces vitaux où la logique des puissances pourra conduire chacune de ses nations voisines à annexer telle ou telle autres partie périphérique ou frontalière de notre territoire national. Le rêve expansionniste de la République du Rwanda confirmerait l'hypothèse argumentée ici.

➤ Le Rêve Expansionniste Rwandais

En effet, depuis fin octobre 1996, le gouvernement rwandais introduisait un nouveau thème dans la crise partie de l'est du Congo. Par la voix de son président, il en appelait à Berlin II, faisant ainsi référence au Congrès de Berlin de 1885 qui aurait partagé l'Afrique entre les puissances européennes. Le président Pasteur Bizimungu ira jusqu'à arborer « une carte prouvant, selon lui, que l'est du Congo avait été jadis territoire rwandais »³⁰ ; message martelé ensuite par le ministre rwandais des Affaires étrangères.

Les rwandais restent persuadés que la conférence de Berlin est responsable de la petitesse de leur Etat. Comme se l'imaginait Denis Polisi, l'un des membres du « clan » actuellement au pouvoir à Kigali : « Les colonisateurs ont délibérément réduit la taille des Etats Africains qui existaient déjà comme le Rwanda et le Burundi, et agrandi artificiellement des entités qui n'existaient pas auparavant, comme la Tanzanie et surtout le Congo »³¹. Ce à quoi lui répondait en écho Manzi Bakuramutsa, ambassadeur du Rwanda en Belgique qui s'était octroyé la nationalité congolaise dans le Zaïre de Mobutu : « Le Rwanda était beaucoup plus grand qu'il ne l'est maintenant. Il allait jusqu'au lac Edouard (ex-lac Idi Amin Dada), toute la partie du Nord-Kivu faisait partie du Rwanda.

Le rêve expansionniste rwandais reçut un soutien de grande envergure. Comme le notait Mark Mitchell, « le président américain ne semblait pas faire d'objections lorsque Kagamé faisait référence à cette idée en mars 1998. Clinton disait dans son discours à Kigali : Comme vous indiquez, le Rwanda était un seul pays avant que les puissances européennes se réunissent à Berlin pour se répartir l'Afrique. Les Etats-Unis sont à vos côtés.

²⁷ Biyoya Makutu K., *La spirale des guerres de l'Est de la RDC*, Op.cit, pp.100-101.

²⁸ Mwanda Mikiama F., *Les rapports entre le Kongo et la RDC : peut-on consolider le second en affaiblissant le premier ? Leçon à tirer de l'histoire récente et pistes pour l'avenir*, p.54, in www.pole.institute.org/..../ consulté le 15

²⁹ KAMERHE V, Op.cit, P. 170

³⁰ *La Libre Belgique*, 6 août 1998

³¹ BRAECKMAN, C., *L'Enjeu congolais. L'Afrique centrale après Mobutu*, Paris, Fayard, 1999, p. 239

En effet, les autorités rwandaises revenaient sur l'organisation d'une seconde conférence de Berlin lors de la guerre déclenchée en août 1998. « Je souhaiterais que le débat tourne autour des frontières héritées du colonialisme, déclara Pasteur Bizimungu. L'Afrique a besoin d'une nouvelle conférence de Berlin »³². Le ministre des Affaires étrangères Gasana sera plus explicite. Alors que le Congo souffrait de l'exportation des conflits hutu-tutsi rwandais et burundais, alors qu'il était envahi par la coalition tutsi au pouvoir à Kampala, Kigali et Bujumbura, Gasana faisait une déclaration qui reconnaissait en fait la culpabilité des agresseurs et révélait leur projet expansionniste : « Un pays qui déchaîne les forces du mal contre des voisins, est inévitablement condamné à long terme à perdre une partie de sa souveraineté et de son intégrité territoriale ».³³

Le discours des dirigeants rwandais sur la convocation d'une deuxième conférence de Berlin alimentait le rêve expansionniste dont se nourrissent les Rwandais (Hutu et Tutsi confondus) en prenant le Kivu pour cible. Dès le début de la guerre à l'est du Congo en 1996, la volonté d'annexer le Kivu était une donnée tangible dans le chef des autorités et de l'opinion publique rwandaises. Leur drapeau flottait dans les premières villes conquises.

Mais face à la démonstration spectaculaire de l'attachement des congolais à l'unité de leur Etat et à l'intégrité de leur territoire, l'OUA et les puissances occidentales s'étaient prononcées clairement contre toute partition du Congo. Les dirigeants rwandais avaient aussitôt ravalé leur appel à Berlin II. Ce qui ne signifie pas qu'ils aient renoncé à leur rêve expansionniste. Depuis la victoire de l'AFDL, l'île congolaise d'Idjwi dans le lac Kivu était désormais rattachée à la préfecture rwandaise de Kibuye. Bien plus, le Kivu évoluait sous un véritable régime d'occupation, les troupes rwandaises, ougandaises et burundaises s'y sentant chez elles³⁴. Cette présence militaire s'accompagnait d'une exploitation économique de la région au profit des trois Etats frontaliers. De ce fait, quelles perspectives pour contrer les menaces ?

6 CONTRIBUTIONS ET PERSPECTIVES CONTRE MENACES

Les problèmes liés au partage des frontières entre les Etats dans les relations internationales tant classiques que contemporaines sont jusqu'à aujourd'hui sujets d'actualité internationale. C'est pourquoi, ce travail se donne pour ambition d'apporter les contributions dans cette partie pour faire face et contrer les menaces sous examens d'analyse.

6.1 LES PROVINCES FRONTALIERES EN RDC : VOIES D'EMERGENCE ET DE PROSPERITE NATIONALE

Le basculement géopolitique des provinces frontalières congolaises plonge la population frontalière dans une quasi forte dépendance économique et dans une totale insécurité menaçante la rendant malheureuse et vulnérable au lieu que ces provinces soient des lieux et voies d'émergence et de prospérité de toutes les couches nationales. Pour faire face à cette vulnérabilité rendue au grand jour nous soulignons que :

- Les gouvernements provinciaux frontaliers doivent jouer un rôle important dans la multiplication des actions permettant l'épanouissement économique de toutes les provinces frontalières conformément à l'article 204 de la constitution, les points 9 et 11 qui stipulent : « l'organisation du petit commerce frontalier » « et l'organisation des travaux et marchés d'intérêts provincial et local ». Ainsi, la réduction de postes et services douaniers aux frontières revêt de ce fait une importance de grande envergure et plus qu'urgent pour réduire la vulnérabilité et la misère des peuples périphériques et ceci sera un véritable salut pour le bonheur de ces marginalisés.
- L'Etat doit à ce sujet mettre en application et en œuvre certaines valeurs démocratiques telles que la justice distributive et l'égalité de traitement pour toutes les provinces surtout en ce qui concerne la rétrocession des recettes financières reconnues à toutes les provinces pour cimenter la cohésion nationale et favoriser la paix nationale ;
- Dans le cadre des échanges des biens et services entre les provinces, l'Etat congolais devra mettre entre œuvre et rendre effectif toutes les dispositions y relatives en rationalisant le système de collecte et de répartition équitable des recettes douanières entre les provinces, dans le strict respect des critères d'équité et d'intérêt général.

³² GESLIN, J-D, « RD-Congo : secrets de famille », in *Jeune Afrique*, n°1978, du 08 au 14 décembre 1998, p.24.

³³ MARTENS, L., *Le Congo de Kabila : Le combat pour l'Indépendance économique et la guerre de résistance nationale*, p.45.

³⁴ Journaliste belge, Collette Braeckman avoue avoir été accueillie à Goma par des Rwandais en ces termes : « Ici, c'est aussi le Rwanda ». Source : *Le Soir*, 29 janvier 199.

- La diplomatie provinciale devra ainsi être orientée vers les actions du développement économique qui aura pour fondement la valorisation de ressources naturelles renouvelables et non renouvelables afin de faire des frontières des lignes et d'attraction des investisseurs économiques, pour sortir les peuples vivant à cheval avec nos voisins de la dépendance et des conditions de survie socio-économique vulnérables.
- La modernisation de l'infrastructure socio-économique (réseaux routiers, ferroviaire, fluvial) afin de favoriser les échanges de toutes natures et permettre la mobilité des personnes, des biens et des services doivent être non seulement au centre des préoccupations du gouvernement national mais aussi des gouvernements provinciaux frontaliers.
- La jeunesse étant l'espoir du destin national de chaque Etat, les jeunes de ces provinces doivent aussi prendre conscience de l'opportunité qu'offre la mondialisation afin de se lancer aux activités économiques et commerciales transfrontalières dans le souci de promouvoir la prospérité économique et minimiser la marginalisation et la vulnérabilité dont font face les peuples périphériques et frontaliers en RDC.

6.2 PERSPECTIVES POUR CONTRER LES MENACES SOUS EXAMENS EN R.D. CONGO

La balkanisation et annexion, etc. ont été analysé dans cet opus comme des menaces qui résulteraient de ce basculement et changeraient la donne géopolitique en Afrique.

En effet pour contrer la menace d'annexion d'une part, le gouvernement national devra d'abord commencer par une réforme sérieuse de son système géo-militaire aux frontières nous séparant d'avec les Etats voisins ;

- Faire de son armée une armée mieux formée, équipée, apolitique mais républicaine, disciplinée, moderne et soucieuse de défendre l'Etat contre les menaces extérieures ;
- Le gouvernement de la République devrait prendre conscience de la nécessité de mettre en œuvre la relocalisation de son système sécuritaire et défensif dans chaque province frontalière. Autrement dit, le contrôle et la maîtrise des frontières s'avèrent important.
- Une telle ambition de défendre l'intégrité territoriale et l'espace vital appelle la conscience et la volonté politique des dirigeants congolais de mettre en œuvre les moyens militaires efficace de haute qualité capable de répondre aux menaces extérieures ;
- La quantité, la qualité et la valorisation des personnels militaires sans distinction aucune, devraient être au centre et au cœur des responsabilités politico-sécuritaires de tous les dirigeants congolais, à commencer par la tête du pays.
- La police comme l'armée devraient être au service non pas de l'insécurité et de l'instabilité nationale mais plus au contraire au service de la défense et de la sécurité nationale.
- La police nationale aux frontières devra être dotée des atouts nécessaires et de moyens de sécurités qualitatives afin de répondre aux besoins de sécurité des personnes et biens des populations aux frontières ; s'il n'en existe pas de services de police de sécurité aux frontières du pays, l'obligation revient au gouvernement congolais d'en créer et les faire correspondre aux neuf frontières de l'Etat.
- Le gouvernement congolais devra créer ou renforcer une agence de sécurité et de renseignement aux frontières dans le but de faire de cette agence un poumon de défense et de sécurité passive dont l'objectif principal sera d'en informer le gouvernement national. Les jeunes congolais aux frontières devront être ainsi proactifs dans ce domaine, et à cet effet, le gouvernement congolais (national et provincial) devraient sans relâche leur apporter et mettre à leur disposition des moyens technologiques d'information et de communication et leur prêter une oreille soutenue et une attention particulière. Le salaire décent sera non négligeable par les gouvernants de la République.

Bien plus, il y a lieu de noter que l'organisation politique, le respect strict des lois du pays par la classe politique et la population, l'amélioration des conditions de vie socio-économique de la population, la conscience et la compréhension du destin national fondé sur le vouloir vivre ensemble et sur la grandeur de la puissance de la nation congolaise d'une part et la guérison de la maladie congolaise de ce que certains ont appelé « mutineries de l'armée, de sécession, des émeutes urbaines, de rébellions, des affrontements interethniques, des flambées xénophobes »³⁵ d'autre part sont des éléments

³⁵ *Biyoya M.K, op cit, p.21*

préventifs et une contribution pour faire face à la menace de la balkanisation dont fait apocalyptiquement allusion cette réflexion scientifique.

7 CONCLUSION

Pour clore, il n'est obscur pour chaque nation du monde et pour toute la communauté internationale de la situation géopolitique congolaise depuis la conférence internationale de Berlin de 1885 qui aurait géopolitiquement situé en plaçant la R.D. Congo au milieu de l'Afrique et au cœur de neuf frontières le séparant d'avec ses pays voisins jusqu'à celle d'une mutation et métamorphose géopolitique des provinces qui fait couler eau et sang et dont le débat est houleux dans l'espace tant politique que socio-civil congolais.

Cette reconfiguration géopolitique congolaise met certaines provinces ou entités territoriales décentralisées en situation soit de demeurer au centre ou entre le centre et les périphéries, soit de basculer vers les frontières les séparant d'avec les Etats voisins. D'où le « basculement géopolitique des provinces frontalières ». De ce fait, par basculement géopolitique des provinces frontalières il faut être éclairé que c'est l'optimisation de la dynamique spatiale d'extraversion vers les Etats voisins, appréhendés comme portes d'ouverture au monde. Ce jeu de basculement concerne ainsi, des provinces telles que le Nord-Ubangi, le Sud-Ubangi et le bas-Uélé tournées vers la Centrafrique ; le Haut-Uélé vers le sud-Soudan ; l'Ituri vers l'Ouganda ; le Nord-Kivu et le Sud-Kivu vers l'Ouganda, le Rwanda et le Burundi ; le Tanganyika vers la Tanzanie (Port de Dar-es-Salam et le Mombasa) ; le Haut-Katanga vers la Zambie (les ports sud-africains) ; le Lualaba vers l'Angola (port de Lobito) ; le Kasai-Occidental vers l'Angola (port de Luanda) ; le Kwango et le Kongo central vers l'ANGOLA ; l'Equateur et le Mai-Nombre vers la République du Congo (par le port de Pointe-Noire).

En définitive cette reconfiguration géopolitique des provinces centrales et surtout celles basculant vers les frontières pourrait ouvrir une voie et une porte d'opportunités multidimensionnelles (socio-économiques, commerciales, diplomatiques et géostratégiques, etc.) pour le développement et l'émergence non seulement des provinces et des populations locales mais aussi du pays tout entier lui permettant d'être une puissance régionale, si la RD Congo en a les ambitions et les moyens. Dans une telle perspective, de ce jeu du basculement des provinces frontalières, ces frontières pourraient et seraient obligées d'être des lignes permettant de produire, de vendre, de créer des richesses et surtout d'en assurer la distribution à l'échelle nationale, régionale et internationale. Notons également que l'opportunité de cette reconfiguration géopolitique des provinces en général et en particulier les provinces frontalières est justifiée par le fait que l'intérêt de cette politique régionale est de favoriser du point de vue socio-économique la croissance et l'emploi en poursuivant les objectifs suivants : susciter l'intérêt des investisseurs en améliorant l'accessibilité, en fournissant des services de qualité et en préservant ; encourager l'innovation, l'esprit d'entreprise, et l'économie de la connaissance en développant les technologies de l'information et de la communication ; créer des emplois plus nombreux et plus qualifiés en réinsérant davantage de personnes sur le marché de l'emploi, en renforçant la capacité d'adaptation des travailleurs et en augmentant les investissements dans le capital humain.

En outre, ce basculement géopolitique des provinces frontalières permettrait l'intensification du commerce international des biens et services pour promouvoir le développement des provinces et des populations locales. À ce jour, les autorités provinciales ne disposent pas des compétences diplomatiques pour traiter directement avec les autorités des Etats voisins ou étrangers. Cette nouvelle donne géopolitique est ainsi une opportunité pour le pays où une diplomatie provinciale rapprochée devra voir le jour ou à défaut une délégation de certaines compétences diplomatiques de l'Etat à ces provinces si l'on veut souhaiter d'une part responsabiliser et rendre efficace l'action des provinces et d'autre part promouvoir le développement socio-économique des populations en commençant par celles des provinces frontalières.

Cependant, de ce basculement géopolitique des provinces frontalières émergerait et jaillirait une forte dépendance des populations périphériques. Dans ces conditions, ce jeu du basculement géopolitique des provinces frontalières pourrait à moyen ou à long terme être une menace pour la paix et l'unité congolaise du fait que la carte géopolitique du Congo peut bouger à tout moment et des territoires peuvent être perdus, annexés et rattachés, balkanisés à chaque instant parce que la logique d'ingouvernabilité du territoire national congolais par les dirigeants politiques n'offre probablement aucune chance et possibilité de puissance. L'annexion, la balkanisation,...seraient du domaine du possible, si rien n'est entrepris par le gouvernement central congolais.

Cette dépendance pourrait plonger le pays dans une situation chaotique où à cet effet ces populations frontalières pourront soit par elles-mêmes, soit avec l'impulsion des Etats voisins proclamer chacun à son tour l'indépendance et leur propre autonomie, et cela fait la synthèse de ce que nous avons appelé « menace de balkanisation » et, ensuite d'annexion de certains espaces frontaliers vitaux par ces Etats (Rwanda, Burundi, Ouganda, Angola ...) voisins qui pourraient (re)nourrir

les ambitions géopolitiques d'annexer et d'absorber certaines de nos provinces frontalières, si rien n'est entrepris, et si la RDC n'y prend pas garde. Le rêve expansionniste rwandais d'il ya une vingtaine d'années et l'annexion de la Crimée par la Russie confirmeraient l'hypothèse avancée ici.

REFERENCES

- [1] Biyoya M.K.P, la spirale des guerres de l'Est de la R.D.C, les moyens d'y mettre fin et de transformer le contexte, Kinshasa, 2014, Ed. I.P.P.R.I.S,
- [2] Biyoya M .K., Diplomatie congolaise régionale ,nouveaux fondements défis et enjeux, Paris, éd. L'harmattan
- [3] Chautard S., *L'inséparable de la géopolitique*, Londres, éd. Studyrama.
- [4] Dario Battistella, Paix et guerre au XXI^e siècle, Ed. Sciences humaines, 2012
- [5] EsambuMatenda Jean Bosco Germain, Conflits identitaires et enjeux économiques internationaux dans la région des Grands Lacs, Paris, Col. Point de vue, Ed. l'Harmattan, 2014
- [6] Kamerhe V, Les fondements de la politique transatlantique de la République Démocratique du Congo. La République Démocratique du Congo, Terre d'espoir pour l'humanité, éd. Larcier, 2011,
- [7] Mbayo Ngoie J., La géopolitique à l'ère de la mondialisation et du printemps Arabe, Lubumbashi, Ed. CRESA, 2012
- [8] Mwayila Tshiyembe. Régionalisme et problème d'intégration économique. Paris, Ed. l'harmattan, 2012
- [9] Mwayila .T., La géopolitique, Lubumbashi-Africa, 2015
- [10] Nguway Kpalaingu K. Une introduction aux relations internationales Africaines, Paris, l'Harmattan, 2007
- [11] P. Claval, Géopolitique et géostratégie, la pensée politique, l'espace et le territoire au XX^e siècle, 2^e édition augmentée, Nathan, 1996,
- [12] Roland Pourtier, « Congo – Zaïre – Congo : un itinéraire géopolitique au cœur de l'Afrique », In Hérodote, n°86/87, 3^{ème} et 4^{ème} trimestre 1997
- [13] Ka Mana, Repenser les frontières issues de la colonisation en Afrique, en ligne sur <http://www.pole-institute.org>, Consulté le 20/9/2015 à 14h 30'
- [14] Kanani, conflits, frontières et rôle des Organisations Régionales en Afrique subsaharienne : cas de Mali, de la Centrafrique et de la RDC, en ligne sur <http://www.pole-institute.org>, Consulté le 20/9/2015 à 14h 30'
- [15] Kennedy Wema, Analyse du phénomène de la prolifération des groupes armés dans la partie septentrionale du Nord-Kivu : défis de l'édification de l'Etat, sur internet : [http : //www.pole-institute.org](http://www.pole-institute.org), Consulté le 20/Avril/2015 à 16heures 26 minutes.
- [16] Mwanda Mikiama F., Les rapports entre le Kongo et la RDC : peut-on consolider le second en affaiblissant le premier ? Leçon à tirer de l'histoire récente et pistes pour l'avenir, cfr internet <http://www.pole.institute.org>.
- [17] Théorie de l'espace vitale » disponible en ligne sur <http://www.univesalis.fr>, consulté le 13 janvier 2015 à 10h00
- [18] Banyaku, L'Avis et considérations sur l'introduction dans le programme de nouveaux curricula en rapport avec les études sur la paix » communication faite à Kinshasa le 09 novembre 2007.
- [19] Mavungu J.P, De la mise en œuvre d'une diplomatie de développement dans les relations entre la RDC et ses partenaires extérieurs, Kinshasa, février 2007, texte inédit.

Evaluation de l'impact de la dégradation de la forêt claire Miombo sur la diversité de la faune de litière (R.D. Congo)

[Evaluation of the impact of damage caused to the MIOMBO clear forest on the diversity of litter fauna (D.R. Congo)]

N.F. YUMBA¹, N.S. NYEMBWE¹, and D.J. KABULU²

¹Département de Biologie-chimie,
Section sciences exactes, Institut Supérieur Pédagogique de Lubumbashi, RD Congo

²Département de Géographie et gestion de l'environnement,
Section sciences exactes, Institut Supérieur Pédagogique de Lubumbashi, RD Congo

Copyright © 2016 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 main objective of this article was the assessment of the impact of damage caused to the MIOMBO clear forest on the diversity of litter fauna. In order to lead to results it was specially selected three different stations (the MIOMBO clear forest, the shrub savannah and the farmed field) those were characterized by the pH, the water content and the organic matter concentration of their soil. The litter fauna species listed on the inventory of the Miombo forest were compared in quality and quantity to those listed in shrub savannah and the land under farming after the calculation of diversity indications.

So it was brought out that the acidity and the organic matter concentration were more considerable in the soil of the forest than the shrub savannah and the land under farming. The same goes for the litter fauna that was more abundant and diversified in the forest (to wit the relative abundance of 59, 8%) than the land under farming that has registered 30, 4% of all listed species and the shrub savannah with 9, 8% only. These results constitute the evidence that damages caused to the MIOMBO clear forest has negative actions on the abundance and diversity of the litter fauna.

KEYWORDS: Miombo, Soil, Acidity, Organic matter, Deforestation, Biodiversity.

RESUME: Cet article a eu comme objectif principal d'évaluer l'influence de la dégradation de la forêt claire Miombo sur la diversité de la faune de litière. Pour aboutir aux résultats il a été sélectionné trois stations différentes (la forêt claire Miombo, la savane arbustive et un champ cultivé) qui ont été caractérisées par le pH, la teneur en eau et la concentration en matière organique de leurs sols. Les espèces de la faune de litière inventoriées dans la forêt Miombo ont été comparées quantitativement et qualitativement à celles de la savane arbustive et du sol sous culture après calcul des indices de diversité.

Ainsi il s'était dégagé que les sols de forêt ont une acidité importante et une forte teneur en matière organique que ceux de la savane et du champ cultivé. Il en va de même pour la faune de litière qui a été significativement abondante et plus diversifiée dans la forêt Miombo (soit une abondance relative de 59,8%) que dans le sol sous culture qui a enregistré 30,4% des espèces inventoriées et la savane avec 9,8% seulement. Ces résultats constituent une preuve que la dégradation de la forêt Miombo agirait négativement sur l'abondance et la diversité de la faune du sol.

MOTS-CLEFS: Miombo, Sol, Acidité, Matière organique, Déforestation, Biodiversité.

1 INTRODUCTION

La forêt est un ensemble fortement dynamique sur de grandes périodes de temps, et qui à chaque instant, reflète les réponses écologiques des populations d'arbres à l'évolution des conditions environnementales [1]. Elle est aussi un écosystème majeur qui fournit de nombreux bienfaits et services aux hommes et couvrent un peu plus de 4 milliards d'hectares dans le monde, ce qui représente 31% de la superficie totale des terres [2].

Les scientifiques, et plus particulièrement les biologistes et les écologues, s'accordent pour souligner le rôle des forêts dans le fonctionnement de la biosphère terrestre [3]. Les forêts tropicales abritent la plus grande partie de la diversité spécifique connue et inconnue sur la terre : plus de 50 % d'espèces animales et végétales (soit 3 à 8 millions d'espèces), dont 80 % d'insectes, 84 % de reptiles, 91 % d'amphibiens et 90 % de primates [4].

Toutefois la pression subie par les forêts continue d'être forte, particulièrement dans les pays en développement à fort couvert forestier [5], [6]. Car à elle seule, la zone tropicale, essentiellement constituée de pays en développement, connaît un rythme de déforestation équivalant à 13 millions d'hectares par an [7]. Cependant, le taux de déboisement annuel de la République Démocratique du Congo est relativement faible soit une valeur estimée de 0,2% de forêt perdue entre 2000 et 2010. Toutefois, la superficie absolue de forêt perdue chaque année est importante soit une estimation de 311000 hectares par an, ce qui représente la septième plus grande perte annuelle de forêt à l'échelle globale [8].

Partant de ce qui précède il devient impérieux d'évaluer l'impact de la dégradation forestière sur la biodiversité car cette dégradation des forêts est un état entraînant toujours des modifications profondes de la structure et du fonctionnement de l'écosystème forestier ainsi que la disparition de la faune.

Cette étude s'inscrit dans cette logique en comparant la structure végétale de trois écosystèmes de la province du Haut-Katanga (la forêt claire Miombo, la savane arbustive et un sol sous culture) et son rapport avec la faune de litière. Ces investigations ont été menées au village LUMATA situé à 45Km de la ville de Lubumbashi le long de la route Kasumbalesa et cela du 19 au 31 mars 2015.

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 CARACTERISATION DES HABITATS

Cette recherche a été menée à Lumata dans trois stations différentes les unes des autres par leur végétation, à savoir : la forêt claire Miombo, la savane arbustive et un sol sous culture.

- **La forêt claire de Miombo** : dans le village de LUMATA, la formation végétale dominante est la forêt claire de MIOMBO se présentant sous des aspects floristiques et physiologiques divers. Les genres caractéristiques de cette forêt sont *Julbenardia*, *Brachystegia* et *Isoberlinia*.



Photo1. Différentes Stations d'échantillonnage à Lumata : en A « champ de manioc » ; en B « forêt claire Miombo » et en C « savane arbustive »

- **La savane arbustive** : Elle était constituée de deux strates, herbacée et arbustive, mais on pouvait reconnaître aussi une forte représentativité des espèces de ces trois genres caractéristiques des Miombo (*Julbenardia*, *Brachystegia* et *Isobertia*) dans la strate arbustive.
- **Le sol sous culture** : c'est un champ à monoculture de manioc (*Manihot esculenta*) où il a été identifié des rejets de forêt claire dont : *Pericopsis angolensis*, *Isobertia sp* et *Vitex madiensis* poussant en auto reboisement.

Après sélection de ces trois milieux, différents échantillons de sols ont été prélevés dans chaque 5cm de la surface jusqu'à 25cm de profondeur pour la détermination de l'humidité, du pH eau-sol et la teneur en matière organique. Le dosage de cette dernière était fait selon la méthode WALKLEY et BLACK basée sur l'oxydation du carbone organique par le dichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) en milieu fortement acide (H_2SO_4) [9]. Ces analyses ont été réalisées aux laboratoires de chimie de l'Institut supérieur pédagogique de Lubumbashi et du Centre de Recherche Agro-Alimentaire (C.R.A.A.) de Lubumbashi.

2.2 RECOLTE ET IDENTIFICATION DE LA FAUNE DE LITIÈRE

La récolte des différentes espèces de la faune de litière était faite par la méthode de retournement de l'écorce et de la chasse. Les différents spécimens récoltés furent décrits et identifiés jusqu'à au niveau de l'ordre par la méthode RBA (Rapid Biodiversity Assessment) [10].

2.3 CALCUL D'INDICES

2.3.1 INDICE DE DIVERSITÉ

Après identification, l'abondance relative et l'abondance moyenne ont été déterminées pour chaque taxon. Pour évaluer la diversité de la faune de litière des sites sélectionnés il a été utilisé l'indice de Shannon H' et l'indice d'équitabilité de Pielou J' calculés à partir des abondances relatives des différents taxons selon les formules suivantes [11] :

$$H' = - \sum_{i=1}^N p_i * \log_2(p_i)$$

Avec : H' : indice de Shannon

p_i : Abondance relative du taxon i par rapport aux autres taxons soit : $p_i = \frac{n_i}{N}$

N : nombre total de taxons

Cet indice prend donc en compte le nombre de taxons présents ainsi que la proportion d'individus dans chaque taxon. Il augmente avec le nombre de taxons et/ou avec l'équirépartition des individus au sein de chaque taxon [11].

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}} = \frac{H'}{\log_2(N)}$$

Avec : J' : Indice d'équitabilité de Pielou

Cet indice prend en compte l'équirépartition des individus par taxon. Il varie de 0 (un seul taxon) à 1 (même nombre d'individus dans chaque taxon).

2.3.2 FREQUENCE D'OCCURRENCE

Pour caractériser la présence d'un taxon dans un milieu il a été calculé des fréquences d'occurrence FO par taxon i , par la formule suivante [11] :

$$FO_i = \frac{E_i}{E_t}$$

Avec : E_i : le nombre d'échantillons où le taxon i est présent

E_t : le nombre total d'échantillons.

Selon cette formule, la présence d'un taxon est considérée comme fréquente lorsque $FO \geq 75\%$, commune lorsque $75\% > FO \geq 50\%$, occasionnelle lorsque $50\% > FO \geq 25\%$, rare lorsque $25\% > FO \geq 10\%$ et accidentelle lorsque $FO < 10\%$ [11].

2.4 ANALYSES STATISTIQUES

Les différences significatives de peuplements biologiques entre les habitats ont été testées statistiquement par la comparaison des variances et l'analyse de la variance (ANOVA) alors que le test « t » de Student a été utilisé pour comparer les habitats 2 à 2. Les résultats obtenus ont été exprimés à un degré de signification de $P_{0,05}$.

3 RESULTATS

3.1 CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES HABITATS

Les graphiques 1, 2, 3 et 4 reprennent les résultats sur la détermination de l'humidité, du pH et de la matière organique des sols de la forêt claire, de la savane arbustive et sous culture. Ces résultats montrent que l'humidité des sols est grande en forêt suivi des sols sous culture et de la savane. Ce constat est le même qu'en ce qui concerne l'acidité et la matière organique. En comparant les différentes moyennes deux à deux (test t de Student) des variations significatives de pH et de concentration en matière organique entre les milieux ont été observée.

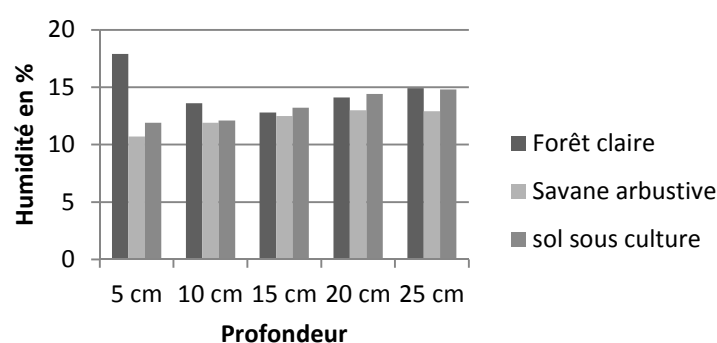


Figure 1. La teneur en eau des sols récoltés

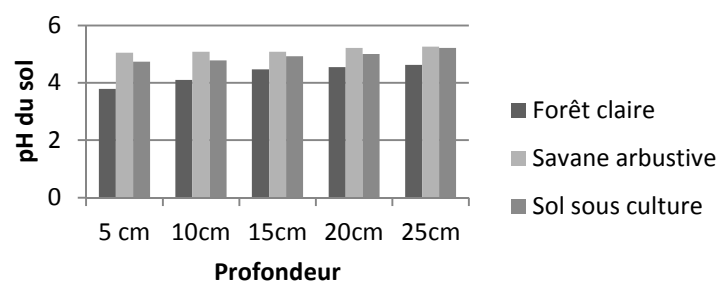


Figure 2. Variation du pH des sols récoltés

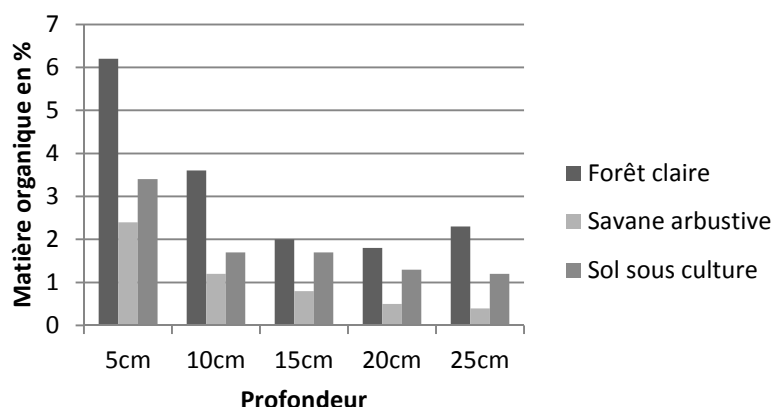


Figure 3. Concentration en matière organique des sols analysés par sites

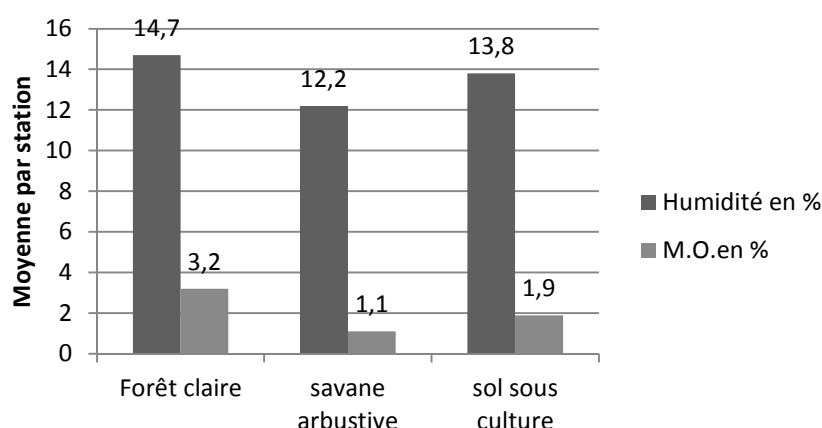


Figure 4. Valeurs moyennes de l'humidité et de la matière organique par station

3.2 INVENTAIRE SYSTEMATIQUE DE LA FAUNE DE LITIÈRE

Au total 1147 individus de la faune de litière étaient récoltés au cours de cette étude et repartis en 9 ordres repris dans le tableau 1 avec leur abondance relative. Ce tableau illustre que la distribution des ordres inventoriés varie en fonction de l'écosystème considéré. La forêt claire se classe en tête avec 59,8% suivi du sol sous culture (30,4%) et de la savane (9,8%).

Tableau 1. Abondance relative (en %) des taxons identifiés

N°	Taxons	Code	Forêt claire		Savane arbustive		Sol sous culture		Total	
			Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%
1	Aranéides	Ara	41	3,5	19	1,7	0	0	60	5,2
2	Coléoptères	Col	94	8,2	30	2,6	102	8,9	226	19,7
3	Isoptères	Iso	108	9,4	32	2,7	64	5,6	204	17,8
4	Hémiptères	Hé	48	4,2	6	0,5	44	3,8	98	8,5
5	Hyménoptères	Hy	134	11,7	16	1,4	47	4,1	197	17,2
6	Lépidoptères	Lép	73	6,3	0	0	0	0	73	6,4
7	Oligochètes	Oli	89	7,8	0	0	23	2,0	112	9,8
8	Orthoptères	Or	78	6,8	9	0,7	68	5,9	155	13,5
9	Spirobolides	Spi	22	1,9	0	0	0	0	22	1,9
Total			687	59,8	112	9,8	348	30,4	1147	100

Dans la figure 5 ci-dessous il ressort que les indices de diversité dans la forêt ($H' = 0,362$ et $J' = 0,051$) sont plus élevés que dans le sol sous culture ($H' = 0,307$ et $J' = 0,0435$) et la savane arbustive ($H' = 0,227$ et $J' = 0,032$).

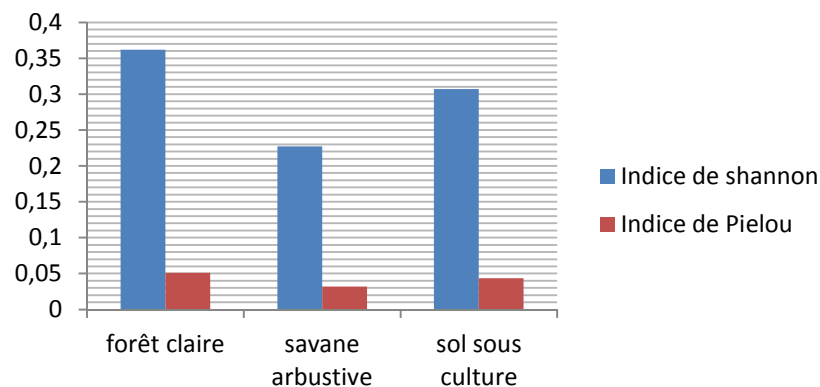


Figure 5 Indices de diversité

La fréquence d'occurrence et l'abondance moyenne de différents taxons sont respectivement reprises dans la figure 6 et la figure 7.

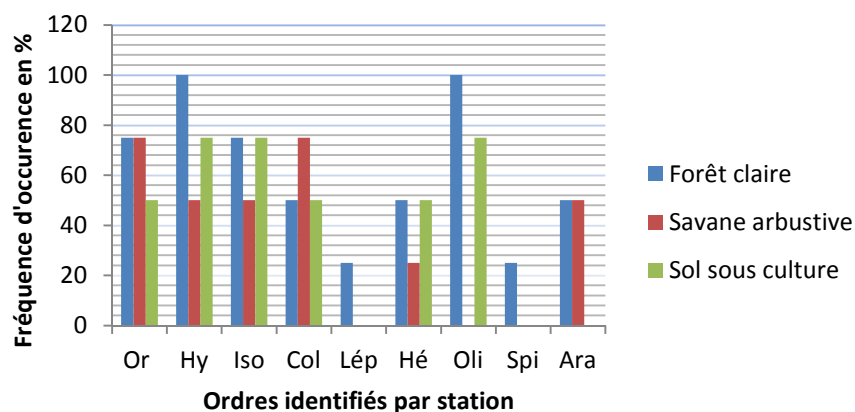


Figure 6. Fréquences d'occurrences de différents taxons identifiés par station

Selon ce graphique, les ordres les plus fréquents en forêt claire sont ceux des *Orthoptères* (75%), *Hyménoptères* (100%), *Isoptères* (75%) et *Oligochètes* (100%); en savane on a noté les ordres ci-après comme fréquents : *Orthoptères* (75%) et *Coléoptères* (75%) et dans le sol sous culture trois ordres ont été notés fréquents : *Oligochètes* (75%), *Isoptères* (75%) et *Hyménoptères* (75%).

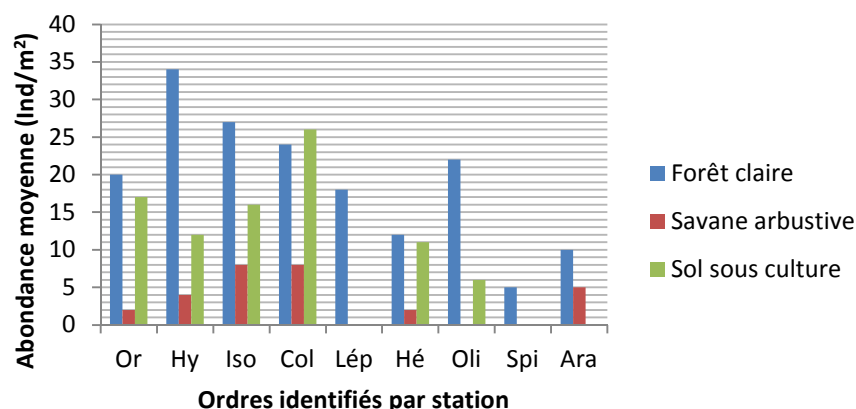


Figure 7. L'abondance moyenne des différents ordres identifiés par station

Cette figure 3 illustre que l'abondance moyenne des ordres identifiés varie de 0 à 35 individus/m² et est fonction de l'écosystème considéré. Ainsi, la forêt claire se classe une fois de plus en première position dans la plupart des ordres identifiés sui du sol sous culture et de la savane arbustive.

4 DISCUSSION

De par les investigations faites dans cette étude on constate que les sols de Lumata sont en général acides. Cependant le pH de ces sols varie en fonction de l'écosystème considéré et de la profondeur car les échantillons récoltés en forêt claire Miombo ont accusé une acidité assez importante avec la plus faible valeur de pH de 3,79 différente de celle qui observée en savane où la plus grande acidité correspond à un pH de 5,05 alors que dans le champ le plus faible pH est de 4,74. Ceci démontre que le pH des sols est fonction de la végétation [12].

Pour ce qui concerne la matière organique, de manière générale, on constate la différence significative en fonction de la profondeur [13] et de l'écosystème. En observant les plus grandes teneurs dans les sols de la forêt claire (soit une moyenne de 3,2%) il y a lieu de conclure que la matière organique serait aussi fonction de l'acidité car le sol le plus acide est celui qui est le plus riche en matière organique. Le stock de carbone dépend de la production végétale qui amène au sol de la matière organique fraîche sous forme de litière aérienne et racinaire [14]. En outre la forêt primaire originelle est l'écosystème qui contient le plus de carbone et tout changement dans la gestion de tels écosystèmes induirait des changements majeurs dans la dynamique du carbone, avec comme résultat des stocks plus faibles que dans la forêt originelle [15]. Ce qui a été le cas pour le sol de culture et la savane arbustive avec des teneurs moyennes en matière organique respectives de 1,9% et 1,1%.

En rapport avec la diversité de la faune de litière, il ressort des résultats obtenus une variation significative de l'abondance relative entre les milieux classant la forêt en tête suivi du champ de manioc et de la savane en dernière position. Ce constat, confirmé aussi par les indices de diversité calculés, constitue une preuve irréfutable que la dégradation de la forêt agit de manière négative sur la diversité de la faune de litière.

Les espèces inventoriées appartiennent à 9 ordres différents cités par ordre d'importance comme suit : *Coléoptères*, *Isoptères*, *Orthoptères*, *Hyménoptères*, *Oligochètes (Vers de terre)*, *Hémiptères*, *Lépidoptères*, *Aranéides* et *Spirobolides*. Les *Lépidoptères* et *Spirobolides* n'ont pas été identifiés dans la savane et le champ cultivé ; les *Oligochètes* ont manqué dans la savane ce qui pourrait justifier la pauvreté de son sol en matière organique car les lombrics repartissent les matières organiques dans le profil du sol [16]. En analysant les variances (ANOVA) de ces taxons dans les trois milieux sélectionnés, il a été observé que seuls les *Coléoptères* et les *Isoptères* ont eu des différences significatives.

En établissant la corrélation entre les résultats de la faune et ceux des teneurs en matière organique des sols, on constate que la quantité, la diversité et l'activité de la faune du sol sont en relation directe avec la présence de la matière organique [17].

5 CONCLUSION

Cette étude a été essentiellement axée sur l'évaluation de l'impact de la dégradation des forêts sur la diversité de la faune de litière. Pour ce faire trois sites différents par leur végétation ont été sélectionnés : la forêt claire MIOMBO, la savane arbustive et un sol sous culture.

Des investigations faites, il ressort que la dégradation de la forêt claire MIOMBO a un impact négatif sur la teneur en matière organique du sol et corrélativement sur la diversité et l'abondance de la faune de litière. Car la matière organique du sol stimule l'activité biologique, étant à la fois source d'énergie et d'éléments nutritifs pour les organismes du sol. Cependant, la mise en culture des sols joue un rôle positif sur la séquestration du carbone organique et l'abondance de la faune du sol.

Ainsi, considérant le rôle de cette faune dans la pédogénèse, sa disparition induirait la destruction des sols qui perdraient leurs aptitudes à remplir les fonctions agricoles et écologiques. Il s'avère donc nécessaire d'assurer une gestion rationnelle des écosystèmes forestiers pour sauvegarder au sol toutes ses propriétés.

REFERENCES

- [1] SHUGART, H. H. and NOBLE, I. R., *A computer model of succession and fire response of the high-altitude Eucalyptus forest of the Brindabella Range, Australian Capital Territory*. Australian J. Ecology pp149-164 1981
- [2] FAO, *Situation des forêts dans le monde 2011*, [Online] Available: <http://www.fao.org/docrep/013/i2000f/i2000f.pdf> (October 14, 2015)
- [3] TSAYEM D. M., *Caractérisation et suivi de la déforestation en milieu tropical par télédétection application aux défrichements agricoles en Guyane française et au Brésil*, thèse de doctorat, à l'université d'Orléans, pp22-26, 2002
- [4] PUIG H., GUELLY A. K., *Apports de la télédétection à l'étude de la reconquête forestière dans quelques savanes de l'Afrique de l'Ouest*, pp 167-169, In *Dynamique à long terme des écosystèmes forestiers intertropicaux*, 1996
- [5] PROISY C., *Apport des données radar à synthèse d'ouverture pour l'étude de la dynamique des écosystèmes forestiers*, Thèse de Doctorat en Télédétection Spatiale de la Biosphère Continentale, Université Paul Sabatier, TOULOUSE III pp9,10, 1999
- [6] MUSAMPA C., MANE L., LOLA AMNI P., BERTZKY M., RAVILIOUS C., OSTI M., MILES L., KAPOV V., DICKSON V., ***Cartographie des bénéfices liés à la biodiversité dans le cadre du REDD+ République Démocratique du Congo***, Préparé par UNEP-WCMC, Cambridge, Royaume Uni, Ministère de l'Environnement, Conservation de la nature et Tourisme de la RDC et l'Observatoire Satellitaire des forêts d'Afrique Centrale, 2012
- [7] FAO, *Situation des forêts dans le monde 2012*, [Online] Available: <http://www.fao.org/forestry/sofo/fr/> (March 6, 2016)
- [8] FAO, *The state of forests in the Amazon basin, Congo basin and Southeast Asia*. A report prepared for the summit of the three Rainforest Basins Brazzaville, Republic of Congo, 31 May-3 June, 2011 Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), International Tropical Timber Organization (ITTO), Rome Italy, 2011
- [9] Centre d'Expertise en Analyse Environnementale du Québec et Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, *Détermination de la matière organique par dosage du carbone organique dans les sols Agricoles : méthode Walkley-Black modifiée*, ma. 1010 – wb 1.0, ministère de l'environnement Du Québec, p10. 2003
- [10] PORTE B., *Estimation de la biodiversité par une méthode simplifiée d'identification des arthropodes, Approche paysagère à l'échelle du territoire viticole des Costières de Nîmes*, Stage de Master 2, Institut Français de la Vigne et du Vin, pp16-18, 2011
- [11] BRUN S., *Première approche spatiotemporelle de la biodiversité aquatique d'un marais littoral, Analyse particulière des communautés benthiques, supra-benthiques et ichtyologiques*, Mémoire de Master 2 en Ecologie et Ethologie, université de Jean Monet, p7, 8, 2011
- [12] DABIN B., *Les sols tropicaux acides*, Cah. ORSTOM, ser. Pedol., vol. XXI, no 1, pp7-19, 1985
- [13] ARROUAYS D., FELLER C., JOLIVET C., SABY N., ANDREUX F., BERNOUX M. ET CERRI C., *Estimation de stocks de carbone organique des sols à différentes échelles d'espace et de temps*, *Étude et Gestion des Sols*, Volume 10 (4), pp347-355, 2003
- [14] ROBERT M., et SAUGIER B., *Contribution des écosystèmes continentaux à la séquestration du carbone*, EDAFOLOGIA, vol.11 (1), pp.45-65, 2004
- [15] WOOMER, *Livre blanc sur la protection des forêts naturelles en France*, Kotto, Lausanne, p17, 1998
- [16] ZHANG Q. L. and Hendrix P. F., *Earthworm (Lumbricus rubellus and Aporectodea caliginosa) effects on carbon flux in soil*. *Soil Science Society of America Journal*/59, 3, 816-823, 1995
- [17] GODEFROY J. et JACQUIN F., *Influence de la végétation sur l'humification en sol ferrallitique*, ORSTOM, série Pédol., vol. XIII, no 314, Abidjan, pp 280-295, 1975.

Modélisation numérique du transport de solutés : prévision des risques de contamination de la nappe des Niayes (Sénégal) par les pesticides

[Modeling solute transport in unsaturated porous media: predicting risk of groundwater contamination in the Niayes area (Senegal) by the use of pesticides]

El hadji Bamba DIAW¹, Mamadou Lamine Lo¹, Mamadou Wade¹, Seydou Ndao², Ablaye Diallo¹, and Grégoire SISSOKO⁴

¹Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Eau et de l'Environnement (LaSTEE), Ecole Polytechnique de Thiès BPA 10 Thiès, Senegal

²Université de Thiès, UFR Sciences et Technologie, Cité Malick Sy, BP 967, Thiès, Senegal

³Faculté des Sciences et Techniques, Département de Physique, Université Cheikh Anta DIOP de Dakar, Senegal

Copyright © 2016 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 Niayes area is an agricultural region where market gardeners use a lot of fertilizers and pesticides. With irrigation, water infiltration can lead with it chemicals that can reach the groundwater that is used for drinking by the population and other domestic activities. The study presented in this paper is to assess the risk of contamination of the groundwater consecutive to the use of chemicals in the Niayes area. To perform this, we used the HYDRUS-1D software to model and visualize the spread of flow concentration of the constituent considered as pollutant from the soil surface to the water table. For pollutants we considered in our simulations, urea and NPK 46% mainly used in the Niayes area. The amounts of fertilizer considered in the simulations are those recommended by the Regional Agriculture Center of Thiès. The study shows that nitrates are not retained by the soil (behavior of a tracer with little or no ion exchange), thus easily reach into groundwater. They move with the irrigation water along the profile. On the other hand, by introducing parameters such as the coefficient of distribution or the kinetics degradation constant in NPK, we achieved a considerable reduction in final concentration. The study also shows that the drainage time it takes for a substance to reach the table is not the same for the different soils. However, it will be noted that with the crop intensification observed, the groundwater of the Niayes area is exposed to an obvious contamination.

KEYWORDS: Niayes, groundwater, irrigation, pesticides, modeling.

RESUME: La zone des Niayes est une région agricole où les producteurs maraichers utilisent une grande quantité de pesticides. Avec l'arrosage, l'infiltration des eaux peut entraîner avec elle des substances chimiques qui peuvent atteindre l'eau de la nappe phréatique qui est consommée par les populations de la zone. L'étude présentée dans cet article, vise à évaluer les risques de contamination de la nappe consécutifs à l'utilisation des produits chimiques dans la zone des Niayes. Pour ce faire, nous avons utilisé le logiciel hydrus-1D [1] pour modéliser et visualiser la propagation du flux de concentration du constituant considéré comme polluant depuis la surface du sol jusqu'au niveau de la nappe. Pour les polluants nous avons considéré dans nos simulations, l'urée et le NPK 46% majoritairement utilisés dans la zone des Niayes. Les quantités d'engrais considérées dans les simulations sont celles préconisées par le centre régional d'agriculture de Thiès. L'étude montre que les nitrates n'étant pas retenus par les sols, parviennent facilement dans les eaux souterraines. Ils se déplacent avec l'eau de l'irrigation le long du profil. Par contre, en introduisant les paramètres tels que le coefficient de distribution ou la constante cinétique de dégradation dans le NPK, nous avons obtenu une diminution considérable de la concentration finale. L'étude montre également que le temps de drainage que met une substance pour atteindre la nappe n'est pas le même pour les

différents sols. Cependant, il faudra noter qu'avec l'intensification des cultures, la nappe de la zone des Niayes se trouve exposée à une contamination évidente.

MOTS-CLEFS: Niayes, nappe souterraine, irrigation, pesticides, modélisation.

1 INTRODUCTION

Le développement de l'agriculture est accompagné par l'utilisation des produits phytosanitaires ou pesticides partout dans le monde. Cette utilisation de pesticides a montré ses avantages notamment dans l'augmentation des rendements de production par l'élimination ou la réduction des déprédateurs des cultures. Toutefois, derrière ces bienfaits, se cachent des effets insidieux dont les méfaits sur l'environnement, la qualité des produits agricoles, et la santé des populations sont considérables. Sur ce dernier point, l'OMS estime à plus d'un million de personnes victimes annuellement d'intoxication dont vingt mille en sont morts [2]. L'agriculture au Sénégal comme partout ailleurs dans les pays Sahéliens utilise beaucoup de pesticides notamment dans les cultures de rente et de haute valeur ajoutée. La zone des Niayes, principal lieu de production et d'approvisionnement de produits horticoles connaît ces mêmes problèmes qui se manifestent par l'utilisation massive et abusive des pesticides, la contamination des ressources en eau de la nappe phréatique [3], [4], [5]. Cette zone agricole qui s'étale de Dakar à Saint-Louis avec une longueur de 180 km sur 20 km de large, regroupe près de 80% de la production maraîchère et horticole du Sénégal. Du fait de la nécessité de satisfaire les besoins du marché local et étranger, les paysans s'adonnent à une politique d'intensification de la production agricole. Cela nécessite l'utilisation de certaines substances comme l'engrais, les pesticides ou des eaux usées brutes pour l'arrosage des plantes. La zone étudiée est constituée de six sites majoritairement sableux. Lorsqu'on considère un écoulement vertical, l'infiltration des eaux peut entraîner avec elle des substances chimiques qui peuvent atteindre la nappe phréatique [6]. L'eau de la nappe est utilisée pour les activités agricoles ou comme boisson par les populations et pour abreuver le bétail. Ainsi, la contamination des eaux de la nappe entraîne des conséquences graves sur la santé des populations, l'environnement et le cheptel [7]. Il est clair que dans ces conditions, la qualité des eaux souterraines dépend de notre aptitude à apprécier le risque de transfert de polluants en fonction des choix de gestion des sols qui sont faits [8]. L'objectif de cette étude est non pas de quantifier la pollution en tant que telle ni de citer les zones déjà polluées, mais plutôt d'évaluer les risques de contamination de la nappe consécutifs à l'utilisation de produits chimiques par les agriculteurs de la région. Ceci est d'autant plus justifié que ces produits phytosanitaires, ces engrais chimiques, ces eaux usées peuvent à la longue constituer des polluants à force de s'accumuler dans le profil du sol [9], [10]. La démarche utilisée dans ce travail consiste à étudier d'abord le milieu poreux non saturé et ensuite le milieu saturé. Ces deux milieux constituent l'élément essentiel du sol et jouent le rôle de filtre pour l'eau souterraine [11]. En effet, selon l'épaisseur de la zone non saturée, le polluant peut atteindre ou non la nappe. L'aquifère peut influencer également sur la potabilité de l'eau souterraine [12]. Dans ce travail, l'étude de la migration des eaux et des polluants dans les sols repose sur une modélisation numérique qui est devenue incontestablement le principal moyen pour étudier le transfert d'eau et de solutés dans les sols à l'échelle régionale. Alors que l'étude expérimentale permet de rendre compte d'un état de fait donné c'est-à-dire la durée pendant laquelle l'expérience a été menée, la modélisation numérique représente un outil prévisionnel pour une gestion rationnelle. Le logiciel hydrus-1D [1] a été utilisé pour les simulations. Il nous a permis de simuler la propagation du flux de concentration du constituant considéré comme polluant depuis la surface du sol jusqu'à la profondeur de la nappe. La connaissance des caractéristiques hydrodynamiques des sols est nécessaire pour effectuer ces simulations. La substance est considérée comme étant non radioactive, avec une concentration donnée issue des quantités recommandées par le centre régional d'agriculture de Thiès.

2 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

2.1 SITUATION GÉOGRAPHIQUE

Située sur la frange littorale Nord sénégalaise (figure 1), la zone des Niayes se caractérise par des conditions physiques et climatiques favorables qui sont le support des activités agropastorales (horticulture, aviculture et production laitière) qui s'y développent.

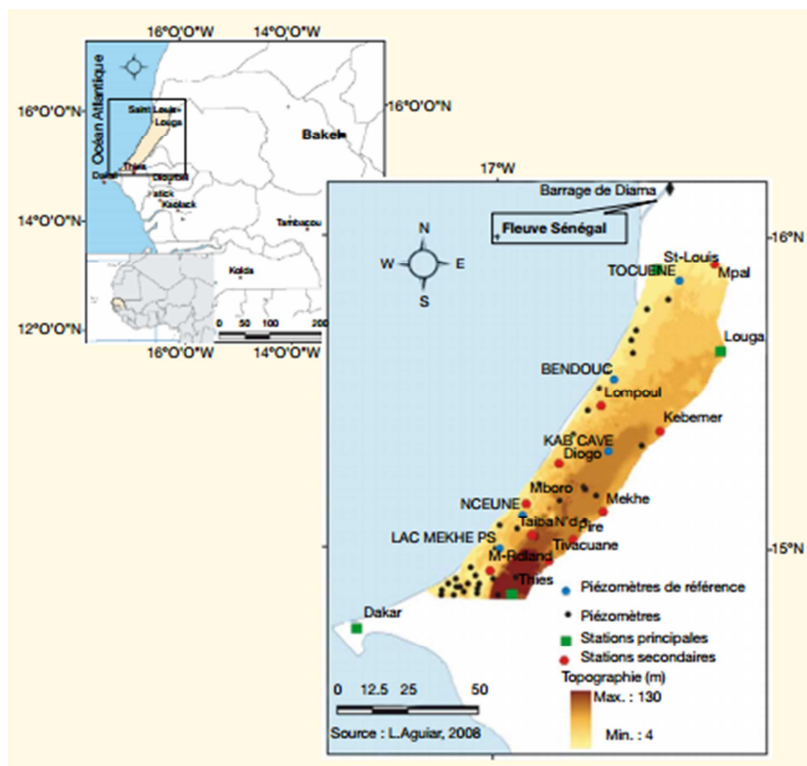


Fig. 1. Zone des Niayes

Les Niayes sont ainsi des cuvettes interdunaires plus ou moins inondées, permanentes ou semi-permanentes situées dans des dépressions entre dunes rouges (Nord de Mboro) ou des dépressions entre dunes internes et dunes du littoral (Sud de Mboro). Elles sont les traces de petites rivières formées pendant les régressions recoupant les dunes et que la mer a ensuite envahies. Les communications ont peu à peu disparu avec la formation du cordon littoral. On note les principales Niayes entre Mboro et Loumpoul avec en particulier celles de Mboro, le lac Tamna et Mekhé qui sont les plus grandes.

Certaines de ces « Niayes », disposant de nappes douces, ont permis l'installation de cultures maraîchères à forte utilisation de main d'œuvre, et dont près de 60 % de l'activité journalière est consacrée à l'arrosage manuel sur sols sableux.

Cette bande côtière longue de 180 km sur une vingtaine de kilomètre de large, produit plus de 80 % des cultures maraîchères du pays, renferme 1% du cheptel bovin, 3% des petits ruminants et une part très importante de l'aviculture industrielle. L'étroitesse de ce milieu, partagé entre habitat et agriculture, traduit toute une stratégie d'intensification des systèmes agricoles aussi bien au niveau des petits que chez les grands producteurs.

La zone des Niayes se caractérise aussi par sa vulnérabilité notamment, dans sa géologie, ses ressources végétales et plus particulièrement ses ressources en eau souterraine. La nappe affleure dans les dépressions de la bordure du massif dunaire, provoquant la formation de marais temporaires ou permanents appelés Niayes qui donnent leur cachet particulier à cette région. Elles constituent en effet des zones verdoyantes où se pratiquent des cultures saisonnières. Les Niayes sont alimentées par la nappe et donc leur ennoiment est lié au régime de drainage et d'alimentation de la nappe. Cette dernière est à la fois utilisée pour l'agriculture et comme eau de boisson. L'aquifère est constitué essentiellement de sables qui se sont déposés durant l'ère du quaternaire, ce qui traduit toute la vulnérabilité de la nappe vis-à-vis de toute forme de pollution d'origine agricole et/ou domestique. La piézométrie de la nappe se caractérise par un dôme piézométrique très prononcé au centre-sud du secteur qui s'affaisse vers le nord jusqu'à l'isopièze zéro [13]. La nappe est ainsi de type côtier et s'écoule vers l'océan avec une pente en bordure de mer voisine de 0,5% et vers la nappe des calcaires lutétiens à l'est.

2.2 LES SOLS DE LA ZONE DES NIAYES

La géomorphologie de la zone des Niayes est caractérisée par le manteau des sables quaternaires qui recouvre les formations géologiques anciennes. De manière schématique, et en partant du littoral, on peut successivement observer : i) un cordon dunaire côtier de sable vif, d'une largeur de 200 à 300 m mais qui s'étend davantage par endroit et menace les

zones intérieures ; ii) des dunes plus ou moins fixées, entrecoupées de dépressions plus ou moins humides ; iii) des sables rouges constituant des sols ferrugineux, situés en bas de pente ; iv) des sols tourbeux localisés dans les pointes bas des dépressions comportant un horizon superficiel composé de matière organique en décomposition, très acide et à salinité assez élevée ; v)- des vertisols, limités à la zone de Sébikotane, caractérisés par une teneur élevée en montmorillonite. Les sols sont à texture dominante sablonneuse variant des types Dior, Deck Dior à Deck avec un degré dégressif de lessivage des argiles et une teneur en matières organiques et minérales généralement faible.

Les données de sols utilisées dans cet article, proviennent d'un travail réalisé par Ndiaye et al. [13] dans le cadre du Projet d'Appui à l'Entreprenariat Paysan de la région des Niayes Sénégal (PAEP). Plusieurs paramètres ont été étudiés mais nous considérons juste ceux nécessaires pour la présente étude.

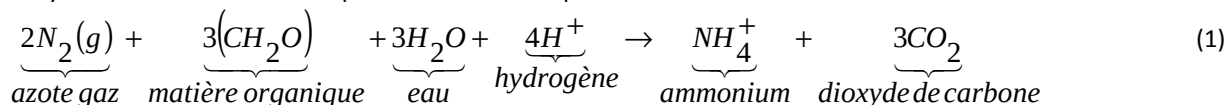
3 MATÉRIELS ET MÉTHODES

3.1 PRESENTATION DE LA SUBSTANCE POLLUANTE : LES RAISONS DU CHOIX

La substance considérée dans cette partie est l'azote. C'est une molécule présente dans la majorité des engrais chimiques sous forme de pourcentage et participe à la croissance des plantes. Un engrais est toute substance naturelle ou synthétique que l'on ajoute au sol pour apporter les éléments nutritifs aux végétaux notamment l'azote (N), le phosphore (P_2O_5) et le potassium (K_2O). Dans la zone des Niayes on utilise plusieurs engrais mais la prédominance de l'urée 46-0-0 et du NPK 10-10-20, nous a poussé à ne considérer que ces deux types. La molécule d'azote (N_2) est essentiellement présente dans l'air, mais dans l'eau et le sol où elle est sous forme de nitrates (NO_3^-) et de nitrites (NO_2^-). Toutes ces substances appartiennent au cycle de l'azote.

3.1.1 LE CYCLE DE L'AZOTE

Le cycle de l'azote est très complexe et aboutit à la production des nitrates ou nitrites.



Les sols où le Ph est élevé, l'ammonium se transforme en ammoniac gazeux.



La nitrification transforme les produits de la fixation (NH_4^+ , NH_3) en NO_x (soient NO_2^- et NO_3^-), des nitrites et des nitrates. C'est une réaction d'oxydation qui se fait par catalyse enzymatique reliée à des bactéries dans les sols et dans l'eau. La réaction en chaîne est de type :



Soit :



L'azote ammoniacal est une forme essentiellement transitoire, c'est la première transformation dans le sol de l'azote organique. Ainsi, du fait de la présence de l'eau, on peut aboutir à la formation des nitrates ou nitrites en passant par l'ammonium. Les nitrates, très solubles dans l'eau, sont entraînés par lessivage vers les profondeurs du sol. Ils suivent l'eau dans ses déplacements et peuvent descendre à une vitesse qui dépend essentiellement de la teneur en eau et des caractéristiques hydrodynamiques. Ils se déplacent à la vitesse de l'eau comme un bon traceur sans interaction avec le milieu ou avec peu d'échanges d'ions [11]. Ils peuvent également, s'ils n'ont pas migré à trop grande profondeur, remonter dans le profil du sol par capillarité, en période sèche. Dans cette étude, nous allons considérer l'urée comme traceur (moins de cations) et donc ne réagit pas avec le milieu. Les échanges cationiques dans le cas du NPK seront plus importants.

3.1.2 EFFETS DES NITRATES SUR LA SANTE

On sait que les nitrates et les nitrites ont plusieurs effets négatifs sur la santé lorsque l'épandage est excessif. Parmi ces effets nous pouvons citer : i) – les réactions avec l'hémoglobine du sang, provoquant une diminution des capacités de transport de l'oxygène (nitrite) ; ii) – la diminution du fonctionnement de la glande thyroïde (nitrate) ; iii) – le manque de vitamine A (nitrate) ; iv) – la production de nitrosamines, qui sont connues comme l'une des causes les plus communes de cancer (nitrates et nitrites) [14].

3.1.3 QUANTIFICATION DE L'AZOTE

Selon les informations recueillies au Centre Régional d'Agriculture de Thiès, les normes autorisées dans la zone des Niayes sont 100 kg/ha pour l'urée et 150 kg/ha pour le NPK 10-10-20. Nous allons ramener cette quantité au mètre carré pour calculer le nombre de mol. La concentration étant en nombre de mol par quantité de volume, nous allons considérer un litre de solution. Pour l'urée : 46% de N_2 ce qui nous donne une masse de $4,6 \text{ g/m}^2$, la concentration molaire sera alors de $0,160 \text{ mol/l/m}^2$ soit 160 mmol/l/m^2 . Pour le NPK 10-10-20 : 10% de N_2 ce qui nous donne une masse de $1,5 \text{ g/m}^2$; la concentration molaire sera alors de $0,107 \text{ mol/l/m}^2$ soit 107 mmol/l/m^2 . Ces valeurs de concentrations seront des données d'entrée pour le modèle de simulation.

3.2 MODELISATION DU TRANSPORT DE POLLUANT DANS LA ZONE D'ETUDE

Lors du transport de solutés, on assiste à un déplacement du front de concentration de la surface vers les profondeurs. Pour étudier ce phénomène nous utilisons un modèle numérique de simulation appelé Hydrus-1D.

3.2.1 PRESENTATION DU LOGICIEL HYDRUS-1D (ŠIMUNEK J. AND AL., 2008)

Hydrus-1D est un logiciel de simulation des transferts d'eau et de polluants en milieu poreux non saturé basé sur la méthode des éléments finis en termes de discrétisation temporelle et spatiale (approximation d'ordres supérieurs en temps et espace). Il est développé par l'Agricultural Research Service de l'US Department of Agriculture (USDA) à Riverside en Californie, en collaboration avec l'International Ground Water Modeling Center (IGWMC). La version 4.0 permet de simuler entre autres les écoulements de l'eau, le transport de solutés et le transfert de chaleur en une dimension dans un milieu variablement saturé en eau. Les simulations peuvent être conduites en milieu homogène comme en milieu hétérogène et peuvent intégrer le transport de plusieurs solutés. Le logiciel contient un générateur de maillage pour la discrétisation spatiale du domaine à modéliser. Il fonctionne dans un environnement Microsoft Windows avec une interface interactive pour la saisie des paramètres et la présentation des résultats. Les paramètres hydrodynamiques d'entrée pour le sol sont ceux du modèle de Van Genuchten [15].

Pour le soluté, les paramètres considérés sont ceux de l'équation de convection dispersion du transport de soluté réactif ou non.

3.2.2 LE MODELE MATHEMATIQUE DANS HYDRUS-1D

Pour étudier les mécanismes de transport de soluté en milieu poreux saturé ou non, plusieurs modèles mathématiques sont utilisés. Quel que soit le schéma retenu, il est soumis à des critères de discrétisation en temps et espace.

L'équation de convection-dispersion en 1D, utilisée pour décrire le transport vertical d'un soluté réactif en milieu poreux partiellement saturé en eau [11], peut s'écrire de la manière suivante :

$$\frac{\partial(\phi S_w C + \rho_s(1-\phi)C_s)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(\phi S_w D \frac{\partial C}{\partial z} \right) - \frac{\partial}{\partial z} (qC) - \mu(\phi S_w C + \rho_s(1-\phi)C_s) \quad (6)$$

$C [\text{M.L}^{-3}]$ représente la concentration du soluté, $q [\text{L.T}^{-1}]$ est la vitesse de Darcy, $\phi [-]$ et la porosité, $S_w [-]$ est le degré de saturation en eau, $\rho_s [\text{M.M}^{-1}]$ est la masse volumique de la phase solide, $\mu [\text{T}^{-1}]$ est la constante cinétique de dégradation et $D [\text{L}^2 \text{T}^{-1}]$ représente le coefficient de dispersion hydrodynamique. En utilisant la dispersion effective en milieu non saturé, on obtient :

$$\theta D = |q| \lambda_L + \theta D_m \tau \quad (7)$$

θ [$L^3 L^{-3}$] est la teneur en eau volumique du milieu, liée au degré de saturation par la relation $\theta = \phi S_w$, λ_L [L] est la Dispersivité longitudinale, τ [-] est la tortuosité et D_m [$L^2.T^{-1}$] est la Diffusion moléculaire.

En introduisant R facteur de retard, dépendant de la saturation en eau, dans l'équation (6) on obtient :

$$\frac{\partial(R\theta C)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(\theta D \frac{\partial C}{\partial z} \right) - \frac{\partial}{\partial z} (qC) - \mu \theta RC \quad (8)$$

$$\text{Avec } R = 1 + \frac{\rho_b (1 - \phi) K_d}{\theta} \quad (9)$$

$$R = 1 + \frac{\rho_b K_d}{\theta} \quad (10)$$

$$\text{En posant } \rho_b = \rho_s (1 - \phi) \quad (11)$$

K_d [$L^3.M^{-1}$] représente le coefficient de distribution et ρ_b [$M.L^{-3}$] est la masse volumique apparente.

3.2.3 DESCRIPTION PHYSIQUE DU SOL

La description physique d'un sol non saturé correspond tout d'abord à la détermination des deux fonctionnelles $h(\theta)$ et $K(\theta)$ connues sous le nom de courbes caractéristiques du sol. Elles représentent respectivement la loi de rétention de l'eau par le sol et celle de l'évolution de la conductivité hydraulique suivant l'état de saturation du sol. La connaissance de ces deux fonctionnelles permet de procéder à la détermination des paramètres hydrodynamiques qui sont des caractéristiques intrinsèques de chaque type de sol. Plusieurs équations analytiques ont été proposées par divers auteurs et suite aux travaux de Russo [16], nous avons utilisé les fonctions analytiques de Mualem-Van Genuchten qui semblent donner de meilleurs résultats. Ces relations sont les plus couramment utilisées et s'expriment à travers les équations suivantes:

$$\theta(h) = \frac{\theta_s - \theta_r}{\left[1 + (\alpha|h|)^n \right]^m} + \theta_r \quad (12)$$

$$K(h) = K_s \frac{\left\{ 1 - \alpha(h)^{n-1} \left[1 + (\alpha|h|)^n \right]^{-m} \right\}^2}{\left[1 + (\alpha|h|)^n \right]^{\frac{m}{2}}} \quad (13)$$

θ_r [LL^{-3}] représente la teneur en eau résiduelle, θ_s [LL^{-3}] est la teneur en eau à saturation, K_s [LT^{-1}] est la conductivité hydraulique à saturation, α [L^{-1}] et n [-] représentent des coefficients de forme (forme de la courbe de rétention) et sont caractéristiques du type de sol considéré. Alors que les autres paramètres sont obtenus après calage de la fonction de Van Genuchten sur la courbe $h(\theta)$ déterminée au préalable, la conductivité hydraulique à saturation peut être obtenue soit par des mesures *in situ*, soit par des mesures au laboratoire ou encore en utilisant les propriétés granulométriques ou composantes texturales.

Le tableau n°1 présente les données du sol qui seront utilisées comme paramètres d'entrées dans le logiciel Hydrus-1D pour la réalisation des simulations numériques. Dans les différents sols nous remarquons qu'on a une structure à caractère sableux.

Tableau 1. Caractéristiques physiques et hydrodynamiques des sols

Données \ sites	Darou Ndoye	Gabar	Sao Peulh	Fass Boye	Mboro	Touba Ndiaye
Conductivité hydraulique à saturation K_s (10 ⁻⁵ m/s)	5,30	35,27	4,86	34,69	6,44	20,88
Porosité %	46	39	66	27	49	64
Densité Apparente	1,42	1,62	0,90	1,92	1,34	0,96
Profondeur (cm)	160	190	200	170	200	140
Dispersivité α_L [L]	10					
α	0,145					
θ_s	0,43					
θ_r	0,045					
n	2,68					

4 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

4.1 DONNEES ET PARAMETRES DES SIMULATIONS

Pour les différentes simulations opérées, le profil est divisé en plusieurs mailles. Le nombre de mailles pour chaque profil est fixé à 200 ce qui détermine en même temps la taille des mailles. Les conditions initiales et aux limites utilisées sont les suivantes : $h(z,0) = -1000$ cm, $h(z=0,t) = 0$ cm, $\left(\frac{\partial h}{\partial z}\right)_{z=L} = 0$ (drainage libre à la limite inférieure). Les paramètres hydrodynamiques sont consignés dans le tableau 1. Pour le transport, $D_m = 0$, $\lambda_L = 10$ cm, K_d et μ , sont reportées sur le tableau 2.

Tableau 2. Valeurs du coefficient de distribution et de la constante cinétique de dégradation

	K_d [L ³ .M ⁻¹]	μ [T ⁻¹]
NPK	0,073	0,001
UREE	0	0

Les conditions aux limites pour le transport sont $C(z,t=0) = 0$, $C(z=0,t) = C_1$ ou C_2 (Dirichlet ; nous avons utilisé les indices 1 pour signifier les concentrations de l'urée $C_1 = 160$ mmol/l et 2 pour le NPK $C_2 = 107$ mmol/l) et le gradient de concentration est supposé égale à zéro à la limite inférieure (figure 2).

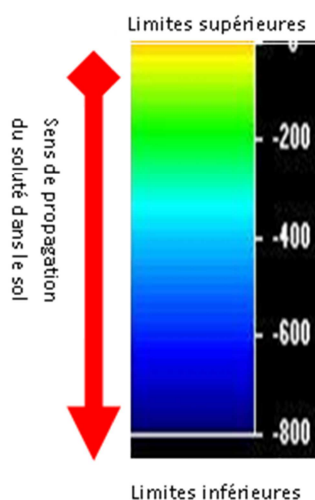


Fig. 2. Exemple de profil après simulation

L'urée sera considérée comme traceur et le NPK la substance réactive avec comme coefficient de distribution $K_d = 0.073$ [$L^3 M^{-1}$], la constante de dégradation μ sera fixée à $0.001 s^{-1}$ [17].

La durée totale pour les simulations est de 05 heures soit 18000 s et la valeur du pas de temps Δt est variable suivant le nombre d'itérations effectué par le modèle au cours de la résolution de l'écoulement. Les temps de sortie de résultats considérés sont T0 (état initial), T1 = 4500 s T2 = 9000 s, T3 = 13500 s, T4 = 18000 s (fin de la simulation).

4.2 SIMULATIONS DU COMPORTEMENT DES DEUX SOLUTES SUR UN MEME SITE

Dans cette partie nous allons appliquer l'urée ou le NPK sur un même sol. Ceci nous permet de voir l'effet du traceur et du NPK lorsqu'on introduit la constante de dégradation et le coefficient de distribution.

- **Résultats sur le site de Darou Ndoye** : Dans ce site la nappe est à 160 cm de profondeur. La simulation avec l'urée (figure 3) donne pour un temps T1 = 4500 s une profondeur du front de concentration à $h_1 = 69$ cm et pour un temps T2 = 9000 s, nous avons une profondeur à $h_2 = 138$ cm soit le double de h_1 . Ceci montre que le matériau est uniforme et l'urée est faiblement retenue par le sol car la concentration finale est de 155 mmol/l.

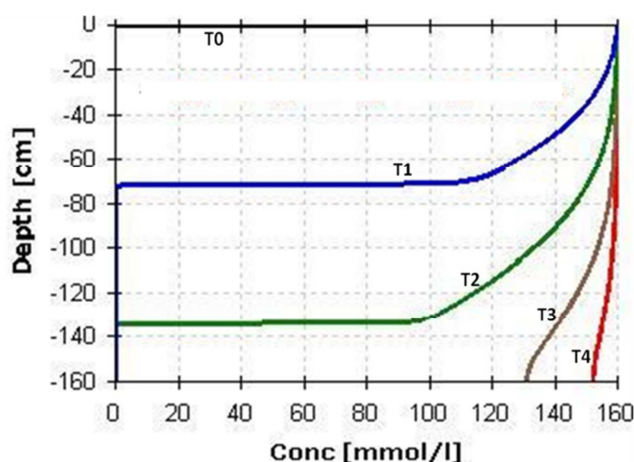


Fig. 3. Simulation de Darou NDOYE avec l'urée

Dans le cas du NPK (figure 4), la concentration finale après un temps T4 de 5 h de simulation est de l'ordre de 10 mmol/l. La majeure partie de cette substance est alors retenue par le sol. Nous avons les mêmes profils de concentration pour les temps T3 et T4. La conclusion qu'on peut en tirer est qu'il faut agir sur ces deux paramètres pour ralentir la progression de la substance.

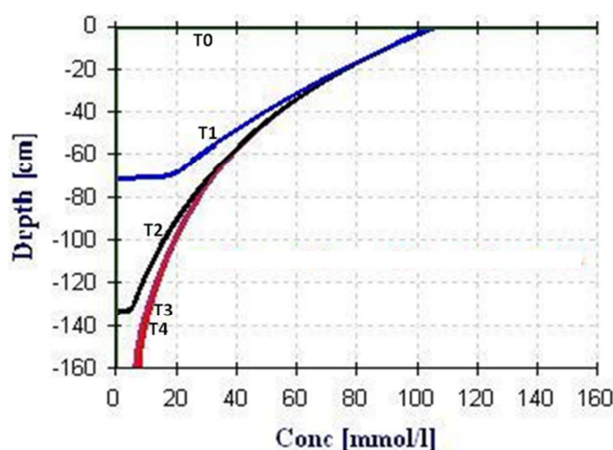


Fig. 4. Simulation de Darou NDOYE avec le NPK

- **Résultats sur le site de Gabar** : La nappe est à 180 cm de profondeur. Nous remarquons que pour les différents temps de sortie nous avons la même quantité de produit sur tout le profil. La vitesse de progression de l'urée dans ce sol (figure 5)

est très importante due à une valeur élevée de la conductivité hydraulique à saturation $K=3,5.10^{-4}$ m/s qui est caractéristique d'un sable sans éléments fins donc de bonne perméabilité.

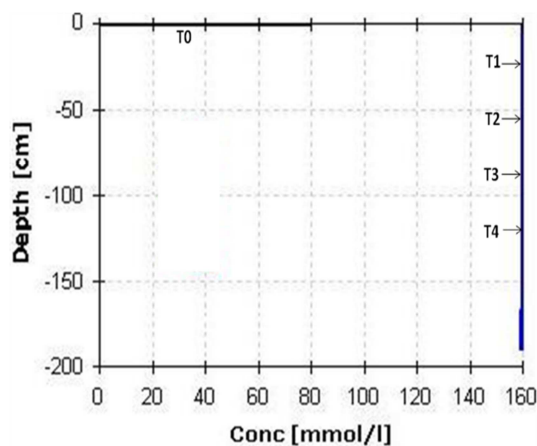


Fig. 5. Simulation de GABAR avec l'urée

La nappe est donc plus exposée à la pollution avec l'urée. Lors de l'application du NPK (figure 6), nous constatons une rétention plus importante par le sol, la concentration finale est de 59,66 mmol/l après un temps de simulation de 5 h.

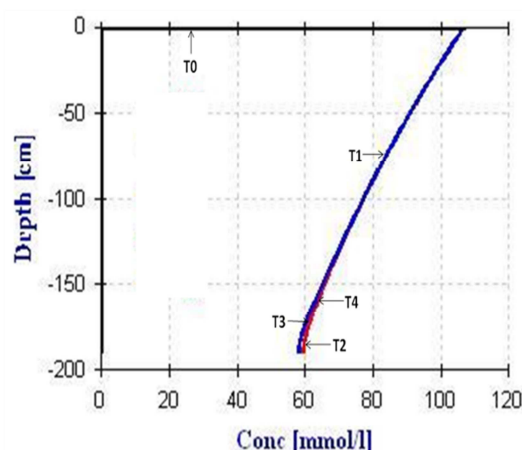


Fig. 6. Simulation de GABAR avec le NPK

- **Résultats sur le site de Sao Peulh :** La nappe est à 200 cm de profondeur. Dans cette localité, l'évolution du traceur reste identique à celle de Darou NDOYE de même que le NPK. Ceci est dû à l'égalité de leurs conductivités à saturation et, ainsi, les deux produits auront les mêmes conséquences sur ces sols. Après une simulation de 5 h la concentration finale est de 125 mmol/l pour l'urée (figure 7) et 10 mmol/l pour le NPK (figure 8). Plus le temps est long, moins le NPK atteindra la nappe. Ces résultats montrent que la nappe dans cette localité n'est pas vulnérable au NPK lorsqu'on considère un temps de 120 jours (durée d'une saison agricole dans cette zone).

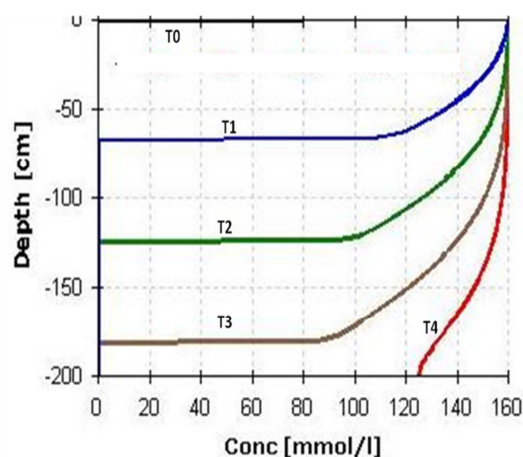


Fig. 7. Simulation de SAO Peulh avec l'urée

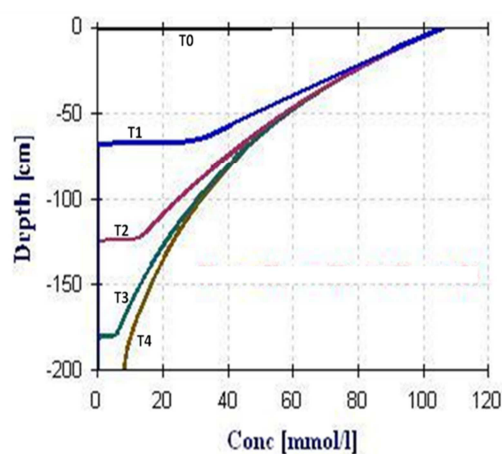


Fig. 8. Simulation de SAO Peulh avec le NPK

- **Résultats sur le site de Fass Boye :** La nappe est à 200 cm de profondeur dans cette zone. La concentration finale de l'urée est de 100 mmol/l pour une simulation de 5 h (figure 9). On assiste à une diminution plus importante de la concentration par rapport au sol à SAO par exemple où nous avons une concentration finale de 125 mmol/l pour un même temps de simulation.

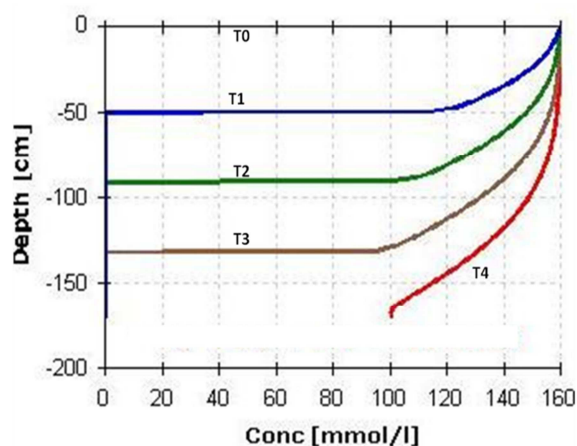


Fig. 9. Simulation de FASS BOYE avec l'urée

La concentration finale du NPK (figure 10) dans ce sol est de 50 mmol/l. La nappe étant plus profonde, le NPK mettra plus de temps pour l'atteindre et sa vulnérabilité au NPK devient faible.

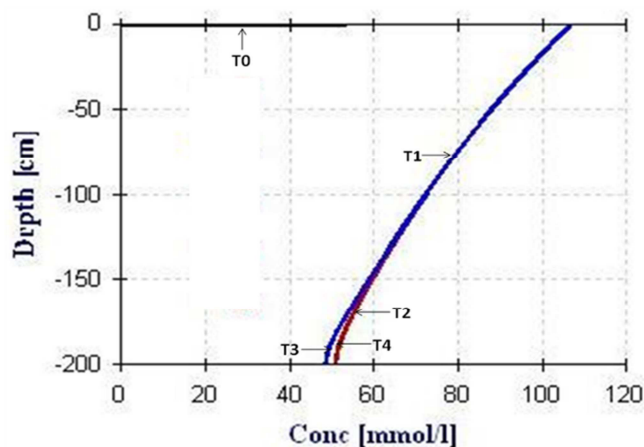


Fig. 10. Simulation de FASS BOYE avec le NPK

- **Touba Ndiaye** : La nappe est à 140 cm de profondeur. Nous avons ici un drainage rapide des deux substances vers les profondeurs. L'urée progresse très rapidement ce qui fait nous avons la même quantité sur tout le profil pour tous les temps de sortie des résultats de la simulation (figure 11).

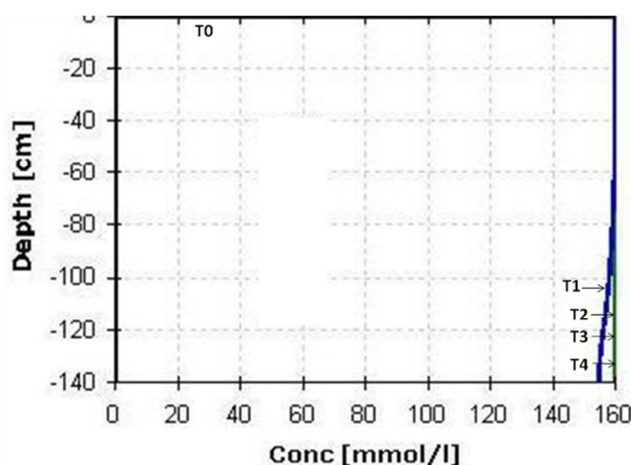


Fig. 11. Simulation de TOUBA NDIAYE avec l'urée

Pour le NPK (figure 12), la concentration finale des différents temps de simulation est la même (70 mmol/l). Nous pouvons ainsi dire que ce sol est vulnérable pour les deux substances, mais la progression du NPK vers la nappe est plus faible.

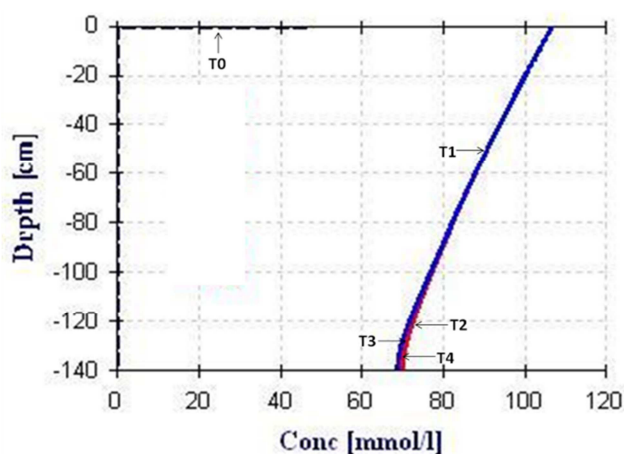


Fig. 12. Simulation de Touba NDIAYE avec le NPK

- **Résultats sur le site de MBORO :** La nappe est à 200 cm de profondeur. Bien que l'urée soit considérée comme traceur, la concentration finale 150 mmol/l, reste différente de la concentration initiale. Une partie de la substance est donc retenue par le sol (figure 13).

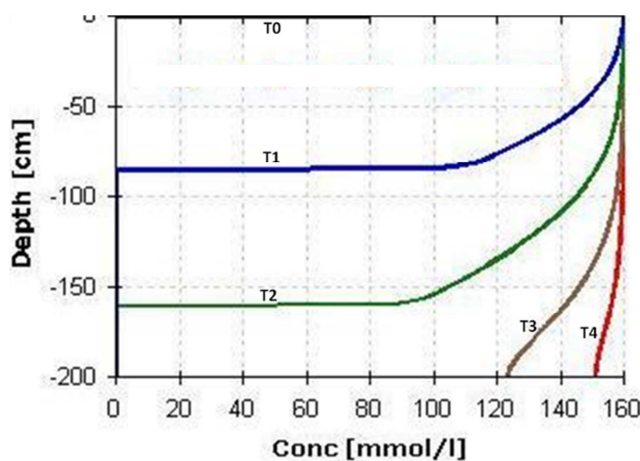


Fig. 13. Simulation de MBORO avec l'urée

Pour le NPK (figure 14), nous avons une diminution de 90 %.

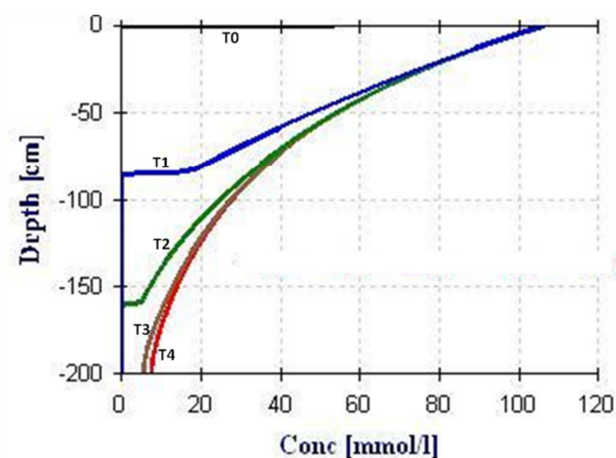


Fig. 14. Simulation de MBORO avec le NPK

En conclusion, on peut dire que l'urée est un traceur car les concentrations finales restent presque identiques aux concentrations initiales à quelques exceptions près. La concentration finale du NPK varie avec la constante cinétique de dégradation et le coefficient de distribution. Ces données permettent de calculer un facteur de retard pour la substance considérée. L'urée et le NPK sont deux substances susceptibles d'atteindre la nappe des localités étudiées mais à des vitesses différentes. La vitesse de pénétration du soluté est un facteur important car l'eau est le vecteur par lequel le polluant arrive à la nappe. La durée d'une campagne agricole dans ces zones est de 120 jours en moyenne pour les différentes spéculations, il faudra alors faire un dosage de ces produits dans les eaux de la nappe avant et après la campagne agricole pour pouvoir quantifier cette contamination.

4.3 ETUDE COMPARATIVE DU COMPORTEMENT D'UN SOLUTE SUR LES DIFFERENTS SITES

Dans cette partie nous essayons de comparer l'effet d'un même produit sur les différents sols. Nous avons ainsi considéré la plus grande profondeur pour la nappe soit 200 cm avec le même maillage que précédemment et la même discrétisation temporelle.

4.3.1 LE CAS DE L'URÉE

Dans cette partie nous comparons le comportement de l'urée considérée comme traceur sur les différents sols (figure 15).

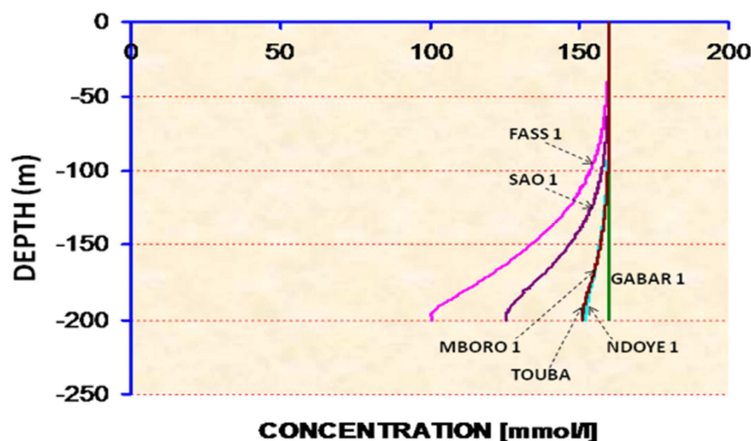


Fig. 15. Comparaison de l'urée sur les différents sols

Après un temps de simulation de 5 h, on voit que dans la zone de GABAR la concentration initiale de l'urée est égale à la concentration finale. Dans cette zone la nappe est plus vulnérable à l'urée alors qu'on a moins de contamination en ce qui concerne FASS BOYE. Nous voyons ici lorsqu'on considère l'urée comme traceur, elle atteindra la nappe quel que soit le sol considéré. Seules diffèrent les concentrations finales. Cette différence résulte des valeurs des conductivités hydrauliques à saturation et des porosités.

4.3.2 LE CAS DU NPK

Dans cette partie nous comparons le comportement du NPK sur les différents sols (figure 16). En introduisant la constante de dégradation et le coefficient de distribution dans le NPK, on voit une diminution importante de la concentration finale sur les différents sols, par rapport au cas de l'urée (figure 16).

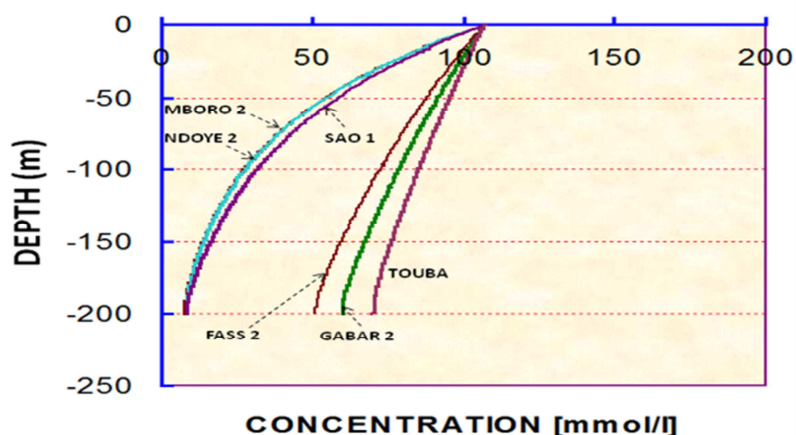


Fig. 16. Comparaison du NPK sur les différents sols

Elle est de 59,66 mmol/l pour Gabar après une simulation de 5 h. L'infiltration du NPK à Darou Ndoye et à Mboro donne pour une même valeur de concentration finale de 8,34 mmol/l. Leurs conductivités hydrauliques à saturation ont des valeurs voisines, de même que leurs porosités. Pour Touba Ndiaye la concentration finale du NPK est de 70,009 mmol/l et de 51,1 mmol/l pour Fass Boye.

Au final, nous remarquons que les concentrations finales dans le cas du NPK sont plus faibles rapport à celles de l'urée (figure 17). Cela est dû au fait que le NPK réagit avec le sol et donc une bonne partie du produit est retenu dans le profil du sol.

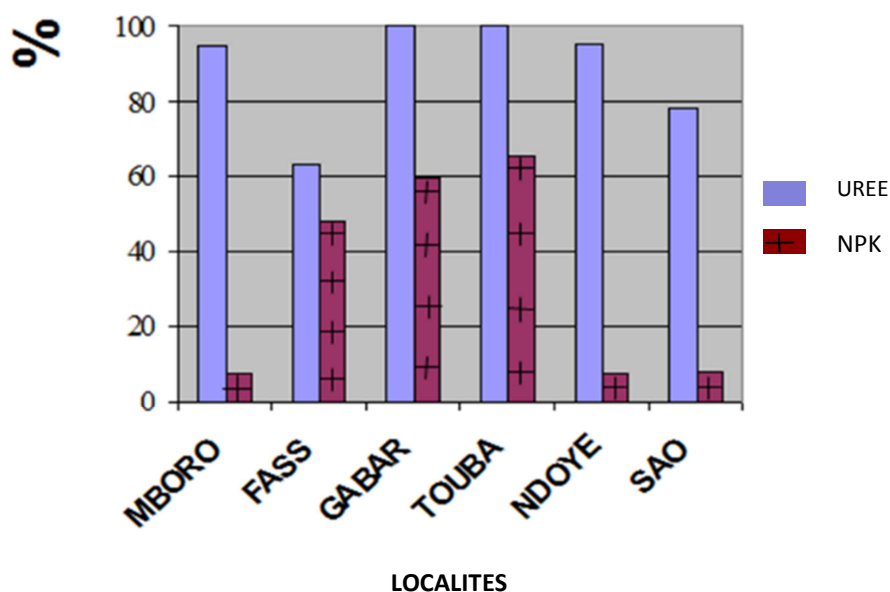


Fig. 17. Comparaison des concentrations finales de soluté après simulation

5 CONCLUSION

Dans cette étude, nous avons contribué à la mise en exergue de la vulnérabilité de quelques sols de la zone des Niayes aux engrais tels que l'urée et le NPK 46% majoritairement utilisés à des doses différentes. Les nitrates ne sont pratiquement pas retenus dans les sols (comportement d'un traceur avec peu d'échange d'ions), et parviennent donc facilement dans les eaux souterraines. Ainsi ils se déplacent avec l'eau de l'irrigation le long du profil d'infiltration. L'intensité du lessivage des nitrates dans la zone des Niayes peut être causée par plusieurs facteurs tels que : la texture grossière du sol ; les types et la quantité d'irrigation (le lessivage potentiel est plus élevé sous irrigation gravitaire que sous irrigation goutte à goutte) et enfin la forme, la dose et les moments de l'apport de l'engrais (un retard ou une avance par rapport aux moments des

besoins de la culture favorisent le lessivage). Nous avons choisi dans les simulations avec Hydrus-1D, les quantités d'engrais préconisées par le centre régional d'agriculture de Thiès. L'étude a montré que le temps de drainage que met une substance pour atteindre la nappe n'est pas le même pour les différents sols. Mais avec l'intensification des cultures, la nappe de la zone des Niayes se trouve exposée à une contamination certaine. Les résultats ont montré également que l'urée est plus polluante pour la nappe que le NPK car ce dernier, réagissant avec le milieu, arrive à la nappe avec une concentration relativement faible voire nulle des fois.

Toutes les conditions hydrodynamiques sont favorables pour une bonne circulation de l'eau et donc des polluants au niveau de tous les sites étudiés. Ainsi, pour un bon suivi de la qualité de l'eau de la nappe des Niayes des prélèvements d'eau avant et après une campagne agricole s'avèrent nécessaires.

REFERENCES

- [1] Šimůnek, J., M. Šejna, and M. Th. van Genuchten., The HYDRUS-1D software package for simulating the one-dimensional movement of water, heat, and multiple solutes in variably- saturated media. *Version 1.0. IGWMC - TPS - 70, International Ground Water Modeling Center, Colorado School of Mines, Golden, Colorado, 186pp- 1998.*
- [2] Levine R. S., Assessment of mortality and morbidity due to unintentional pesticides poisonings; Geneva 1986 (*WHO document WHO/VBC/86.929*).
- [3] Cissé I., Utilisation des pesticides dans le système de production horticole dans la zone des Niayes : les produits et leurs impacts sur la nappe phréatique. Thèse de doctorat de troisième cycle de géographie option environnement. Novembre 2000, 187 p + annexes.
- [4] Cissé I., Fall S. T., Akimbamijo Y., Diop Y. Mb., Adediran S A., L'utilisation des pesticides et leurs incidences sur la contamination des nappes phréatiques dans la zone des Niayes au Sénégal. In: O. Akimbamijo, Fall S.T, O.B. Smith. *Advances in crop-livestock integration in West African cities*. Ottawa: CRDI: 85-100, 2002.
- [5] Cissé I., Tandia A. A., Fall S. T., Diop E. S., Usage incontrôlé des pesticides en agriculture urbaine et périurbaine : cas de la zone des Niayes au Sénégal. *Cahier Agriculture 12* : pp. 181-6, 2003.
- [6] Matini L., J. M. Moutou, P. R. Ongoka and J. P. Tathy, Clay Mineralogy and Vertical Distribution of Lead, Zinc and Copper in a Soil Profile in the Vicinity of an Abandoned Treatment Plant. *Research Journal of Environmental and Earth Sciences* 3(2): 114-123, 2011.
- [7] Addo M. A., G.M. Okley, H.A. Affum, S. Acquah, J.K. Gbadago, Water Quality and Level of Some Heavy Metals in Water and Sediments of Kpeshie Lagoon, La-Accra, Ghana. *Research Journal of Environmental and Earth Sciences* 3(5): 487-497, 2011.
- [8] Woumeni R., Hydrodynamique en milieu poreux, Application de transport de contaminants dans les eaux souterraines. *Notes de cours de l'Ecole Doctorale "Terre, Univers, Environnement" de Grenoble 2006-2007.*
- [9] E-Barriuso, R. Calvet, M. Schiavon et G. Soulas, Les pesticides et les polluants organiques des sols, transformation et dissipation. *Etude et Gestion des sols, INRA – Unité de science du sol – 78850 Thivernal – Grignon. 1996, pp 279-296.*
- [10] Dassaram B., M. Satyanarayanan, V. Sudarshan and A. Keshav Krishna, Assessment of soil Contamination in Patancheru Industrial Area, Hyderabad, Andhra Pradesh, India. *Research Journal of Environmental and Earth Sciences* 3(3): 214-220, 2011.
- [11] Diaw E. B., LEHMANN F. and ACKERER Ph., 2001. One-dimensional simulation of solute transfer in saturated-unsaturated porous media using the discontinuous finite elements method. *Journal of contaminant hydrology* 51: pp. 197-213, 2001.
- [12] Bouchard J.P., Simulation du transport de polluant dans les nappes par un modèle à faible diffusion numérique. *Proceedings of the Hamburg Symposium, August 1983. IAHS Publ. no. 146 : 123-129, 1983.*
- [13] Ndiaye B., Diallo M.L., Diaw E.B., Caractérisation de la fertilisation des sols de la zones des Niayes – *Rapport de Recherche Projet d'appui à l'entreprenariat paysan (PAEP) dans la région des Niayes (Sénégal) – 54 pages, 2000.*
- [14] Werner S., Laura S. et Ph. Behra, *Chimie des milieux aquatiques, Cours et exercices corrigés*. Edition Dunod. Collection: Sciences Sup, 3^{ème} édition – pages 442-510, 2005.
- [15] Van Genuchten, M., Th., A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44: pp. 892 -898, 1980.
- [16] Russo, D., Determination soil hydraulic properties by parameter estimation: on the selection of a model for the hydraulic properties. *Water resources research*, vol. 24, n°3: pp. 453-459, 1988.
- [17] Diaw E. B., LEHMANN F. and ACKERER Ph., Modélisation du transport d'un soluté réactif en milieux poreux non saturés, *C. R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la Terre et des planètes/ Earth and Planetary Sciences* 333 (2001) 129-132, 2001.

ÉDUCATION À L'ENVIRONNEMENT ET À LA SANTÉ EN MILIEU SCOLAIRE

[THE ENVIRONMENT EDUCATION AND HEALTH IN SCHOOLS]

Saida EL OUAZI, Mourad MADRANE, Rachid JANATI-IDRISSI, and Mohamed LAAFOU

Laboratoire Interdisciplinaire des Recherches en Ingénierie Pédagogique (LIRIP), Ecole Normale Supérieure E.N.S Martil,
Université Abdelmalek Essaâdi, Maroc

Copyright © 2016 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 environmental education and health is one of the major axes of the Moroccan school curriculum, giving us the opportunity to assess the interlinkages between knowledge and behaviors taught students about the environment and health in schools. From an analysis of the curricula of Life Sciences and Earth qualifying secondary school, and a study via a questionnaire for secondary pupils qualifying, it was noted the existence of attitudes to health risks and behaviors that do not respect the environment.

KEYWORDS: Environmental Education; Health Education; Life Sciences and Earth; Schools.

RESUME: L'éducation à l'environnement et à la santé est l'une des thématiques importantes des programmes scolaires marocains, ce qui nous donne l'occasion d'étudier les interactions existantes entre les savoirs enseignés et les comportements des élèves à propos de l'environnement et de la santé en milieu scolaire. À partir d'une analyse des programmes scolaires des Sciences de la Vie et de la Terre du cycle secondaire qualifiant, et d'une étude via un questionnaire destiné aux élèves, on a pu noter l'existence des comportements face à des risques sanitaires ainsi que des comportements qui ne respectent pas l'environnement.

MOTS-CLEFS: Éducation à l'environnement ; Éducation à la santé ; Sciences de la Vie et de la Terre ; Milieu scolaire.

1 INTRODUCTION ET CONTEXTE

Le premier rôle de l'École est de mettre les apprenants face à des situations d'apprentissage pour construire leurs savoirs et pour les aider à adopter des comportements qui respectent la santé, l'environnement et la société.

L'ENVIRONNEMENT ET L'ÉDUCATION À L'ENVIRONNEMENT

Une définition de l'environnement développée par (C.Cabanne 1984), L'environnement est tout ce qui nous entoure, « C'est l'ensemble des éléments naturels, artificiels, économiques, psychologiques et sociaux dans lequel se déroule la vie humaine »¹.

¹ Lexique de géographie humaine et économique, sous la direction de Claude CABANNE, éditions DALLOZ 1984.

Aujourd'hui, on entend par environnement, « L'ensemble, à un moment donné, des agents physiques, chimiques et biologiques et des facteurs sociaux susceptibles d'avoir un effet direct ou indirect, immédiat ou à terme, sur les êtres vivants et les activités humaines ». Le terme environnement recouvre donc de nombreuses acceptions et ne correspond plus seulement à l'idée du milieu.²

« L'Éducation à l'Environnement n'a pas comme seul objectif de transmettre des connaissances ; elle vise à modifier les attitudes des apprenants, à les responsabiliser, à les former en tant que futurs citoyens »³. Voici quelques buts de l'éducation à l'environnement :

"L'éducation à l'environnement vise au premier chef à instruire l'ensemble des citoyens en leur faisant prendre conscience du problème de l'environnement dans la vie quotidienne et à leur inculquer les connaissances, les capacités et les sentiments de responsabilité indispensable pour œuvrer à la solution de ces problèmes ".⁴ En fait, il faut aider à comprendre, sensibiliser et selon les possibilités à la solution....Car la solution implique des changements dans les modes de consommation et de production dans le monde.

ÉDUCATION À LA SANTÉ :

L'éducation pour la santé a été définie par l'OMS (36e assemblée mondiale de la santé, 1983) comme "tout ensemble d'activités d'information et d'éducation qui incitent les gens à vouloir être en bonne santé, à savoir comment y parvenir, à faire ce qu'ils peuvent individuellement et collectivement pour conserver la santé, à recourir à une aide en cas de besoin".

De façon plus précise, l'OMS indique que "l'éducation pour la santé est la composante des soins de santé qui vise à encourager l'adoption de comportements favorables à la santé. [...] l'éducation pour la santé vise à doter le citoyen de compétences pour élucider leur propre comportement et à voir comment ce comportement influence leur état de santé. On les encourage à faire leurs propres choix pour une vie plus saine. On ne les force pas à changer. [...] L'éducation pour la santé ne remplit pleinement sa fonction que si elle encourage les gens à participer et à choisir eux-mêmes. Ainsi, ce n'est pas faire de l'éducation pour la santé que dire simplement d'adopter un comportement favorable à la santé" à reformuler ou à commenter pour adopter un style de la langue française (Manuel d'éducation pour la santé dans l'optique des soins de santé primaires. Genève : OMS ; 1990).

Ainsi que cela a été défini dans le Plan national d'éducation pour la santé (Ministère de l'emploi et de la solidarité, Secrétariat d'Etat à la Santé et aux Handicapés ; février 2001), "l'éducation pour la santé a pour but que chaque citoyen acquière tout au long de sa vie les compétences et les moyens qui lui permettront de promouvoir sa santé et sa qualité de vie ainsi que celles de la collectivité. [...] Elle s'adresse à la population dans toute sa diversité avec le souci d'être accessible à chacun. [...] L'éducation pour la santé aide chaque personne, en fonction de ses besoins, de ses attentes et de ses compétences, à comprendre l'information et à se l'approprier pour être en mesure de l'utiliser dans sa vie"⁵

« L'éducation et la santé sont des notions proprement humaines qui ne font que rarement l'objet de consensus quant à leur définition, et ce, car elles sont avant tout des notions vulgaires plus que des concepts scientifiques. Les relations qu'elles entretiennent sont de ce fait complexes et leurs articulations ressemblent vite à un puzzle géant de modèles orientés idéologiquement, théoriquement ou normativement. » (Klein, 2010). Vulgaires dans le sens de connaissances communes ou qui relèvent de la vie quotidiennes. L'acquisition de comportements sanitaires adaptés autour de la notion de décision et d'information s'impose comme un signe de l'éducation répondant à la notion scientifique et biomédicale de la santé étudiée, par exemple : on acquit des savoirs qui concernent « comment faire face à des épidémies, maladie du Choléra comme exemple », notre comportement doit s'adapter pour ne pas être atteints du Choléra, en s'éloignant de la consommation des aliments ou de l'eau polluée.

Dans le but d'étudier les interactions existantes entre les savoirs enseignés et les comportements des élèves à propos de l'environnement et de la santé en milieu scolaire, on a réalisé l'étude suivante.

² Collectif, *Dictionnaire de l'écologie*, 2001 *Encyclopaedia Universalis*, éditions Albin Michel, p. 519

³ <http://www.radisma.info/document.php?id=748>

⁴ Comité des Nations Unies – Genève – décembre 1975

⁵ <http://www.cespharm.fr/fr/Prevention-sante/L-education-pour-la-sante/Quels-concepts>

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'étude entreprise a été réalisée en deux étapes :

- 1- Analyse des programmes scolaires des Sciences de la Vie et de la Terre du cycle secondaire qualifiant, afin de classer les unités qui traitent les sujets à propos de l'éducation à l'environnement et à la santé.
- 2- Une étude par le biais d'un questionnaire (voir annexe) destiné aux apprenants de la première année tronc commun, branche lettres et Sciences humaines, dans le but d'étudier les interactions existantes entre les savoirs enseignés et les comportements des apprenants concernés par cette étude. Selon François De Syngly (1992), le questionnaire permet de recueillir des données sur les comportements ou les intentions de comportement ; les opinions et les attentes (espoirs, craintes, aspirations), les motivations et les attitudes (génératrices d'opinions ou d'actions). Le questionnaire peut s'articuler autour de deux types de variables : variables concernant l'identification de la personne (âge, sexe, milieu social) ; variables obtenues à partir de la question sur les aspects essentiels du phénomène étudié. C'est autour de cette dernière que nos questions ont été développées.

Notre population est constituée donc des apprenants du tronc commun de l'enseignement secondaire, branche : lettres et sciences humaines, et ce pour les raisons suivantes :

- Les programmes des SVT du tronc commun, branche ; lettres et sciences humaines, traitent les sujets de l'éducation à l'environnement et à la santé, et c'est au long de l'année scolaire.
- L'étude des comportements des apprenants sera possible, puisque les sujets à propos de l'éducation à l'environnement et à la santé traités dans leurs programmes scolaires touchent leurs habitudes quotidiennes : utilisation de l'eau, alimentation, hygiène... Puisqu'ils ont étudié à l'unité 1 : L'eau, source de vie ; Leçon1 : Le danger du gaspillage et de la pollution de l'eau. Leçon2 : Les techniques de traitement des eaux usées. Et à l'unité 2 : L'homme et l'environnement; Leçon2 : La santé et l'environnement : -Faire face aux épidémies, Choléra, Fièvre typhoïde, Grippe...

Le questionnaire est composé de trois parties :

- une première partie comportant des questions relatives aux informations générales.
- Une deuxième partie concerne les comportements des apprenants en relation avec l'éducation à l'environnement : Gaspillage et pollution de l'eau.
- Une troisième partie concerne les comportements des apprenants à propos de l'éducation à la santé : consommation des aliments pollués, Lavage des mains après les toilettes et faire face à une contamination par la Grippe.

3 RÉSULTATS

Les résultats obtenus à travers ces outils méthodologiques se présentent de la manière suivante:

L'ÉDUCATION À L'ENVIRONNEMENT ET À LA SANTÉ DANS LES PROGRAMMES SCOLAIRES :

Les programmes scolaires marocains des Sciences de la Vie et de la Terre du cycle secondaire qualifiant contiennent des unités qui traitent les sujets de l'éducation à l'environnement et à la santé. Pour le programme du tronc commun, branche : lettres et sciences humaines, selon le livre de l'élève « Al Manhal, Sciences de la vie et de la terre, édition 4 : 2013/1434 » On les a classés dans le (Tableau I).

Dans le programme du tronc commun, branche : Sciences, selon le livre de l'élève « Al Moufid, Sciences de la Vie et de la Terre, édition : 2005 », les leçons sont classés dans le (Tableau II).

Pour les programmes de la première année du Baccalauréat, on a remarqué l'absence des unités qui traitent les sujets relatifs à l'éducation à l'environnement et à la santé, pour toutes les branches.

Dans les programmes de la deuxième année du Baccalauréat, branche Sciences expérimentales, spécialité : Sciences physiques, selon le livre de l'élève « Fi Rihab, Sciences de la Vie et de la Terre, édition : 2007 » on trouve les leçons classés dans le (Tableau III).

Pour les programmes de la deuxième année baccalauréat, branche Sciences expérimentales, spécialité : Sciences de l'agriculture, selon le livre « Fi Rihab, Sciences de la vie et de la Terre, édition 2007 » on a classé les leçons dans le (Tableau IV).

Dans les programmes de la deuxième année baccalauréat, branche Sciences expérimentales, spécialité : Sciences de la Vie et de la Terre, selon le livre « Fi Rihab, Sciences de la vie et de la Terre, édition 2007 » on les a classés dans le (Tableau V).

RÉSULTATS DU QUESTIONNAIRE

Le questionnaire est distribué dans vingt établissements secondaires qualifiants, on a distribué 600 questionnaires et on a reçu la réponse des 400 apprenants du tronc commun lettres et sciences humains. On a obtenu les résultats suivants :

INFORMATIONS GÉNÉRALES :

Les apprenants qui ont participé à cette étude se répartissent de la manière suivante : 216 sont des filles et 184 des garçons. (Figure1)

Concernant la Q1 " intérêt aux sujets à propos de l'éducation à l'environnement et à la santé ", 89% des apprenants ont répondu par « Oui » et 11% par « Non ». (Figure2)

ÉDUCATION À L'ENVIRONNEMENT

On a obtenu les résultats suivants :

Pour la Q2 : "Utilisation de l'eau dans la douche" : 44% utilisent la douchette, 25% prennent la douche dans la baignoire et 31% utilisent un seau. (Figure3)

Concernant la Q3 : " Arrosage du jardin ou des pots" : 76% utilisent un tuyau d'eau pour arroser et 24% utilisent un seau. (Figure 4)

Les réponses obtenues pour la Q4 : " Verser de l'eau usée dans la nature " sont : 55% versent de l'eau usée dans le fleuve, 31% la versent près des arbres et 24% dans les canaux de drainage. (Figure5)

ÉDUCATION À LA SANTÉ

Concernant la Q5 : "Consommation des aliments ou produits vendus près de l'école" : 44% ont répondu par « Oui », 41% par « Parfois » et 15% par « Non ». (Figure 6)

À propos de la Q6 : "Lavage des mains après les toilettes" : 43% ont donné la réponse « Oui », 24% ont répondu par « Non » et 33% par « Parfois ». (Figure 7)

En ce qui concerne la Q7 : "Protection contre la contamination par la grippe ", 45% ont répondu par « Non », 32% par « Oui » et 23% par « Parfois ». (Figure8)

4 DISCUSSION

À partir des résultats obtenus via le questionnaire, on a eu 46% de garçons qui ont participé à cette étude et 54% des filles, c'est presque la parité.

Pour la Q1 : "Intérêt aux sujets à propos de l'éducation à l'environnement et à la santé" : 89% des apprenants manifestent des intérêts aux sujets demandés, ce qui nous permet de dire que la majorité des apprenants sont conscients de l'importance de l'éducation à l'environnement et à la santé dans la vie quotidienne, seulement 14% qui n'ont pas d'intérêts, ils ont besoin des cours de sensibilisation à propos de la protection de l'environnement et de la santé.

ÉDUCATION À L'ENVIRONNEMENT

Concernant la Q2 : "Utilisation de l'eau dans la douche" : 44% des apprenants prennent leurs douches par douchette, et 25% dans la baignoire, on peut déduire que 69% des participants à l'étude gaspillent de l'eau dans la douche, ils ne sont pas conscients de l'importance de la préservation des ressources en eau, malgré qu'ils ont étudié au semestre 1, Unité 1 : L'eau, source de vie, Leçon1 : Le danger du gaspillage et de la pollution de l'eau. Ils ont besoin des cours de soutien et des activités parallèles pour être sensibilisés de l'importance de la préservation et de l'utilisation rationnelle l'eau. 31% des apprenants sont conscients et utilisent un seau d'eau pour se doucher.

D'après les résultats obtenus pour la Q3 : "Arrosage du jardin ou des pots" : La majorité des élèves gaspillent de l'eau en arrosant le jardin ou les pots, 76% parmi ceux qui ont participé à l'étude, utilisent un tuyau pour arroser, 24% parmi eux qui sont conscients du danger du gaspillage de l'eau, ils utilisent en fait un seau.

On a obtenu pour la Q4 : " Verser de l'eau usée dans la nature" : 55% des apprenants versent de l'eau usée dans le fleuve, en ignorant les effets néfastes sur l'environnement et les écosystèmes, 31% parmi eux ont une réponse différente : verser de l'eau usée près des arbres, ce qui résulte les mêmes effets du non respect de l'environnement, on peut déduire que 86% des apprenants ont besoin d'une réelle éducation pour opérer une évolution de leurs représentations face à la protection et au respect de l'environnement, 14% parmi eux qui ont choisi de verser de l'eau usée dans les canaux de drainage, ce qui résultent la protection de l'environnement et des écosystèmes.

ÉDUCATION À LA SANTÉ

La Q5 : " Consommation des aliments ou produits vendus près de l'école" : 44% des participants à l'étude ont donné la réponse oui, et 41% l'achètent parfois, ce qui nous donne le pourcentage : 85% des apprenants ne sont pas conscients des effets de la pollution des aliments, ni de la possibilité de la présence de *Vibrio Cholerae* sur les aliments vendus près de l'école, ce qui peut les mettre face à des risques sanitaires, d'être atteints du Choléra, ou être victime d'intoxication alimentaire, ces apprenants ont besoin de la sensibilisation sur les dangers des aliments pollués et du danger de la maladie du Choléra. Seuls 15% parmi les participants à l'étude qui sont conscients et qui n'achètent pas des aliments risque de pollution pour éviter d'être atteints de la maladie du Choléra ou d'intoxication alimentaire.

Pour la Q6 : "Lavage des mains après les toilettes" : 43% ont cette habitude sanitaire, qui leurs permettent de se protéger contre le risque d'être atteints de la Fièvre de typhoïde, à cause de l'existence de la bactérie : *Salmonella* sur leurs mains, 57% parmi eux (24% ont répondu par « Non » et 33% par « Parfois ») risquent d'être atteints de la Fièvre de typhoïde en raison des mauvais comportements et des mauvaises habitudes.

LA Q7 : "Protection contre une contamination par la grippe" : 32% parmi les participants à l'étude ont des comportements qui peuvent les protéger contre la transmission du virus influenza ou virus de la grippe, 68% (45% ont répondu par « Non » et 23% par « Parfois ») risquent d'avoir une contamination par la transmission du virus de la grippe d'une personne atteinte, ils ont besoin des sensibilisations pour mettre fin à ces comportements de risque sanitaire.

5 CONCLUSION

Après l'analyse des programmes scolaires des Sciences de la Vie et de la Terre du cycle secondaire qualifiant, et de l'étude via le questionnaire destiné aux élèves du cycle secondaire qualifiant, on a pu noter l'existence des comportements face à des risques sanitaires ainsi que des comportements non favorables à l'environnement :

- 69% des participants à l'étude gaspillent de l'eau dans la douche, ils ne sont pas conscients de l'importance de la préservation des ressources en eau. Ils ont besoin des cours de sensibilisation et de soutien et des activités parallèles pour être sensibilisés de l'importance de l'utilisation rationnelle de l'eau.
- 86% des apprenants ont besoin de stratégies d'enseignement efficaces aptes à mettre en évolution leurs représentations face à la protection et au respect de l'environnement.
- 85% des apprenants ne sont pas conscients des effets de la pollution des aliments, ce qui peut les mettre face à des risques sanitaires, d'être atteints du Choléra, ou être victime d'intoxication alimentaire. Ces apprenants ont besoin de la sensibilisation sur les dangers des aliments pollués et du danger de la maladie du Choléra.
- 57% des apprenants risquent d'être atteints de la Fièvre de typhoïde en raison des mauvais comportements.
- 68% des apprenants risquent d'avoir une contamination par la transmission du virus de la grippe d'une personne atteinte, ils ont besoin des sensibilisations pour mettre fin à ces comportements de risque sanitaire.

On peut conclure que les apprenants ont besoin d'une adaptation des comportements quotidiens, qui ont une relation avec les leçons étudiés concernant l'éducation à l'environnement et à la santé, il sera préférable qu'ils bénéficieront des ateliers spécialisés et animés par des cadres du ministère de la santé, pour bien comprendre les risques sanitaires qui peuvent l'avoir après un simple comportement, consommation des aliments pollués par exemple, et de le remplacer par un comportement sanitaire : avoir un système alimentaire équilibré et sain. Ainsi qu'ils ont besoin des ateliers et des activités parallèles qui concernent la protection et la préservation des ressources naturelles, afin d'acquérir des comportements respectant l'environnement.

TABLEAUX ET FIGURES :

Tableau I : Les leçons en rapport avec l'éducation à l'environnement et de l'éducation à la santé, programme du tronc commun SVT branche lettre et sciences humaines

Semestre 1	Unité 1 L'eau, source de vie	Leçon1 : Le danger du gaspillage et de la pollution de l'eau.
		Leçon2 : Les techniques de traitement des eaux usées.
Semestre 2	Unité 2 L'homme et l'environnement	Leçon1 : Quelques aspects des déséquilibres naturels : - Pollution de l'air, l'effet des serres. - Déforestation, extinction des espèces.
		Leçon2 : La santé et l'environnement : - Faire face aux épidémies, Choléra, Fièvre typhoïde, Grippe... - Les conséquences de la pollution de l'air. - Problématique des aliments génétiquement modifiés.

Tableau II : Les leçons de l'éducation à l'environnement et de l'éducation à la santé, programme du tronc commun SVT branche : Sciences

Semestre 1	Unité 5 : Les équilibres naturels	Leçon 1 : Quelques aspects de la pollution et son influence sur les équilibres naturels. Leçon 2 : Les dangers de l'utilisation irrationnelle des ressources en eau. Leçon 3 : Quelques actes pour préserver l'équilibre des écosystèmes.
------------	--------------------------------------	--

Tableau III: Les leçons de l'éducation à l'environnement et de l'éducation à la santé, programme de la deuxième année baccalauréat SVT branche : Sciences expérimentales, spécialité : Sciences physiques.

Unité 3 : L'utilisation de la matière organique et non organique.	Leçon1 : Les ordures ménagères issues de l'utilisation des matières organiques. : - Traitement des ordures. - Le tri. - Le recyclage. - Les effets des ordures sur l'environnement, la santé et l'économie. - La pollution causée par la consommation des matières énergétiques et des matières organiques et non organiques, dans l'industrie chimique, alimentaire et minérale... - Les effets sur la santé, l'environnement, et l'économie.
---	---

Tableau IV: Les leçons de l'éducation à l'environnement et de l'éducation à la santé, programme de la deuxième année baccalauréat SVT branche : Sciences expérimentales, spécialité : Sciences de l'agriculture.

Unité 2 : La gestion des ressources en eaux et l'amélioration de la production agriculture.	Leçon 1 : La gestion des ressources en eau. - L'importance des ressources en eau. - Les aspects du gaspillage de l'eau. Leçon 2 : La production de l'eau potable. Leçon 3 : La pollution de l'eau.
---	---

Tableau V: Les leçons de l'éducation à l'environnement et de l'éducation à la santé, programme de la deuxième année baccalauréat SVT branche : Sciences expérimentales, spécialité : Sciences de la Vie et de la Terre.

Unité 5 : Sciences de l'immunologie	Leçon1 : Quelques troubles du système immunitaire : - L'allergie - L'auto-immunité. - SIDA Leçon 2 : Astuces du renforcement du système immunitaire : - Vaccination. - Sérothérapie. - Désensibilisation allergique.
-------------------------------------	---

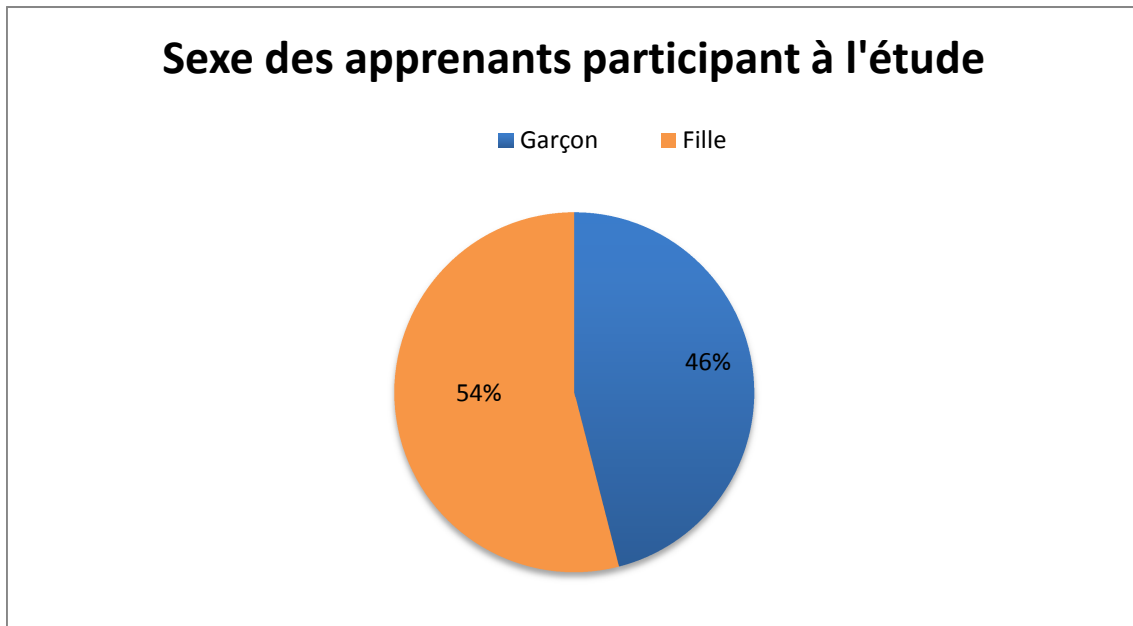


Figure 1: Pourcentage selon le sexe des apprenants participant à l'étude

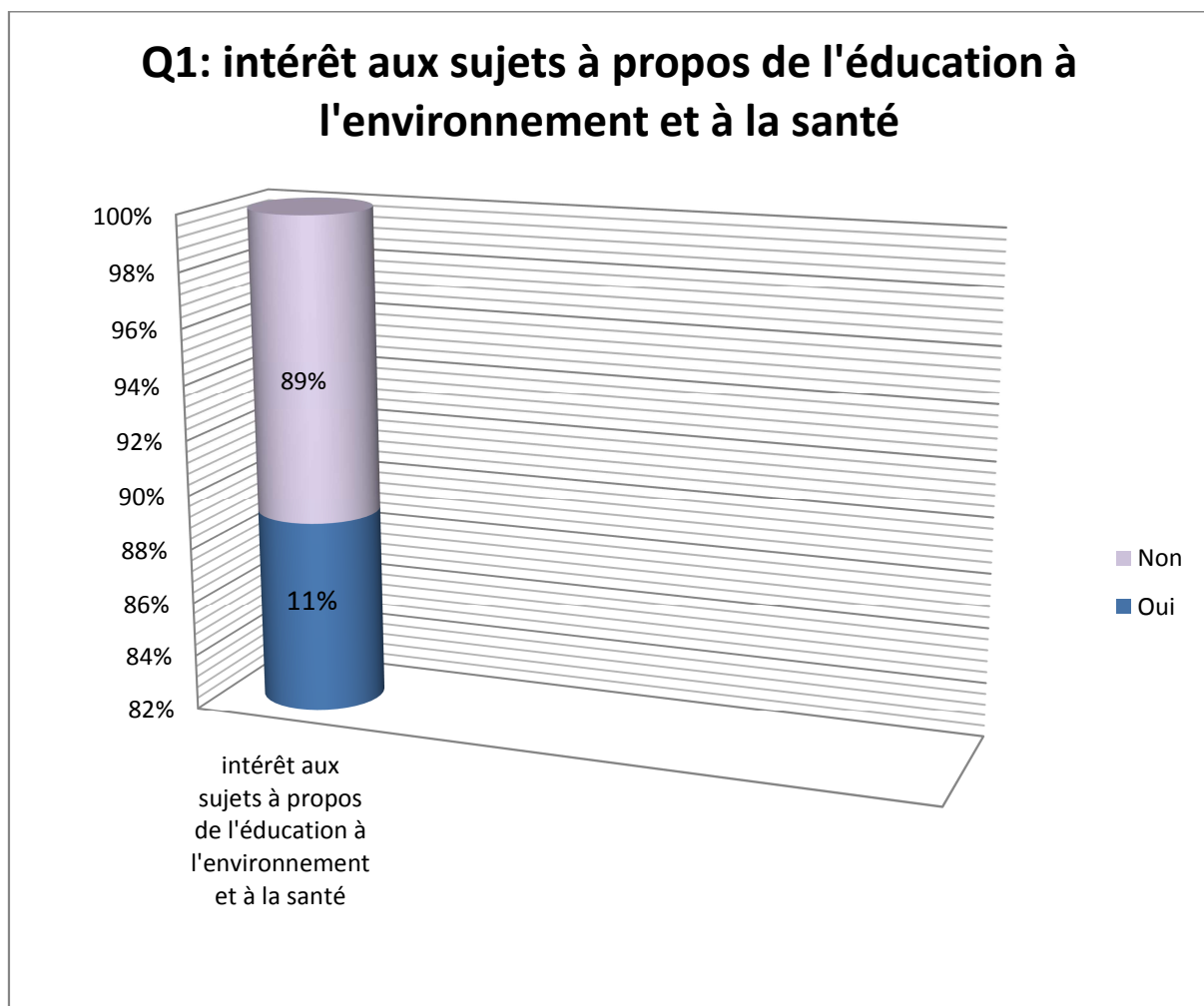
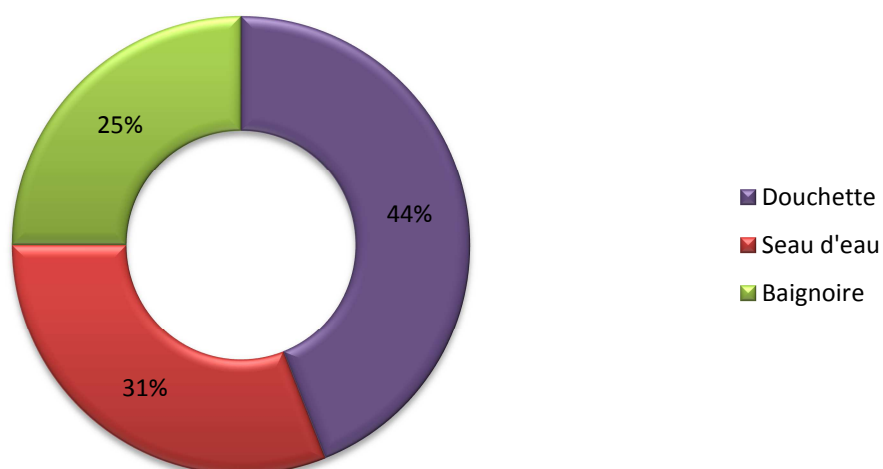
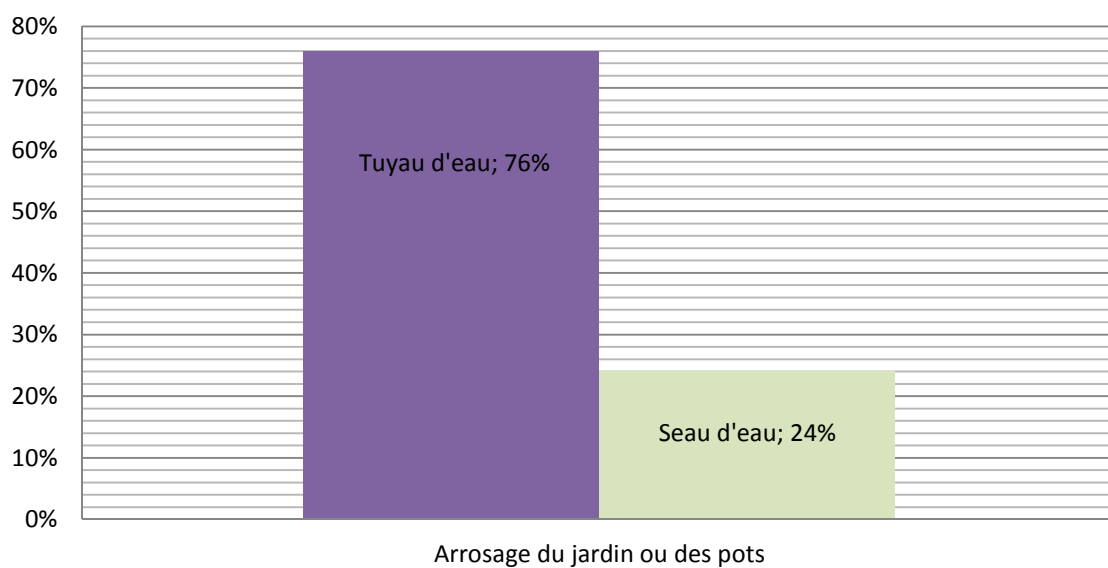


Figure 2: intérêt aux sujets à propos de l'éducation à l'environnement et à la santé

Q2: Utilisation de l'eau dans la douche*Figure 3 : Utilisation de l'eau dans la douche***Q3: Arrosage du jardin ou des pots***Figure 4: Arrosage du jardin ou des pots*

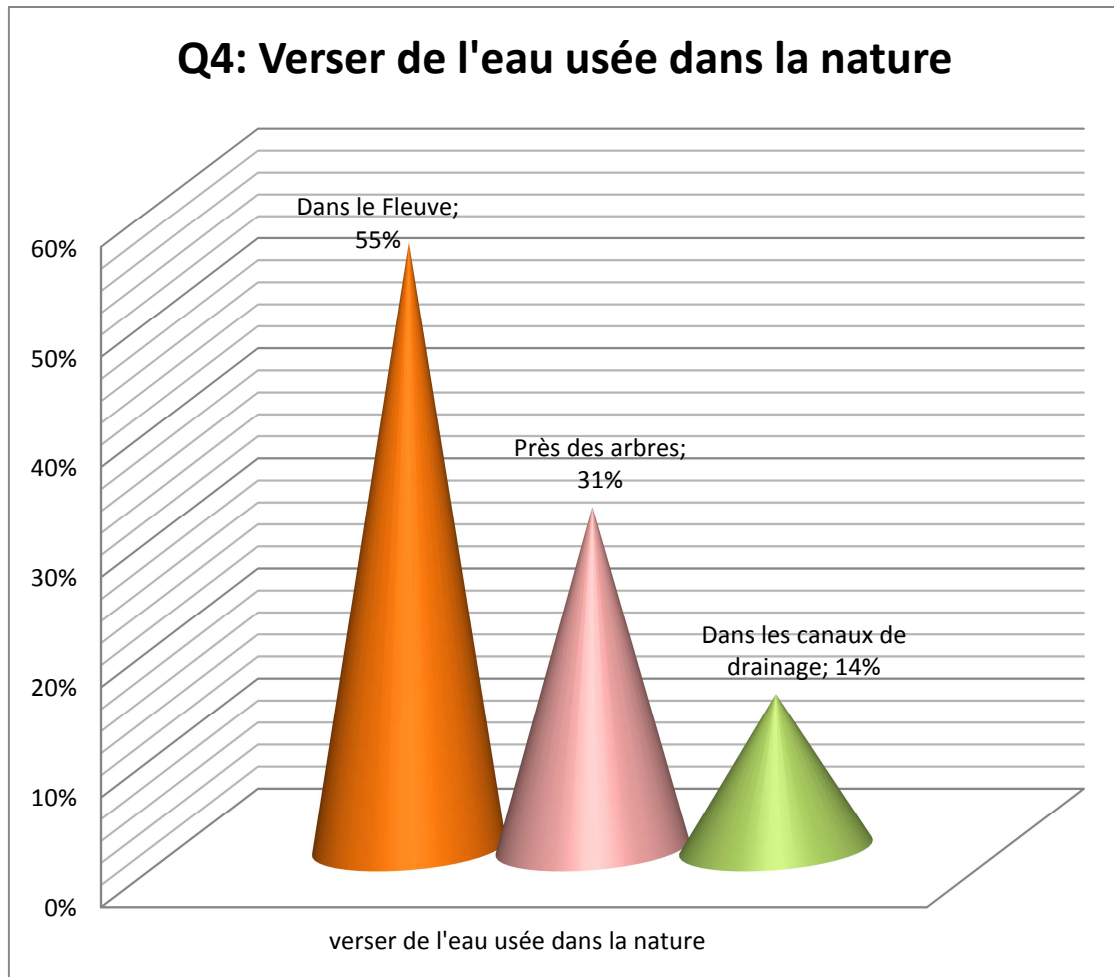


Figure 5: Verser de l'eau usée dans la nature

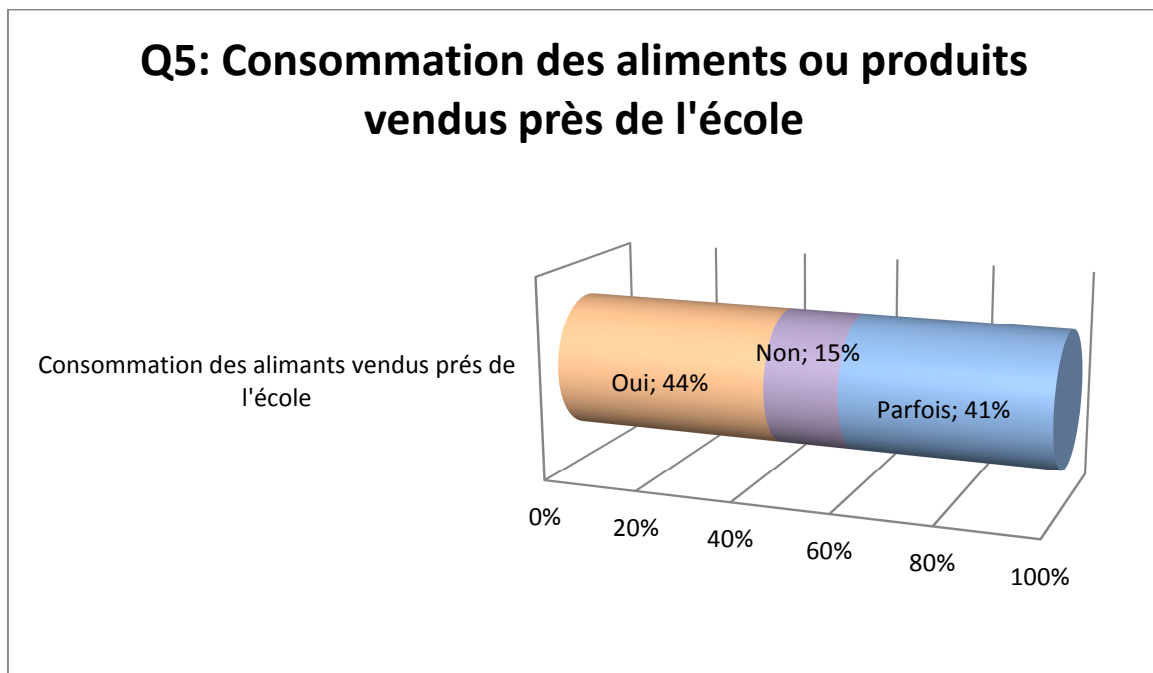


Figure 6: Pourcentage des répondants relativement à la question sur la consommation des aliments vendus près de l'école

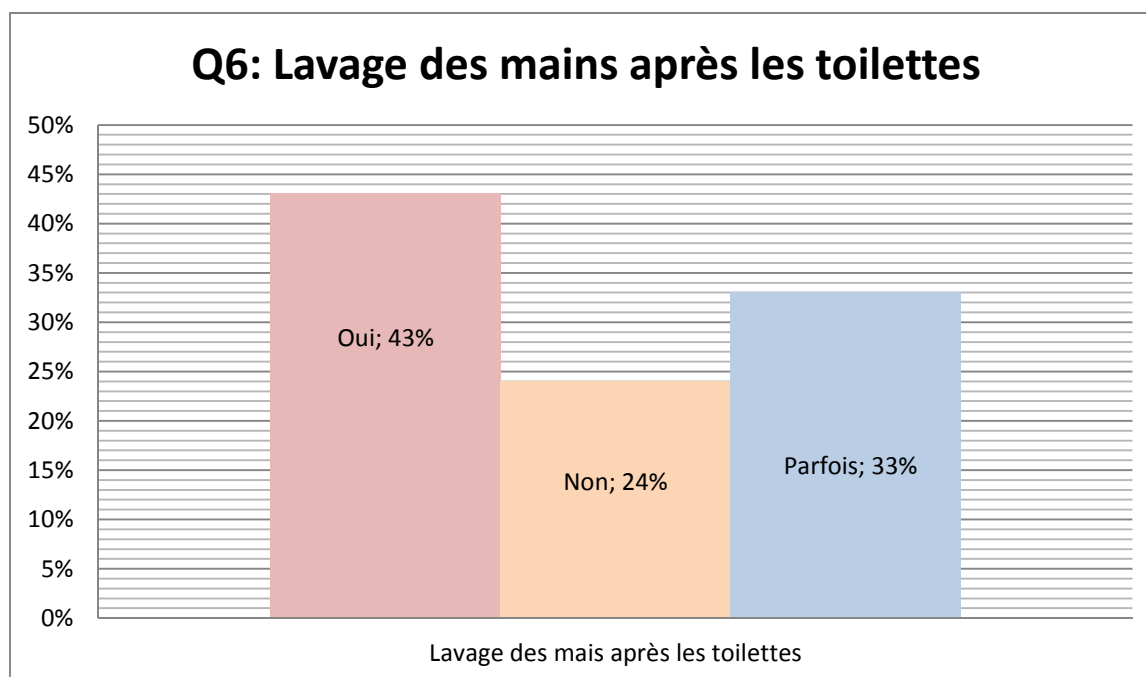


Figure 7: pourcentage des répondants relativement à la question sur le lavage des mains après les toilettes

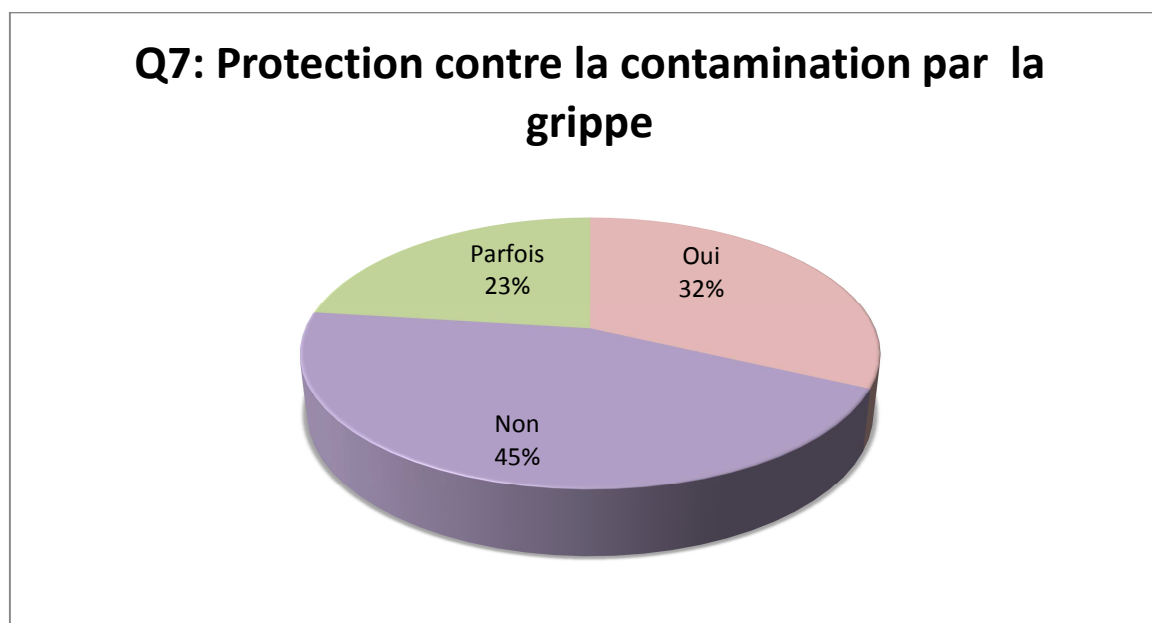


Figure 8: pourcentage des répondants relativement à la question sur la protection contre la contamination par la grippe

RÉFÉRENCES

- [1] Collectif, Dictionnaire de l'écologie, 2001 Encyclopaedia Universalis, éditions Albin Michel, p. 519.
- [2] Comité des Nations Unies – Genève – décembre 1975
- [3] François de Singly (1992). « L'Enquête et ses méthodes ».
- [4] Klein Alexandre editor (dir.) (2010). « L'éducation en santé au secours des Sciences de l'éducation : pré-mises à un essai d'épistémologie croisée ». In AREF, Congrès International d'Actualité de la Recherche en Education et en Formation (AREF 2010), Genève.
- [5] Lexique de géographie humaine et économique, sous la direction de Claude CABANNE, éditions DALLOZ 1984.
- [6] Livre de l'élève « Al Manhal, Sciences de la vie et de la terre, édition 4 : 2013/1434 »
- [7] Livre de l'élève « Al Moufid, Sciences de la Vie et de la Terre, édition : 2005 »
- [8] Livre de l'élève « Fi Rihab, Sciences de la Vie et de la Terre, édition : 2007 »
- [9] Union International de Conservation de la Nature (UICN) 1971
- [10] <http://www.cespharm.fr/fr/Prevention-sante/L-education-pour-la-sante/Quels-concepts>
- [11] <http://www.radisma.info/document.php?id=748>

Etude du comportement de dix (10) variétés de patate douce cultivées à Bongor en saison sèche

Alain Ignassou DJINET¹, Rasmata NANA², Memti Mberdoun NGUINAMBAYE³, Badoua BADIÉL², Bibata KONATE², Leopold NANEMA², and Zoumbiéssé TAMINI²

¹Ecole Normale Supérieure de Bongor, Département des Sciences de la Vie et de la Terre BP 15 Bongor, Tchad

²Université Ouaga I Pr. Joseph KI-ZERBO, Unité de Formation et de Recherche en Sciences de la Vie et de la Terre, Laboratoire de Biosciences Equipe d'Ecophysiologie Végétale 03BP 7021 Ouagadougou, Burkina Faso

³Université de N'djaména Faculté des Sciences Exactes et Appliquées, Département de Biologie, BP N'djaména, Tchad

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This study was conducted to evaluate the morphological and agronomic performance of ten varieties of sweet potato grown in Bongor in Chad during the dry season. The average length of internodes of the main stem and means the collar diameters were measured and maximum growth rates associates were determined, the length and diameter of tuber were measured, the number of tuber per plant were recorded tuber yield, the diameter/length ratio of the tuber, the average weight of tuber and dry matter aboveground biomass were determined. The results, it appears that varieties BF 59 and BF 40 have the longest and varieties BF 108 and TIB have diameters in the larger collar internodes. The highest growth rates were noted between the 37th and 51st JAP and between the 23rd and 72nd JAP respectively for the length of internodes and the collar diameter. For agronomic parameters, variety BF 108 was more effective for most of the studied parameters. This variety seems interesting for the selection of work.

KEYWORDS: Sweet potato, Varieties, Bongor, Dry season.

RÉSUMÉ: L'étude a été menée dans le but d'évaluer les performances morphologiques et agronomiques de dix (10) variétés de patate douce cultivées à Bongor au Tchad en saison sèche. Les longueurs moyennes des entre-nœuds de la tige principale et les diamètres moyens au collet ont été mesurés et les vitesses maximales de croissance associées ont été déterminées. La longueur et le diamètre du tubercule ont été mesurés, le nombre de tubercules par plant ont été relevés. Le rendement en tubercules, le rapport diamètre/longueur du tubercule, le poids moyen du tubercule et la matière sèche de la biomasse aérienne ont été déterminés. Des résultats, il ressort que les variétés BF 59 et BF 40 ont des entre-nœuds les plus longs et les variétés BF 108 et TIB ont des diamètres au collet les plus grands. Les vitesses de croissance les plus élevées ont été notées entre le 37^{ème} et le 51^{ème} JAP d'une part et entre le 23^{ème} et 72^{ème} JAP d'autre part respectivement pour la longueur des entre-nœuds et le diamètre au collet. Pour les paramètres agronomiques, la variété BF 108 s'est montrée plus performante pour la plus part des paramètres étudiés. Cette variété semble intéressante pour le travail de sélection.

MOTS-CLEFS: patate douce, variétés, Bongor, saison sèche.

1 INTRODUCTION

La patate douce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam. est une convolvulacée cultivée dans les zones tropicales et subtropicale [1]. Elle est l'un des plus importants aliments glucidiques consommés en Afrique sub-saharienne. La patate douce s'adapte bien aux sols relativement pauvres et des précipitations irrégulières [2]. Sa culture peut être échelonnée toute l'année avec des

prélèvements des boutures d'un champ à l'autre, mais elle est aussi soumise à beaucoup de contraintes. De nos jours, la patate douce bénéficie de programme d'amélioration [3]. Parmi les espèces du genre *Ipomoea*, la patate douce est la seule à produire des racines tubéreuses comestibles [4]. L'objectif de ce travail est d'évaluer la performance morphologique et agronomique de dix(10) variétés de patate douce cultivée à Bongor pendant la saison sèche dite la période de sécheresse.

2 MATÉRIELS ET MÉTHODE

2.1 MATÉRIEL VÉGÉTAL

Les boutures de patate douce qui ont fait l'objet de cette étude provenaient de la station de l'Institut National de l'Environnement et de la Recherche Agricole(INERA) à Kamboinsé au Burkina Faso. Dix(10) variétés ont servi de matériel de base, il s'agit des variétés BF 11, BF 13, BF 40, BF 59, BF 108, BF 139, BF 140, BF 142, Jewel et TIB. Les caractéristiques de ces différentes variétés sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau I : Caractéristiques des variétés étudiées

Caractéristiques Variétés	Origine	Longueur du cycle	Type de plante	Aspect général de la feuille	Nombre de lobes des feuilles	Forme de la racine tubéreuse	Couleur de la peau du tubercule	Couleur de la pulpe du tubercule
BF 11	Collection Burkina	90 jours	déployé	triangulaire	5	Longue et oblongue	rouge	Jaune pâle
BF 13	Collection Burkina	90 jours	Très déployé	triangulaire	3	elliptique	blanc	Jaune pâle
BF 40	Collection Burkina	90 jours	Très déployé	triangulaire	9	dispersé	Rouge	Jaune pâle
BF 59	Collection Burkina	90 jours	Très déployé	triangulaire	9	Longue et elliptique	Crème	Jaune pâle
BF 108	Collection Burkina	90 jours	Très déployé	triangulaire	3	Longue et elliptique	Rouge	Blanc
BF 139	Collection Burkina	90 jours	déployé	triangulaire	5	Longue et elliptique	Orange	Orange foncé
BF 140	Collection Burkina	90 jours	déployé	hasté	5	Dispersé	Crème	Blanc
BF 142	Collection Burkina	90 jours	Semi érigé	triangulaire	1	Ronde elliptique	Rose	Blanc
JEWEL	Pérou	90-120 jours	déployé	triangulaire	7	Longue et irrégulière	Orange	Orange
TIB	Pérou	90-120 jours	déployé	hasté	5	elliptique	Orange	Orange

2.2 SITE EXPÉRIMENTAL

Les essais ont été conduits du 10 janvier au 25 avril 2012 soit une durée de 107 jours et du 20 septembre au 30 décembre 2014 soit une durée de 100 jours, dans le jardin expérimental de l'Ecole Normale Supérieure de Bongor (10. 280° latitude Nord et à 15.370° longitude Est) au Tchad. Le sol utilisé est de type sablo-limoneux.

2.3 DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL

Les essais ont été conduits sur un seul site durant les saisons sèches 2012 et 2014, dans un dispositif expérimental en blocs randomisés à 3 répétitions. Trois billons ont été utilisés pour chaque variété. Et pour chacune, 4 boutures ont été retenues soit 360 boutures pour les dix(10) variétés considérées. La distance entre les plants d'une même variété sur le billon a été de 50 cm et l'écartement entre les billons a été de 1 m. La densité à l'hectare a été de 20000 plants.

2.4 MÉTHODE D'ARROSAGE

Pour mener à bien ces expérimentations de contre saison dès la plantation, l'arrosage s'en est suivi sans interruption jusqu'à dix (10 jours) car la patate douce après la plantation est très sensible à la sécheresse elle a besoin d'un apport régulier d'eau. Après les dix(10) jours, le rythme d'arrosage a été intermittent soit un arrosage chaque 48 heures. Et, ceci a

été poursuivi jusqu'à la récolte. Il faut noter que le rythme d'arrosage était lié à la capacité au champ du type du sol considéré.

2.5 MESURE DE LA LONGUEUR DES ENTRE-NŒUDS DE LA TIGE PRINCIPALE ET DU DIAMÈTRE AU COLLET

Les mesures de la longueur des entre-nœuds de la tige principale et du diamètre au collet ont débuté 15 jours après la plantation. Ces mesures ont été faites chaque semaine soit 12 mesures pour toutes les expérimentations menées. Pour la longueur des entre-nœuds, le ruban gradué a été utilisé, par contre pour le diamètre au collet le pied à coulisse a été utilisé. La vitesse de croissance a été calculée par la différence entre deux(2) mesures consécutives, rapporter au nombre de jours entre ces deux(2) mesures (intervalle de temps). Elle est donnée par la formule : $V = \frac{dl}{dt}$

2.6 COLLECTE DES DONNÉES

Le poids et le nombre des tubercules par plant pour chaque variété ont été relevés. La longueur et le diamètre des tubercules ont été mesurés. Pour cela, la règle graduée et le pied à coulisse ont été respectivement utilisés. Pour le poids de tubercules la balance a été utilisée. Par ailleurs, les observations telles que : la couleur et l'épaisseur de l'enveloppe du tubercule, la couleur de la chair du tubercule ont été faites. Pour obtenir la matière sèche, trois(3) tubercules de chaque variété pris au hasard dans les blocs ont été épluchés et découpés à la main en fines lamelles puis mélangées. Pour chaque variété trois(3) échantillons de 10 g chacun ont été séchés à l'étuve à 105°C pendant 24 heures jusqu'à l'obtention d'un poids constant. Le pourcentage de la matière sèche a été calculé par la formule suivante :

$$\text{Taux d'humidité : \% H}_2\text{O} = ((M_1 - M_2) / (M_1 - M_0)) \times 100$$

$$\% \text{ MS} = 100 - \% \text{ H}_2\text{O}$$

M_0 : poids du creuset à vide ; M_1 : poids du creuset contenant le matériel à sécher

M_2 : Poids de l'ensemble creuset et produit après étuvage ; MS : matière sèche

La matière sèche de la biomasse aérienne a été déterminée par pesée de la tige et des feuilles ; le poids frais obtenu est noté P_1 , la partie aérienne (tige et feuilles) a été mise à l'étuve à 105° Pendant 72 heures. A la sortie de l'étude, une série de pesées a été effectuée jusqu'à l'obtention du poids constant, noté le poids P_2 . La différence de poids notée Δp représente la matière sèche de la Biomasse aérienne.

2.7 TRAITEMENT ET ANALYSES STATISTIQUES

Les données recueillies sur les différents paramètres ont été soumises à une analyse de variance(ANOVA). Les tests de comparaison des moyennes ont été effectués selon la méthode de Fisher au seuil de 5%. Le logiciel utilisé pour traiter les données est XLSTAT version 7.5.2.

3 RÉSULTATS

Les résultats des analyses statistiques ont montré qu'il existe une différence significative entre les variétés pour la longueur moyenne des entre-nœuds de la tige principale et le diamètre au collet. La longueur moyenne des entre-nœuds a varié de 2,24 à 5,60 cm. La longueur moyenne des entre-nœuds la plus élevée est notée chez la variété BF 59 (5,60 cm) et la longueur moyenne la plus faible est observée chez la variété BF 140 (2,24 cm). Le diamètre au collet a varié de 4,04 à 8,76 mm. Le diamètre au collet le plus important est noté chez la variété TIB (8,76 mm) et le diamètre au collet le plus faible est enregistré chez la variété BF 140 (4,04 mm)(Tableau 2).

Tableau 2 : longueur moyenne des entre-nœuds de la tige principale et le diamètre au collet des différentes variétés de patates douces cultivées en saison sèche à Bongor

Variétés	Longueur moyenne des entre-nœuds (cm)	Diamètre au collet (mm)
BF 139	5,37 ± 0,09 ^{ab}	5,61 ± 0,25 ^{bc}
Jewel	5,30 ± 0,25 ^{ab}	5,75 ± 0,13 ^{bc}
BF 13	5,20 ± 0,05 ^{ab}	5,46 ± 0,11 ^{bcd}
BF 11	5,44 ± 0,11 ^{ab}	6,09 ± 0,19 ^b
TIB	4,40 ± 0,04 ^{bc}	8,76 ± 0,66 ^a
BF 59	5,60 ± 0,38 ^a	5,46 ± 1,17 ^{bcd}
BF 142	5,18 ± 0,54 ^{ab}	4,50 ± 0,12 ^{cd}
BF 108	3,80 ± 0,31 ^c	7,85 ± 0,71 ^a
BF 140	2,24 ± 0,43 ^d	4,04 ± 1,12 ^d
BF 40	5,56 ± 1,11 ^a	5,30 ± 0,44 ^{bcd}

..Les moyennes portant en exposant la même lettre pour un même paramètre ne sont pas significativement différentes au seuil de risque de 5% selon le test de Fisher.

Les courbes de vitesse de croissance des longueurs des entre-nœuds de la tige principale et du diamètre au collet ont été très variables suivant les variétés. Dans cette condition climatique de Bongor, les vitesses moyennes les plus importantes ont été observées entre le 37^{ème} et le 51^{ème} jour après plantation (JAP). La vitesse moyenne maximale de croissance la plus élevée a été notée chez la variété BF 13 soit 0,15 cm/j (Fig 1).

Pour le diamètre au collet, les vitesses de croissance maximales ont oscillé entre le 23^{ème} et 72^{ème} jour après plantation (JAP). La vitesse la plus grande a été relevée chez la variété TIB soit 0,24mm/j (Fig 2).

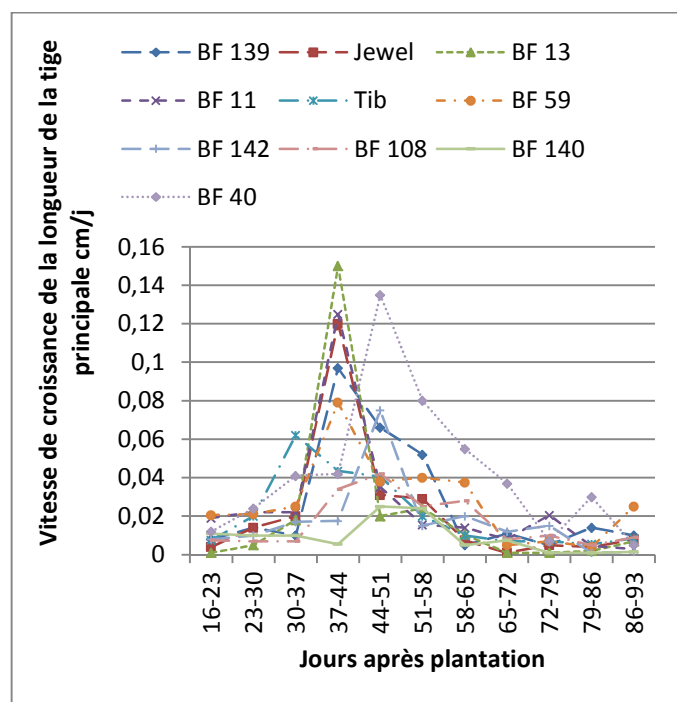


Fig 1. Vitesse de croissance des entre-nœuds de la tige principale

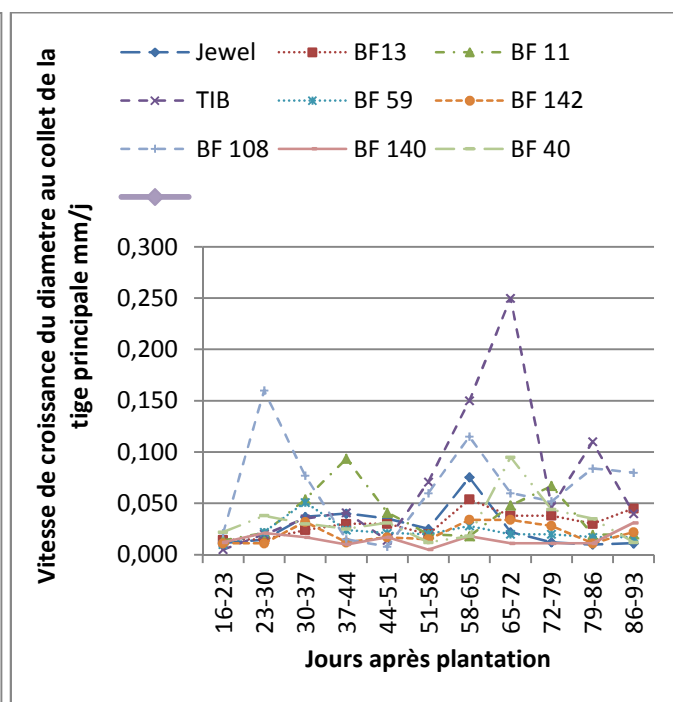


Fig 2. Vitesse de croissance du diamètre au collet

Le tableau 3 présente les résultats des analyses statistiques des paramètres agronomiques.

De ce tableau il ressort qu'il existe une différence significative entre les variétés. La longueur du tubercule a varié de 0 à 11,39 cm. La longueur la plus élevée est notée chez la variété BF 40 (11,39 cm) et la valeur (0) est aussi notée chez la variété BF 140. Pour le diamètre du tubercule, il existe aussi une différence significative ($P < 0,0001$) entre les variétés. Le diamètre du tubercule le plus grand a été de 10,50 cm et il est observé chez la variété BF 108. Pour le nombre de tubercule par plant, il a varié de 0 à 5. La valeur 0 est notée chez la variété BF 140 ; et la valeur la plus élevée est notée chez la variété BF 108.

Une différence significative ($P < 0,0001$) a été aussi observée entre les variétés pour ce paramètre. Le rendement en tubercules à la récolte a varié entre 0 et 15,84 t/ha, la valeur la plus élevée est notée chez la variété BF 108 (15,84) et la valeur 0 a été enregistrée chez la variété BF 140. Une différence significative ($P < 0,0001$) a été notée entre les variétés.

S'agissant du poids moyen du tubercule, il a varié de 0 à 172,63 g. La variété BF 108 a le poids moyen du tubercule le plus grand (172,63 g) et, la valeur 0 a été notée chez la variété BF 140. Il existe une différence significative ($P < 0,0001$) entre les variétés pour le poids moyen du tubercule. Le rapport diamètre/longueur du tubercule a varié de 0 à 0,99. La valeur 0,99 a été notée chez la variété BF 108.

Pour la matière sèche du tubercule, elle a varié de 0 à 37,56 %. La variété BF 13 a la plus grande valeur de la matière sèche. En outre, la matière sèche de la biomasse aérienne a varié de 4,64 à 197,67 g. La matière sèche de la biomasse aérienne la plus élevée a été notée chez la variété BF 108 (197,67 g) et celle la plus faible a été relevée chez la variété BF 140 soit 4,64 g. Pour ce paramètre, il existe une différence significative ($P < 0,0001$) entre les variétés.

Tableau 3 : paramètres agronomiques mesurés à Bongor en saison sèche.

variétés	LgT(cm)	DmT(cm)	NbT/plant	Rdt(t/ha)	PMT(g)	DmT/LgT	MST(%)	BMA(g)
BF 139	9,76 ± 1,28 ^{bcd}	3,67 ± 0,54 ^{bcd}	2,00 ± 1,41 ^c	3,01 ± 0,06 ^e	76,48 ± 1,03 ^e	0,37 ± 0,01 ^c	28,84 ± 1,44 ^{bc}	60,28 ± 6,05 ^d
Jewel	9,14 ± 0,02 ^{de}	3,26 ± 0,19 ^e	2,00 ± 1,41 ^c	2,66 ± 0,18 ^e	67,58 ± 4,21 ^f	0,35 ± 0,01 ^c	26,02 ± 0,82 ^c	42,86 ± 6,65 ^e
BF 13	9,31 ± 0,16 ^{cd}	4,33 ± 0,28 ^b	3,00 ± 1,41 ^b	4,82 ± 0,05 ^{cde}	80,92 ± 1,46 ^{de}	0,46 ± 0,04 ^b	37,56 ± 0,23 ^a	67,78 ± 0,59 ^c
BF 11	10,55 ± 1,00 ^{abc}	4,05 ± 0,34 ^{bcd}	3,00 ± 0,00 ^b	5,67 ± 0,50 ^{bc}	95,82 ± 7,28 ^c	0,38 ± 0,01 ^c	26,20 ± 2,69 ^c	71,76 ± 1,18 ^c
TIB	7,91 ± 0,35 ^e	3,61 ± 0,09 ^{cde}	2,00 ± 1,41 ^c	2,95 ± 0,04 ^e	73,41 ± 0,56 ^{ef}	0,45 ± 0,01 ^b	32,70 ± 2,63 ^b	122,18 ± 2,80 ^b
BF 59	10,73 ± 0,70 ^{ab}	3,82 ± 0,19 ^{bcd}	3,00 ± 0,00 ^b	5,30 ± 0,21 ^{bcd}	88,98 ± 4,36 ^{cd}	0,35 ± 0,05 ^c	30,75 ± 1,53 ^b	56,04 ± 3,66 ^d
BF 142	9,02 ± 0,50 ^{de}	3,35 ± 0,14 ^{de}	2,00 ± 0,00 ^c	3,13 ± 0,30 ^{de}	77,80 ± 5,31 ^e	0,36 ± 0,01 ^c	31,06 ± 2,31 ^b	42,16 ± 2,17 ^e
BF 108	10,38 ± 0,49 ^{abcd}	10,50 ± 0,52 ^a	5,00 ± 0,71 ^a	15,84 ± 3,00 ^a	172,63 ± 0,89 ^a	0,99 ± 0,01 ^a	25,24 ± 0,40 ^c	197,67 ± 0,83 ^a
BF 140	00 ± 0,00 ^f	00 ± 0,00 ^f	00 ± 0,00 ^d	00 ± 0,00 ^f	00 ± 0,00 ^g	00 ± 0,00 ^d	00 ± 0,00 ^d	4,64 ± 0,08 ^f
BF 40	11,39 ± 0,33 ^a	4,12 ± 0,40 ^{bc}	3,00 ± 1,41 ^b	7,16 ± 0,34 ^b	120,34 ± 3,80 ^b	0,36 ± 0,02 ^c	30,23 ± 2,59 ^b	121,58 ± 1,94 ^b

LgT: longueur du tubercule ; **DmT**: diamètre du tubercules ; **NbT/plant**: nombre de tubercules par plant ; **Rdt**: rendement en tubercules ; **PMT**: poids moyen du tubercule ; **DmT/LgT**: rapport diamètre/longueur du tubercule ; **MST**: matière sèche du tubercule. Les moyennes portant en exposant la même lettre pour un même paramètre ne sont pas significativement différentes au seuil de risque de 5% selon le test de Fisher.

4 DISCUSSION

Cette étude a permis de soumettre les dix(10) variétés de patate douce aux conditions climatiques de Bongor. Le changement climatique observé ces dernières années constitue un danger pour les cultures. Quelquefois, de fortes températures sont enregistrées suivies d'une sécheresse sévère. Cette situation très fréquente dans nos régions nous conduit à mener cette activité afin de cerner avec exactitude le comportement des différentes variétés de patate douce. En effet, la taille des organes végétatifs tels que la tige et la feuille impacte considérablement sur le rendement. Dans ce cas précis, une corrélation positive a été établie entre le diamètre au collet et le rendement en tubercules d'une part et entre le poids moyen du tubercule et la matière sèche de la biomasse aérienne d'autre part. Ce résultat est en accord avec les études menées sur la pomme de terre où il a été établi que le rendement en termes de tubercules est positivement influencé par la taille de la plante, le diamètre de la tige principale [5]. La productivité de la plante dépend ainsi de l'efficacité du processus de photosynthèse, de la croissance et du développement des feuilles [6]. La différence entre la longueur des entre-nœuds de la tige principale des différentes variétés serait liée à la photopériode. Des études menées sur la lentille de terre ont montré aussi que la différence de longueur de la tige principale suivant les conditions de culture était due essentiellement à l'éclairement [7]. En outre, les études faites sur d'autres plantes soumises à un éclairage artificiel ont montré également que les entre-nœuds des plants éclairés sont significativement plus longs que ceux des plants témoins [8]. Selon UEDA et al.[9], l'élongation de l'entre-nœud résulte d'une division et d'un allongement cellulaire. Par ailleurs, la vitesse de croissance maximale de longueur des entre-nœuds et du diamètre au collet observée chez les variétés de patate douce entre le 37^{ème} et le 51^{ème} JAP d'une part et entre le 23^{ème} et le 72^{ème} JAP d'autre part peut être expliquée par le fait que, les plantes à ce niveau accélèrent leur croissance pour pourvoir stocker une quantité importante des éléments de réserves. La phase accélérée correspond à la période définie par WILSON [10] ; selon cet auteur, la phase accélérée de la tubérisation se situe entre la 2^{ème} et la 8^{ème} Semaine après plantation (SAP).

D'une manière générale, la mise en réserve des glucides annonce la fin de la croissance végétative mais dans ce cas, nous avons trouvé le résultat contraire. Cela peut être due à l'apparition des tiges secondaires qui renforcent la mise en réserve et favorisent la croissance des entre-nœuds de la tige principale. De ce fait, le premier critère d'adaptation dans une écologie c'est l'aptitude de la variété à produire une importante masse végétative dans la localité.

Les paramètres agronomiques ont été évalués, ils ont varié selon les variétés. Pour la longueur du tubercule, les valeurs obtenues se rapprochent de celles obtenues par WILSON [10]. Cet auteur avait trouvé des valeurs qui ont varié entre 7,4 cm et 15,6 cm. Par contre pour le même paramètre, les valeurs obtenues par DJINET et al. [11] sur les mêmes variétés de patate douce cultivées dans les mêmes conditions climatiques mais à une période différente ont varié entre 6,82 et 20,30 cm.

S'agissant des diamètres du tubercule, nos résultats sont sensiblement comparables à ceux obtenus par TARINI et al. [12] sur des variétés de patate douce cultivées au Burkina Faso soit 3,36 à 8,45 cm et ceux obtenus par WILSON [10] soit 3 à 5,3 cm. Les résultats ont dû être influencés par les facteurs du milieu. Le nombre de tubercule par plant a varié en fonction de la variété. Les résultats obtenus sont sensiblement identiques à ceux obtenus chez 4 variétés de patate douce cultivées à l'ouest du Kenya et dont les valeurs étaient respectivement 4,2 ; 3,1 ; 3,5 et 2,8 [13]. Ces variétés sont SPK013, Kemb 10 et SPK004. La variation du nombre de tubercules par plant peut être liée au type du sol, la température du milieu et la saison au cours de laquelle l'expérimentation a été menée.

Le rendement en tubercules a varié aussi suivant les variétés. Parmi les variétés étudiées, la BF 108 s'est distinguée des autres en termes de rendement en tubercules avec une matière sèche de la biomasse aérienne la plus élevée. Une corrélation positive a été notée entre le rendement en tubercules et la matière sèche de la biomasse aérienne. Selon SAJJAPONGSE et ROAN [14], une plante feuillue à tige vigoureuse a très souvent une production en racines tubéreuses élevée. En outre, le rendement peut aussi être affecté par la saison au cours de laquelle la culture a été effectuée [15]. Une étude menée dans les mêmes conditions climatiques et en saison des pluies a donné des rendements qui ont varié entre 0,94 et 45,15 t/ha [11]. Tandis qu'en saison sèche il a varié de 0 à 15,5 t/ha. Cela montre effectivement que la saison a influencé considérablement sur le rendement en tubercules. Cependant, plusieurs études ont montré l'action de la température sur la répartition des assimilats et sur le développement des racines de réserve [16] et [17]. Les plants de patate douce donnent un rendement en tubercules élevé lorsque la température de l'air était de 20°C pendant la période d'obscurité et de 29°C pendant tout le cycle [16]. En outre, SEKIOKA [18] a montré que les plants de patate douce produisaient une quantité importante en tubercules lorsqu'ils sont soumis à une température du sol constante de 30°C, combinée à une température de l'air de 25°C pendant la nuit. Pendant nos essais, la température moyenne ambiante relevée dans les conditions climatiques de Bongor en saison sèche était de 37,15°C, la variété BF 140 n'a pas donné de tubercules. Cela prouve que les conditions de température dans lesquelles cette variété a été soumise ont été défavorables pour sa croissance optimale. La variété BF 140 n'a pas pu bien s'adapter aux conditions climatiques de Bongor pendant ces périodes d'expérimentation. En effet, l'activité photosynthétique est aussi dépendante de la température, dont la valeur optimale varie avec chaque espèce, des températures trop froides ou trop élevées modifient l'activité photosynthétique des végétaux [19]. Dans la plupart des cas, la réduction de l'assimilation du CO₂ est provoquée par une inactivation de la Rubisco [20].

La teneur en matière sèche variait d'une variété à une autre. Les valeurs obtenues sont comparables à celles obtenues chez les mêmes variétés cultivées dans les mêmes conditions climatiques et pendant la saison des pluies. Ces valeurs ont varié de 21,41 à 45,23% [11]. Cette teneur en matière sèche importante chez d'autres variétés s'expliquerait par le fait que leurs tubercules respectifs ont un taux d'humidité relativement faible.

Le rapport diamètre/longueur du tubercule permet d'apprécier la forme du tubercule de la patate douce considérée. Les valeurs du rapport se rapprochant de 0,5 permettent d'identifier les tubercules ronds [12]. Les valeurs obtenues sont similaires à celles obtenues par DJINET et al. [11] soit de 0,30 à 0,61. Et, les plus grands rapports sont notés chez les variétés BF 108 et TIB. Par ailleurs, le poids moyen du tubercule a varié aussi suivant les variétés. A l'exception de la variété BF 108, le poids moyen du tubercule a été faible par rapport à celui obtenu aussi à Bongor mais en saison des pluies. De ces études, il ressort que les critères variétal, environnemental et saisonnier influencent considérablement les paramètres agronomiques suivant qu'on se trouve dans n'importe quelle localité. En effet, ROBIN et BROWNE [21] ont montré que la variété et la localité affectent de manière significative le rendement.

5 CONCLUSION

Dans le cadre de la présente étude, les mesures des entre-nœuds et le diamètre au collet ont permis de connaître la vitesse de croissance et le développement végétatif des différentes variétés de patate douce. Il ressort des résultats que parmi les dix (10) variétés étudiées, les variétés BF 59 et BF 40 ont des entre-nœuds les plus longs. Les variétés BF 108 et TIB ont des diamètres au collet les plus grands. En outre, cette étude a montré que les longueurs des entre-nœuds ont augmenté graduellement avec des vitesses de croissance les plus élevées notées respectivement entre le 37^{ème} et le 51^{ème} JAP d'une part et entre le 23^{ème} et 72^{ème} JAP d'autres part. Par ailleurs, l'augmentation du diamètre au collet entraîne significativement celle du rendement. Par contre, l'augmentation de la longueur des entre-nœuds n'est pas corrélée au rendement. En outre, il ressort aussi de cette étude que la variété BF 108 avait la meilleure performance en termes de

rendement en tubercules, le poids moyen du tubercule, la longueur et diamètre du tubercule, le nombre de tubercules par plant et la matière sèche de la biomasse aérienne. Ainsi cette étude menée pourra nous orienter dans le sens de l'amélioration de l'espèce en tenant compte des conditions environnementales.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier l'Université Ouaga I Pr Joseph KI-ZERBO, l'Institut National de l'Environnement et de la Recherche Agricole(INERA) de Kamboinsé à Ouagadougou au Burkina Faso, l'Ecole Normale Supérieure de Bongor au Tchad et Coopération Française qui ont soutenu matériellement, financièrement et moralement ce travail.

REFERENCES

- [1] KOALA M, HEMA A, SOMÉ K, PALÉ E, SÉRÉMÉ A, BELEM J, NACRO M, evaluation of eight orange fleshed sweet potato (OFSP) varieties for their total antioxidant, total carotenoid and polyphenolic content. *J. Nat. Sci. Res.*, 3(4): 67-72, 2013.
- [2] MBANASO EO, AGWU AE, ANYANWU AC, ASUMUGHA GN, assessment of the extern of adoption of sweetpotato production Technology by farmers in the southeast agro-ecological zone of Nigeria. *J.Agr.Soc.Res.*, 12(1):124-136, 2012.
- [3] VERNER P, VARIN D, la culture de la patate douce. *Agri, dev*, 3(1) : 54-63, 1994.
- [4] AFUAPE SO, NWANKWO IIM, OMODAMIRO RM, ECHENDU TNC, TOURÉ A, studies on some important consumer and processing traits for breeding sweetpotato for varied End-uses. *Am.J.Exp.Agr.*, 4(1): 114-124, 2014.
- [5] DARABAD G.R, study the relationships Between Yield and components of Potato varieties using correlation analysis and regression analysis and causality. *Int. J. Pl. An. Env. Sci*; 42(2): 584-589, 2014.
- [6] KARADOGAN T, AKGUN I, Effect of leaf removal on sunflower yield and yield components and some quality characters. *Helia*, 32(50): 123-134, 2009.
- [7] TAMINI Z, étude ethnobotanique et analyses morphophysiologiques du développement de la lentille de terre (*Macrotyloma geocarpum*(HARMS)MARECHAL ET BAUDET. Doctorat d'Etat, Université de Ouagadougou, Burkina Faso p.95, 1997.
- [8] MEJDA R et HANNACHI C, effet de la durée de l'éclairement artificiel sur la croissance végétative du melon (*Cucumis melo* L.) *Trop.* 14(3) : 106-109, 1996.
- [9] UEDA J, TANAKA K, KATO J, plant growth regulator in *cucumis melo* L. var flexuosus Naud. Fruit during rapid growth plant cell physiol., 27(5): 809-818, 1986.
- [10] WILSON L.A, tuberisation chez la patate douce (*Ipomoea batatas*(L) Lam. In *patate douce*, CTA / ACCT(ed). *Shanhua*; 89-104, 1977.
- [11] DJINET IA, NANA R, TAMINI Z, BADIEL B, étude comparée des paramètres agromorphologiques de dix(10) variétés de patate douce *Ipomea batatas*(L.)Lam cultivées au champ dans deux(2) conditions climatiques au Tchad et au Burkina Faso. *Int .J. Biol. Chem. Sci.*9(3) : 1243-1251, 2015.
- [12] TARINI A, SOMDA JC, VEBAMBA O, YAMEOGO KM, BELEM J, amélioration des apports en Vitamine des femmes et des enfants par la production et la consommation des patates douces à chair orange au Burkina Faso *HKI*, Ouagadougou P.18, 2007
- [13] NDOLO PJ, MCHARO T, CAREY EE, GICHUKI ST, NDINYA C, MALING'A J, Participatory on-Farm selection of sweetpotato varieties in western Kenya. *Afr. Crop. Sci. J.*, 9(1) : 41-48, 2001
- [14] SAJJAPONGSE A, ROAN YC, les facteurs physiques affectant le rendement en racine de la patate douce. In *patate douce*, CTA / ACCT (ed.) *Shanhua*; 217-229, 1982
- [15] ZARA DL, GUEVAS SE, CARLOS JT, le comportement des variétés de patate douce sous cocotiers. In *patate douce* CTA / ACCT(ed.).*Shanhua* ; 251-259, 1982
- [16] KIM Y.C, Effect of thermoperiodism on tuber formation in *Ipomoea batatas* under controlled conditions. *Pl. physiol.*, 36(5):680-684, 1961
- [17] SAKR ESM, effect of temperature on yield of the sweet potato .*Am. Soc. Hort. Sci.Proc.*, 42(1): 517-518, 1943.
- [18] SEKIOKA, the effect of temperature on the translocation and accumulation of carbohydrate in sweet potato. *Int symp. Trop. Root. Tub Crops.*, 2(1) : 37-40,1970
- [19] ALLEN DJ, ORT DR, impacts of chilling temperatures on photosynthesis in warmclimate plants. *Tr. Pl. Sci.*, 6(1): 36-42, 2001.
- [20] SHARKEY TD, effects of moderate heat stress on photosynthesis: importance of thylakoid reactions, rubisco deactivation, reactive oxygen species, and thermotolerance provided by isoprene. *Plant, Cell and Environment* 28: 269-277, 2005
- [21] ROBIN G, BROWNE B, evaluating the effects of different agro-ecological zones, time of planting and accessions, on sweet potato yields in Antigua and Barbuda. *CARDI Review* 11: 21-30, 2011.

PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES D'UN REGIME ALIMENTAIRE A BASE DE DECHETS D'ALGUES BIOTRANSFORMES SUR LA CROISSANCE DES OVINS

M. ENNOUALI, A. CHAOUCH, and M. OUHSSINE

Laboratoire d'Agro-physiologie, Biotechnologie, Environnement et Qualité Département de Biologie, Faculté des Sciences, université Ibn Tofail, KENITRA B.P 14999, Maroc

Copyright © 2016 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 the end of the red waste biotransformation an alga *Gelidium agar-agar* sesquipedale after extraction, we achieved a finished product free of pathogenic bacteria and rich in protein 26%, fat 0.40%, carbohydrate 38% and 11% minerals. Three diets containing respectively 20%, 25%, 30% seaweed waste are compared with a commercial ration to determine the best growth on sheep. We followed the weight gain and average daily gain during the 90 days. Four batches of ten sheep each were submitted to the fattening test. Lot 1 receiving the food (F1) reached an average gain resulting weight of 14.5 kg or average daily gain (ADG) of 161 g / d. Lot 2 receiving the food F2 recorded an average weight gain of 16.3 kg is the equivalent of a daily gain 181 g / d. As for lot3 nourished by the food F3, marked the largest average weight gain of 19.35 Kg, a daily gain of 215 g / d. The control group regarding showed him a mean weight gain of interest near that of lot1 13.3 Kg, which corresponds to an average daily gain of 147 g / d. In addition, microbiological analyzes of sheep carcasses and viscera showed that total mesophilic anaerobic flora varies between 10² and 10³ cfu / g and faecal coliforms vary between 1 and 3 cfu / g. *Salmonella* and *clostridia* are totally absent. These results confirm the possibility of solving problems due to protein and mineral deficiencies in animals by adding these fermented waste and obtain a clean and healthy meat for consumption.

KEYWORDS: *Gelidium sesquipedale*, Agar, yeast, food intake, growth, weight gain, average daily gain (ADG), fattening.

RÉSUMÉ: A la fin de la biotransformation des déchets d'une algue rouge *Gelidium sesquipedale* après extraction d'agar-agar, nous avons obtenu un produit fini dépourvu de bactéries pathogènes et riches en protéines 26 %, lipides 0,40 %, glucides 38 % et 11 % d'éléments minéraux. Trois rations contenant respectivement 20 %, 25 %, 30 % de déchets d'algues sont comparées à une ration commerciale pour établir la meilleure croissance sur les ovins. Nous avons suivi le gain de poids et le gain moyen quotidien durant les 90 jours. Quatre lots de dix ovins chacun ont été soumis au test d'engraissement. Le lot 1 recevant l'aliment (F1) a atteint un gain moyen de poids obtenu de 14,5 Kg soit un gain moyen quotidien (GMQ) de 161 g/j. Le lot 2 recevant l'aliment F2 a enregistré un gain de poids moyen de 16,3 Kg c'est l'équivalent d'un GMQ 181 g/j. Quant au lot3 nourri par l'aliment F3, a marqué le plus grand gain de poids moyen de 19,35 Kg, soit un GMQ de 215 g/j. Le lot témoin quant à lui a montré un gain de poids moyen intéressant proche du celui du lot1 soit 13,3 Kg ce qui correspond à un GMQ de 147 g/j. En outre, les analyses microbiologiques réalisées sur les carcasses et les viscères ovins ont montré que la flore mésophile anaérobie totale varie entre 10² et 10³ ufc/g et Les coliformes fécaux varient entre 1 et 3 ufc/g. Les salmonelles et les clostridiens sont totalement absents. Ces résultats confirment la possibilité de résoudre les problèmes dus aux carences protéiques et minérales chez les animaux par l'addition de ces déchets fermentés et obtenir une viande saine et propre à la consommation.

MOTS-CLEFS: *Gelidium sesquipedale*, Agar-agar, levain, ration alimentaire, croissance, gain de poids, gain moyen quotidien (GMQ), engraissement.

1 INTRODUCTION

L'élevage Marocain est caractérisé par des fluctuations importantes de productions d'une année à une autre en fonction des conditions climatiques. De même, les rations d'engraissement des ovins offertes par les éleveurs incorporent 30 à 80 % (d'orge, de fève ou de pulpe sèche de betterave). Pour le calcul du coût alimentaire du gain vif des agneaux, plusieurs scénarios de prix simulent respectivement des conditions de bonne, moyenne et mauvaise disponibilité des ingrédients pour constituer un aliment équilibré.

Quant au prix, ils connaissent une tension persistante et une évolution galopante surtout pendant la fête de mouton ou pendant les périodes de sécheresse. L'avancement de l'urbanisation et le changement dans les conditions de vie ont pour conséquences un changement dans la demande de consommation de viande : goût appétissant, pauvre en cholestérol et moins cher. La formulation de rations alimentaires fait appel à certains ingrédients soit cultivables ou provenant d'un recyclage de la biomasse d'origine animale ou végétale sous forme de déchets par des procédés scientifiques appropriées pour éviter les problèmes d'ordre hygiéniques, nutritionnels et / ou environnementale. Pour ce faire plusieurs travaux ont été réalisés (valorisation : de la bagasse de canne à sucre [1], des restes de légumes [2], valorisation de la pulpe d'olive dans l'alimentation des ruminants [3] etc.

Au Maroc, l'industrie d'extraction d'agar- agar à partir des algues occupe la troisième place mondiale. Cette industrie génère en parallèle une grande quantité de déchets qui n'ont jamais fait l'objet d'une étude de traitement convenable. Nous avons mis en évidence une technique biologique de transformation de ces déchets en un produit stable [4] pour des applications agro-alimentaires, notamment comme fertilisant du sol et comme supplément alimentaire des rations destinées à l'alimentation des ovins. Cette technique est basée essentiellement sur l'utilisation d'un levain mixte contenant des bactéries lactiques et des levures à fort pouvoir acidifiant et fermentaire en présence de 20 % de mélasse.

Dans le présent travail, nous voulons mener une conduite alimentaire pour évaluer le rendement de l'ingrédient que nous avons produit à partir des déchets d'algues fermentés sur la croissance des ovins. Ce travail nous permet de trouver des possibilités de remplacement progressives des produits supposés chers pendant les périodes de sécheresse tels que le maïs, le son, et l'orge par d'autres ingrédients (sous-produits transformés par voie biologique) moins chers.

Le gain moyen quotidien dans un lot a atteint environ 238,33 g/j ce qui correspond aux mêmes résultats rapportés par plusieurs auteurs [5]. Ces résultats sont encourageants pour une application en industrie agronomique.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 CHOIX DE LA RÉGION D'ÉTUDE

L'étude est menée en une zone dite FOUARAT SAKNIA KENITRA (Maroc) vu l'importance que revêt cet axe par la présence d'un grand nombre de producteur de la viande ovine et la forte consommation de cette viande en cette région.

2.2 MOYENS HUMAINS

La gestion de ce test a été réalisée par une seule personne, chargée de l'alimentation, l'abreuvement et le maintien de l'hygiène du local et des contrôles de poids.

2.3 CARACTÉRISTIQUES DU LOCAL

Les caractéristiques du local sont portées sur le tableau 1.

Tableau 1 : dimensions du local

Paramètres	Dimensions (m)
Longueur (m)	20
Largeur (m)	20
Hauteur (m)	4
Surface/ animal (m ² / tête)	10

Cette surface est suffisante pour 40 têtes et c'est de même pour la hauteur permettant une bonne aération.

Ce local est construit en briques, dallé et muni d'un très bon éclairage.

Le sol est cimenté et il est en bonne état et caractérisé par une pente pour évacuer les déjections liquides

2.4 MANGEOIRES ET ABREUVOIRS

En moyenne, les mangeoires ont une longueur de 60 cm, une largeur moyenne de 50 cm et une profondeur de 20 cm. Elles

Les mangeoires sont individualisées et les distances sont suffisantes entre les attaches pour assurer l'alimentation séparée.

La source d'eau potable est proche, l'eau est disponible et ne constitue pas de facteur limitant.

2.5 PRÉPARATION DES ANIMAUX

L'essai d'engraissement a porté sur 40 agneaux âgés en moyenne de cinq mois, achetés de la région d'un souk de Khémisset (Région Rabat Zaïre Maroc) de type (Sardi). Une semaine d'adaptation avec le nouveau milieu et le nouveau régime alimentaire est obligatoire pour éviter toute sorte de stress.

L'ensemble du cheptel a été identifié par des boucles aux deux oreilles

2.6 VACCINATION ET DÉPARASITAGE

Pour éviter les accidents tels que l'entérotoxémie, la clavelée, la myopathie, etc. ainsi que les problèmes de parasitisme interne et externe. Les ovins ont été vaccinés contre les entérotoxines par enterovac avant le début de la période d'adaptation.

Le déparasitage interne par la vermectine est effectué dès l'entrée des animaux pour pallier une éventuelle apparition de maladies parasitaires chez les ovins afin d'éliminer les risques d'attaque parasitaire (Nématodes gastro-intestinaux, les strongles pulmonaires et les grandes douves) et améliorer l'efficacité de la production de la viande.

2.7 CONDUITE DE L'ESSAI D'ENGRAISSEMENT

Dès leur arrivée, les quarante agneaux ont été réparties en 4 lots (10 moutons chacun), nourris par la ration témoin additionnée progressivement par l'aliment à base de déchets d'algues fermentés durant une semaine (adaptation au nouveau régime test).

Le lot 1 se nourrit par l'aliment (F1), le lot 2 se nourrit par l'aliment (F2), le lot 3 se nourrit par l'aliment (F3) et le lot 0 (Témoin) se nourrit par la formule (F0). Le tableau (I) résume les formules alimentaires. Les agneaux ont reçu l'aliment en deux repas pour ne pas refuser et salir l'ensemble de l'aliment d'un seul coup (à 7 heures du matin et 16 heures). La quantité distribuée au début du test est de 800 g/tête/jour. Les quantités respectives d'aliments ingérés étaient enregistrées chaque jour. Les refus d'aliments étaient ramassés avant le repas suivant pour être pesés aussi. Des refus de l'ordre de 10 % des quantités offertes pendant deux jours consécutifs entraînant du réajustement à la baisse des quantités offertes. Au contraire, une faible quantité de refus pendant deux jours consécutifs était corrigée par une augmentation de la quantité offerte. L'alimentation n'a pas été changée et aucun complément minéral ou vitaminé n'a été fait. A l'exception de la même quantité de paille qui leur est distribué pendant la nuit pour assurer l'encombrement et la satiété des animaux durant toute la période de l'essai de 90 jours.

2.8 ETAT SANITAIRE DES OVINS

Durant tout l'essai, les ovins étaient normaux excepté un cas de diarrhée qui a duré trois jours successifs chez un ovin du lot 1. Des analyses réalisées au laboratoire d'analyses parasitologiques et sérologiques sous la direction du vétérinaire des abattoirs ont été négatifs.

2.9 PRÉPARATION DES FORMULES ALIMENTAIRES

Nous avons préparé trois mélanges d'aliments (F1, F2 et F3) contenant respectivement 20 %, 25 % et 30 % de déchets d'algues bio-transformés. La composition en ingrédients des trois traitements alimentaires est rapportée dans le tableau 2.

Tableau 2 : Formulation des rations alimentaires

Ingrédients (%)	L1	L 2	L 3	Lot Témoin (T)
	F1	F2	F3	aliment commercial (F0)
Déchets d'Algues	20	25	30	
Orge	40	35	30	
Maïs	20	20	20	
Son de Blé	20	20	20	

L : lot d'ovins F : formule alimentaire

L'objectif de la formulation était d'obtenir un aliment ferme et non visqueux, mais aussi d'obtenir des formules à teneurs équivalentes en (énergie, protéines, matières grasses, glucides, minéraux etc.) avec la formule témoin afin de substituer l'orge par ces déchets d'algues bio transformés.

Il est nécessaire de rappeler que les études physico-chimiques et microbiologiques des déchets d'algues fermentés ainsi que les souches utilisées pour leur fermentation ont été réalisés auparavant [4].

3 PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES

Le suivi des performances a été réalisé par les calculs suivants :

3.1 EVOLUTION DU POIDS MOYEN DES OVINS

Des pesées hebdomadaires de chaque animal ont permis de suivre l'évolution de poids de chaque animal au cours du test.

3.2 GAIN MOYEN DE POIDS

Se calcule tout simplement en faisant la différence entre le poids final et le poids initial.

3.3 GAIN MOYEN QUOTIDIEN (GMQ)

Le gain moyen quotidien (GMQ) est calculé par le taux d'accroissement du poids par rapport au temps exprimés en (g/j), la durée la période d'essai est 90 jours.

3.4 DÉTERMINATION DE L'INDICE DE CONSOMMATION

L'indice de consommation : est le résultat du rapport entre la quantité d'aliments consommés et le gain de poids réalisé au cours de la même période chez le même animal.

3.5 POIDS DE LA CARCASSE

Le poids de la carcasse est le poids de l'animal après abattage. Il permet de calculer le rendement en carcasse.

Les carcasses font l'objet d'une pesée dans le but de calculer les rendements

3.6 RENDEMENT EN CARCASSE

C'est un rapport entre le poids de la carcasse et le gain de poids vif. Il est exprimé en pourcentage selon la formule suivante :

Rendement carcasse = (poids de la carcasse / Gain de poids vif) x 100

4 ANALYSES MICROBIOLOGIQUES DES CARCASSES DE VIANDE

Cette partie du travail consiste à l'étude microbiologique des carcasses pour déterminer la qualité microbiologique par un dénombrement des groupes de bactéries les plus répandues sur des échantillons de viande de 10g: la flore mésophile aérobique totale (FMAT) est énumérée sur PCA (plat count Agar), après incubation à 30°C pendant 2 à 3 jours.

Les coliformes sont énumérés et isolés sur milieu Mac Conkey. On ensemence 1 ml de chaque dilution 10^{-1} à 10^{-6} dans des boîtes de pétri stériles et on coule ensuite le milieu solide maintenu en surfusion dans un bain marie à 45°C. Les boîtes ainsi ensemencées sont incubées à 37°C pour dénombrer les coliformes totaux et à 45°C pour énumérer les coliformes fécaux après 24 heures d'incubation.

La recherche des salmonelles a été effectuée sur milieu SS (Salmonella –Schigella), après incubation à 37°C pendant 24 heures. L'identification des isolats caractéristiques est réalisée par la galerie API 20 E (Bio Mérieux).

Les spores de Clostridium ont été dénombrées sur RCA (Reinforced Clostridium Agar) : l'échantillon est chauffé à 80°C pendant 10 minutes pour activer les spores, l'incubation à 44°C pendant 24 heures.

5 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Pendant La réalisation de notre travail, nous avons remarqué que le comportement alimentaire des ovins est un phénomène de complexité croissante, car plusieurs facteurs d'ordre animal, végétal, climatique, édaphique et anthropique interviennent pour expliquer les différentes valeurs des paramètres du comportement alimentaire que nous avons recueillis. Concernant les Moyens humains : nous avons désigné un seul ouvrier. La taille du troupeau ovin à engraisser est réduite à 40, d'où les charges de la main d'œuvre peuvent être réduites en augmentant l'effectif du cheptel ovin à l'engraissement dans futur travail.

Quant aux caractéristiques du local, la superficie du local (bergerie), doit être spacieuse. La surface disponible pour chaque agneau est 7,5 (m²/ tête). Alors une brebis vide doit disposer de 1 m², une brebis suitée d'au moins 1,5 m², et un agneau à l'engraissement de 0,50 à 0,75 m². Il est également pratique d'avoir une aire de travail sur laquelle s'ouvrent des couloirs de triage dont la longueur est fonction de la taille du troupeau et dont la largeur ne permet que le passage simultané de deux animaux au maximum tout en évitant que l'animal rebrousse. Ce couloir étroit permet d'attraper facilement les animaux pour les vacciner, les traiter, les tatouer, les tondre, etc.

Les tests d'analyse réalisés sur l'ovin attaqué pendant quelques jours par les diarrhées ont été négatifs.

5.1 EVOLUTION DU POIDS MOYEN DES OVINS

Vu le test d'alimentation réalisé sur les ovins, nous avons suivi l'évolution hebdomadaire de poids durant toute la période d'essai de 90 jours. Les variations de poids des ovins sont représentées par la Figure 1.

5.1.1 LE GAIN MOYEN DE POIDS

Se calcule par la différence entre le poids final et le poids initial. En effet, les poids moyen des lots F1, F2 et F3 ont augmenté respectivement de 14,5 Kg, 16,3 Kg et 19,35 Kg.

Nous pouvons noter que le lot F3 a enregistré la plus grande augmentation de poids moyen par rapport aux deux autres lots (Lot F1 et F2) et par rapport au témoin, ce qui est indiqué par le Tableau 3 et la Figure2.

En général, nous remarquons que : L'addition de l'algue comme ingrédient a amélioré la croissance des trois lots par rapport au lot témoin nourri par l'aliment commercial. De même nous avons remarqué que la croissance des ovins se fait en parallèle avec l'augmentation de la concentration en algue dans la ration alimentaire

5.2 GAIN MOYEN QUOTIDIEN (GMQ)

Le Tableau (4), montre qu'il ya une croissance continue des ovins des trois lots F1, F2, F3 ainsi que le lot témoin F0 le long de l'essai. En effet le lot F1 présente une croissance proche de celle du lot F0 car leurs GMQ sont respectivement 161 g/j et 147,7g/j. Alors que les lots F2 et F3 leurs gains moyens quotidiens ont atteint respectivement les valeurs 181 g/j et 215

g/j.

Ces résultats montrent que les déchets d'algues *Gelidium sesquipedale* fermentés favorisent l'augmentation du poids moyen quotidiens des moutons soumis au test d'alimentation.

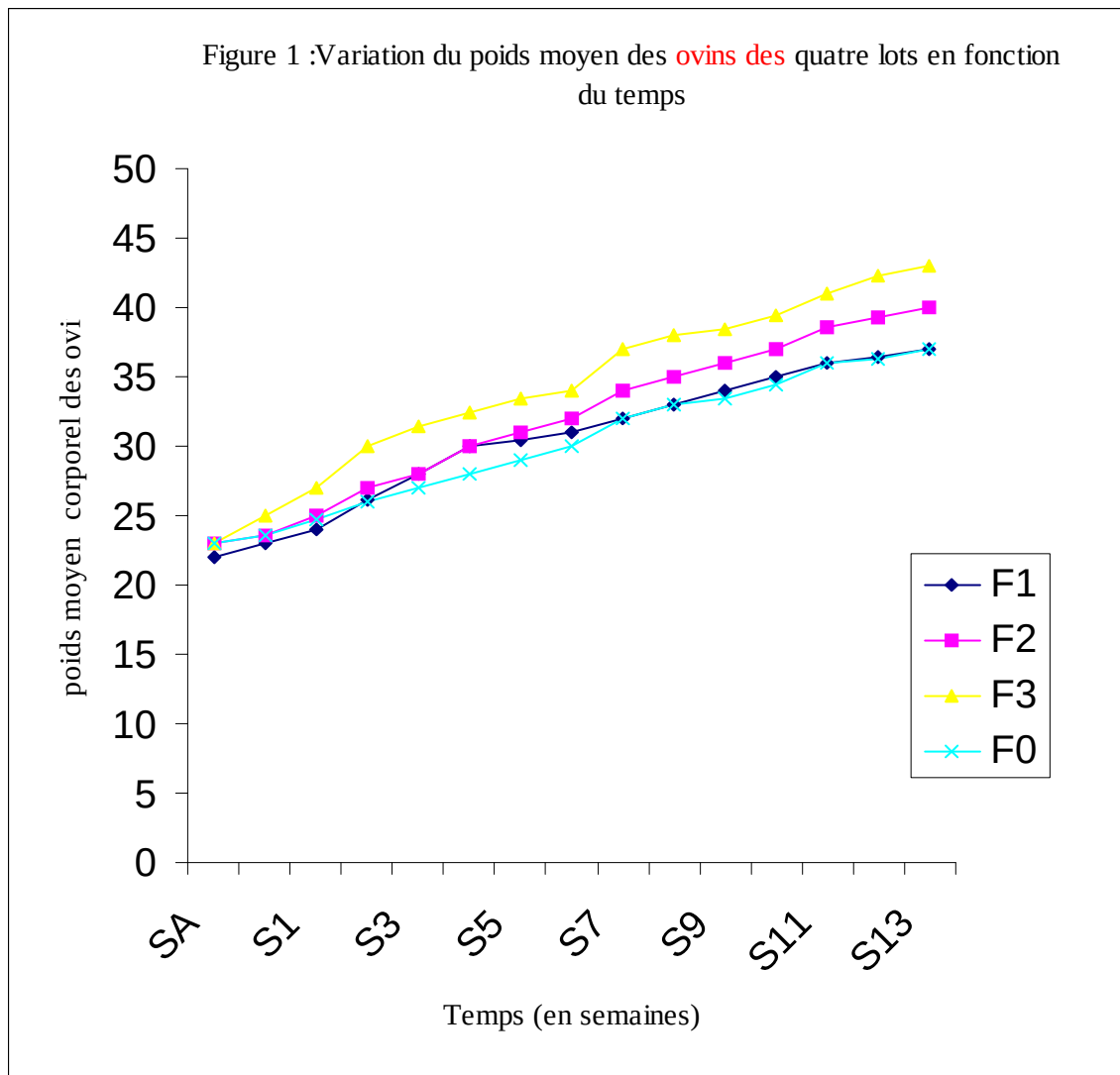


Tableau 3 : Les gains de poids de et le gain moyen quotidien des ovins

	Poids initial (Kg)	Poids final (Kg)
F1	22	36,5
F2	23	39,3
F3	23	42,35
F0	23	36,3

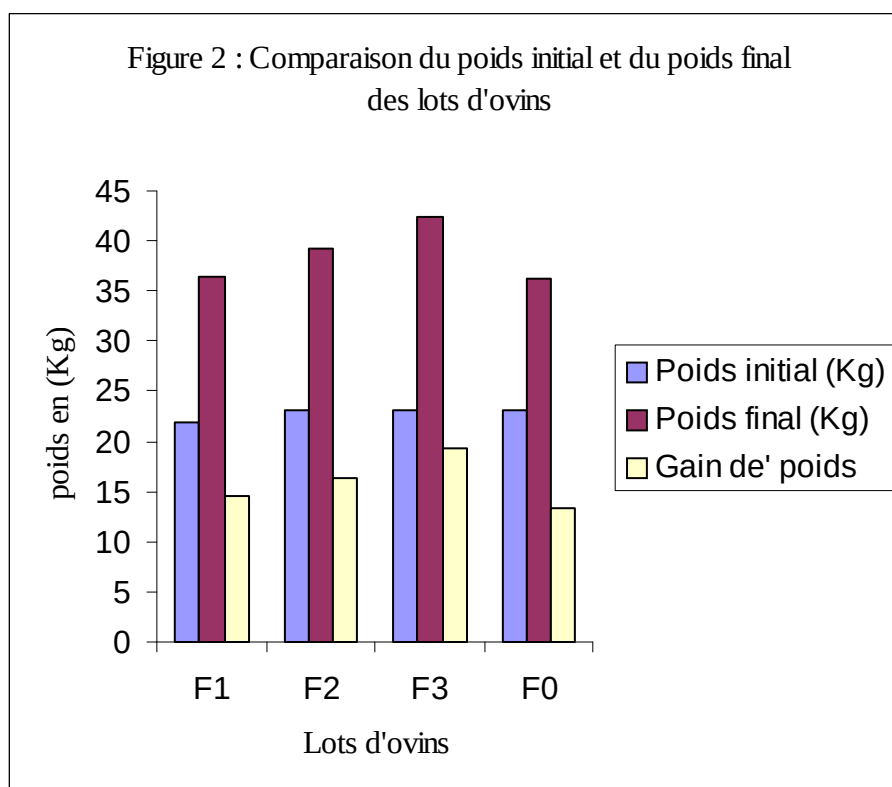


Tableau 4 : Gain moyen quotidien des ovins

	Gain moyen quotidien (GMQ)
F1	14,5 Kg soit 14500 g/90 jours = 161 g/j
F2	16,3 Kg soit 181 g/jour
F3	19,35 Kg soit 215 g/jour
F0	13,3 Kg soit 147,7 g/jour

5.3 DETERMINATION DE L'INDICE DE CONSOMMATION

Rappelons que l'indice de consommation est le résultat du rapport entre la quantité d'aliment consommée et le gain de poids réalisé au cours de la même période d'essais

Cet indice nous renseigne sur l'efficacité de l'aliment sur le rendement du poids de l'animal engraisé et permet de comparer les performances zoologiques, plus l'indice de consommation est faible plus le rendement de l'aliment distribué aux animaux est important. En effet, les résultats portés sur le Tableau (5), montrent que l'indice de consommation est faible chez le lot F3, plus élevé chez le lot témoin F0 et intermédiaire pour les lots F1 et F2.

Nous jugeons qu'il est nécessaire de rappeler que les éleveurs actuels dans le monde ne se contentent pas uniquement d'augmenter le poids ou la production laitière mais aussi ont la vocation de produire une viande ne contenant pas de graisses ou le poids de la chair doit être plus grand que les os etc. Pour réaliser ces objectifs plusieurs biotechnologies ont été vérifiées par les modificateurs du métabolisme regroupent un ensemble de composés qui modifient le métabolisme de l'animal de manière spécifique et directe. Ils ont pour effet global d'accroître la rentabilité de la production (gain pondéral ou rendement laitier par unité d'aliments), d'améliorer la composition de la carcasse des animaux en croissance (pourcentage de graisse intramusculaire), d'augmenter la production de lait et de réduire la quantité d'excréments produits par les animaux.

Tableau 5 : Indices de consommation des lots d'ovins

	Indice de consommation (Kg d'aliment/ Kg de GMQ)
Lot 1	0,925 (Kg/j) / (0,161 Kg/j) = 5,74
Lot 2	0,910 Kg / 0,181 Kg = 5
Lot 3	0,900 Kg / 0,215 Kg = 4,18
Lot 0	0,920 / 0,147 Kg = 6,25

5.4 POIDS DE LA CARCASSE

C'est le poids de l'animal après abattage. Il permet de calculer le rendement en carcasse.

Les carcasses ont fait l'objet d'une pesée dans le but de calculer les rendements. Afin de vérifier l'innocuité des régimes distribués aux différents lots d'animaux, les carcasses et surtout les abats ont été inspectés.

Les résultats sont résumés dans le tableau 6

Tableau 6 : rendement en carcasse des ovins nourris d'une ration alimentaire à base de déchets d'algues bio transformés.

Lots	Formule	PM _i en Kg	Poids final (PV) en Kg	(PC)	RE %
L 1	F1	22	36,5	17 Kg	46,195
L 2	F2	23	39,3	19 Kg	48,260
L 3	F3	23	42,35	23 Kg	55,622
L 0	F0	23	36,30	16,525 Kg	45,523

PV: Poids vif PC: Poids carcasses RE: Rendement

L'analyse du Tableau 6 permet de dire que le rendement de la ration contenant la plus forte concentration en déchets d'algues (donnée à F3) est la plus efficace par rapport aux autres rations distribuées aux autres groupes d'ovins.

6 ETUDES MICROBIOLOGIQUES DES CARCASSES

Nous avons réalisé une étude microbiologique pour s'assurer de l'innocuité hygiénique des carcasses. Les résultats des analyses effectuées sur les carcasses des ovins sacrifiés sont résumés dans le Tableau 7.

6.1 CONTAMINATION TOTALE

Pour évaluer le niveau moyen de contamination des carcasses par les germes totaux, on a procédé au calcul de la moyenne des charges trouvées dans les différents organes analysés.

Le foie et le rein montrent des niveaux identiques en FMAT (1.10^2 UFC/g). Cette contamination est largement inférieure à celle rapporté par autres auteurs [6] sur les foies ($3,2.10^3$) et les reins ($3,6.10^2$ UFC/g) d'agneaux abattus fraîchement. Les ganglions mésentériques considérés comme des filtres biologiques de l'organisme sont plus contaminés que les autres organes ($1,8.10^3$) à cause de leur intervention dans la rétention des germes.

Cette charge en FMAT peut être expliquée par le fait que l'abattage s'effectue totalement dans le même lieu ou la réalisation de la saignée et toutes les transformations de l'animal en carcasse se font dans un même emplacement suivant un modèle artisanal. Il est probable que des mesures correctives/préventives telles que l'instauration du système de travail en chaîne et le nettoyage rigoureux de l'équipement utilisé abaissera d'une manière sensible la charge bactérienne totale.

La contamination des viscères par les coliformes fécaux au cours de l'éviscération semble évidente bien que la majorité de ces germes soient considérés comme non pathogènes, ils peuvent en certains cas, être responsables de troubles de gastro-entérites chez l'Homme.

Les salmonelles sont absentes. Le genre *Salmonella* revêt une importance considérable pour l'industrie vétérinaire et agro-alimentaire à l'échelle mondiale [7]. Les salmonelles font parties des bactéries entéro-invasives [8]. Elles sont

responsables des fièvres paratyphoïdes et des toxi-infections alimentaires se manifestant le plus souvent par des gastro-entérites. *Salmonella* impliquée dans 76 % de toxi-infections alimentaires d'origine carnée [9]. Ce microorganisme n'a été isolé d'aucun des échantillons analysés. L'absence de *Clostridium* confirme encore que les mélanges alimentaires à base de déchets d'algues fournis aux ovins sont dépourvus de bactéries pathogènes. Les résultats de ces analyses permettent de s'assurer de l'excellente qualité hygiénique de la viande des ovins soumis à nos essais.

Tableau 7 : Analyses microbiologiques des carcasses

Organe	Microflores• FMAT (UFC/g)	Prévalence (%) CF (NPP/g)	Salmonelle (UFC/g)	Clostridium (UFC/g)
Carcasses ovines	1.10^2	Absent	Absent	Absent
Foie	1.10^2	1	Absent	Absent
Reins	1.10^2	2	Absent	Absent
Ganglions	1.10^3	3	Absent	<1

FMAT : Flore mésophile aérobie totale ; CF : Coliformes fécaux

7 CONCLUSION

L'incorporation du produits fini et stable de déchets d'algues dans les formules alimentaires a permis aux ovins de conserver un état physiologique suffisamment satisfaisant et enregistrer une bonne croissance par rapport au lot témoin alimenté par l'aliment commercial. Les produits obtenus sont excellents comme suppléments protéiques. Ils contiennent environ 30 % de protéines. Plus la concentration des aliments en déchets d'algues fournis est grande plus l'indice de consommation est faible ce qui confirme le rendement important de la qualité alimentaire de notre produit. Cette étude ouvre les perspectives pour une exploitation rationnelle des déchets d'algues. Ceci passera obligatoirement par la validation des données de notre étude à plus grande échelle : analyse d'un nombre élevé d'échantillons d'algues et réalisation de tests de grandes dimensions.

REFERENCES

- [1] Juan Carlos Meza, Jean Claude Sigoillot, Anne Lomascolo, David Navarro and Richard Auria – New Process for fungal Delignification of Sugar-Cane Bagasse and Simultaneous Production of Laccase in a Vapor Phase Bioreactor, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2006, 54, p.3852-3858. DOI: 10.1021/jf053057j
- [2] G. Ashbell, Z. G. Weinberg, and Y. Hen. "Studies of quality parameters of variety ensiled broiler litter". Animal Feed science and Technology, 52, (1995) 271-278.
- [3] Nefzaoui A., Marchand S. & Vanbelle M., 1982. Valorisation de la pulpe d'olive dans l'alimentation des ruminants. In : International colloquium tropical animal production for the benefit of man, December 1982, Antwerp, Belgium, 309-314.
- [4] Ennouali M, Ouhssine M, Ouhssine K, Elyachoui M (2006) Biotransformation of algal waste by biological Fermentation, Afr J Biotechnol 5 (13):1233-1237.
- [5] Boulanouar B., Badaoui L. et Bendaou M. 1998. Effet de l'incorporation croissante d'orge grain dans une ration d'engraissement d'ovins sur le coût de la ration, les performances et les caractéristiques de la carcasse. Rapport Annuel n° 2 du projet : Amélioration de la production de l'orge, de son utilisation et de ses échanges commerciaux dans l'Afrique du Nord et du Moyen Orient (cas de la Syrie et du Maroc), OADA-MAMVA-INRA, 12 p
- [6] Karib H., Yanguela J. Blanco D., Rota C., Carraminana J.J. & Herrera A. (1994b) - Appréciation de la calidad microbiana de canales y visceras de cordero recién obtenidas. Alimentaria 18 : 19-23
- [7] Bouvet P, (1995) Salmonelles et salmonelloses en France. Pp. 1-20. In M. Moll & N. Moll & N. Moll (ed). Sécurité alimentaire du consommateur. Editeur Tree et doc Lavoisier, Paris, Londres, New York
- [8] KARIB H. ,YANGUELA J., BLANCO D., ROTA C., CARRAMINANA J.J., HERRERAA. Appréciation de la qualité microbiologique des carcasses et des viscères d'agneaux fraîchement abattus. Viandes et Prod. Carnés, 1993. 11, 118-129.
- [9] Cartier P. (1993) Importance, origine et mode d'appréciation de la contamination salmonellique des carcasses de gros bovins. Viandes Prad. Carnés 14:35-38.

The Causes of Intimate Partner Violence in Babati District

Magesa Rehema and Kadegehe Prisca

Lecturers, Gender and Development Department, Tengeru Institute of Community Development Tengeru, P.O. Box 1006,
Arusha, Tanzania

Copyright © 2016 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: Intimate Partner Violence is any behavior within an intimate relationship that causes physical, psychological, or sexual harm to those in the relationship. The study was carried out in Babati district in Manyara region where 94 respondents were involved. The cross sectional research design was adopted due to the nature of the study and the data were obtained from focus group discussions, key informant interviews, questionnaire and documentary reviews. The study aimed at exploring the major causes of intimate partners' violence among the agro-pastoralist communities, where the findings show, that intimate partner violence is directly linked to excessive alcoholism, income poverty, culture, high bride price, forced and early marriages, although the women who were interviewed accepting IPV as part of their culture. The findings therefore lead to the following recommendations: Reinforcement of the laws related to IPV, the local government authorities should be encouraged to enact bylaws in their communities to prohibit any community members from violating partners, also the victims of IPV and the members of the communities should be sensitized to break the silence by reporting cases of IPV whenever happen.

KEYWORDS: Intimate Partner violence, bride price, Gender.

Intimate Partner Violence (IPV) is an atrocious form of violation of human rights which is inflicted to a very close person during a relationship or after a relationship. USAID (2008) defines Intimate Partner Violence as any behavior within an intimate relationship that causes physical, psychological, or sexual harm to those in the relationship. Such behavior includes, Acts of physical aggression—such as slapping, hitting, kicking, and beating; Psychological abuse—such as intimidation, constant belittling, and humiliating; Forced intercourse and other forms of sexual coercion; also it encompasses Various controlling behaviors—such as isolating a person from his/her family and friends, monitoring his/her movements, and restricting his/her access to information or assistance” (Krug et al., 2002); and Economic abuse—such as withholding funds, controlling survivor's access to healthcare, employment, and so on (WHO, 2005). According to National Violence Against Women survey conducted in the United states of America in 2000, Intimate Partner Violence is further explained as an act which includes rape, physical assault, and stalking perpetrated by current and former dates, spouses, and cohabiting partners, with cohabiting meaning living together at least some of the time as a couple. Both same-sex and opposite-sex cohabitants are included in the definition (CDC, 2000).

Intimate Partner Violence exists along a continuum from a single episode of violence to ongoing battering. IPV includes four types of behavior consisting physical violence which is described as an act which occurs when a person hurts or tries to hurt a partner by hitting, kicking, or other type of physical force. Complementing this CDC also mentions Sexual violence as an act of forcing a partner to take part in a sex act when the partner does not consent. Also Threats are included as acts of physical or sexual violence include the use of words, gestures, weapons, or other means to communicate the intent to cause harm. Finally Emotional abuse is also included as an act of threatening a partner or his or her possessions or loved ones, or harming a partner's sense of self-worth. Examples are stalking, name-calling, intimidation, or not letting a partner see friends and family. Often, IPV starts with emotional abuse. This behavior can progress to physical or sexual assault. Several types of IPV may occur together. Though both men and women can be victims of IPV at the same frequency, it has been frequently documented that most cases of IPV are perpetrated against women; men are more likely than women to inflict injury on their partners (CDC, 2011).

The effects and consequences of IPV range from physical, emotional, economical to fatal effects. In a study conducted in New York City in 2008 (NYC Health, 2008) indicated a pyramid with varying effects such as women been killed by an intimate partner, the next being contusions, broken bones, sprains or stab wounds. Unfortunately the study also found that some women are hospitalized due to chronic conditions, such as gastrointestinal distress or headaches as a result of IPV. In another study by USAID (2008) it was revealed that IPV inflicts both fatal and non fatal consequences which include Femicide, Suicide, AIDS-related mortality and Maternal mortality as fatal while in non fatal they mention Physical injuries and chronic conditions such as Fractures, Abdominal/thoracic injuries, Chronic pain syndromes, Fibromyalgia, Permanent disability, Gastrointestinal disorders, Irritable bowel syndrome, Lacerations and abrasions, Ocular damage, Sexual and reproductive infections. Also the list continues as IPV might cause Gynecological disorders, Pelvic Inflammatory disease, Sexually-transmitted infections, including HIV, Unintended pregnancy, Pregnancy complications, Miscarriage/low birth weight, Sexual dysfunction, Abortion, Psychological and behavioral outcomes and Depression and anxiety. Further it might result into Eating and sleep disorders, Drug and alcohol abuse, Phobias and panic disorder, Poor self-esteem, Post-traumatic stress disorder, Psychosomatic disorders, Self harm and Unsafe sexual behavior.

Despite the health pain by IPV, it is also reported that IPV has significant costs for the economies of developing countries in terms of lower worker productivity and incomes and lower rates of accumulation of human and social capital and its strain on healthcare and judicial systems (USAID 2008) for example in Nicaragua, researchers estimated the indirect costs due to GBV to reduce the Gross Domestic Product by 1.6 percent or US\$32.7 million while in United States the Centers for Disease Control and Prevention estimated expenditures on medical and mental healthcare services for the 5.3 million incidents of domestic violence reported in 1995 in the United States to be US\$5.1 billion (CDC, 2003; Waters et al., 2004). In Tanzania it has not been estimated how much Tanzanian Shilling is spent annually from the health budget in treating the victims of IPV and how much productivity is lost due to the effects of IPV.

INTIMATE PARTNER VIOLENCE IN TANZANIA

Tanzania like many developing countries is reported to rank high in incidence of Intimate partner Violence. World Health Organization report of 2005 reports that Tanzania ranked 4th highest in terms of domestic violence prevalence in 2005. Apart from this, it is also reported by NBS and ICF (2011) that half (50%) of ever-married women in Tanzania reported having experienced some form of violence (i.e., physical, sexual, or emotional) by their husband/partner (NBS and ICF Macro 2011). A study by the World Health Organization (WHO) in 2001/2002 of 1,820 women in Dar es Salaam and 1,450 women in the Mbeya District found that 41 percent of ever-partnered women in Dar es Salaam and 87 percent in the Mbeya District had experienced physical or sexual violence at the hands of a partner at some point in their lives. In both areas, 29 percent of those experiencing physical intimate partner violence experienced injuries, with over a third of them having been injured in the past year (WHO, 2005). Participants of focus groups conducted as part of this assessment affirmed that it is common for women to experience violence at the hands of their husbands or partners.

In other studies conducted in the country it was reported that between 15% and 52% of ever-partnered women had experienced Physical Violence (PV) from their partners (Heise 1994, WHD/FRH/WHO 1997, Kishor and Johnson, 2004) as mentioned in Ellenor et al, 2009. The report further reports that in a WHO Multi-Country Study, which employed a standardized methodology across countries found that between 13% and 61% of ever-partnered women had experienced DV from their partner and between 15% and 71% of ever-partnered women had suffered from physical and/or SV from their partner during their lifetime (Garcia-Moreno et al, 2005). DV is also prevalent throughout Tanzanian society, mostly because it is considered an acceptable practice. According to the WHO study, Tanzania has high rates of DV (Garcia- Moreno et al, 2005). The research revealed that approximately 41.3% of women from urban Tanzanian (Dar es Salaam) and 55.9% of women from rural Tanzania (Mbeya district) had experienced either physical or sexual violence from their partner, or both. The WHO study also demonstrated that women in Tanzania currently take very few actions to address the DV they face; approximately 1 out of every 3 women who had experienced DV told no one about their experience, and 60% of all women experiencing violence had never sought help from any formal service or authority. The majority of women remain in violent relationships because leaving would mean losing their homes income, other property and/or their children (Garcia-Moreno et al, 2005) as cited by Ellenor et al, 2009.

LEGAL AND POLICY FRAMEWORK AGAINST INTIMATE PARTNER VIOLENCE IN TANZANIA

The government of Tanzania has espoused and ratified several laws and instruments that augment women's rights, including the *Sexual Offences Special Provisions Act, 1998* (SOSPA) (Tanzania 1 July 1998). SOSPA offers protection to women and children from sexual harassment and abuse. Also the *Law of Marriage Act Number 5 of 1971* (LMA) prohibits the use of

corporal punishment against a spouse. Despite its intentions this law has been criticized by activists like (TAWLA, 2004) that it has little impact, however, because it does not protect unmarried couples from domestic violence; and it does not define corporal punishment, thereby excluding many forms of domestic violence, such as economic deprivation.

Apart from the above the Government of Tanzania adopted the National Strategy for Growth and Reduction of Poverty (MKUKUTA), which includes eradicating domestic and sexual violence as one of its main goals. The strategy also includes a government commitment to "accelerate legislative processes to enable women to access legal mechanisms". In addition, on 24 May 2008, President Jakaya Mrisho Kikwete signed onto UNIFEM's "Say NO to Violence against Women" campaign, indicating that combating violence against women is a priority for his government (UN 27 May 2008). In signing on, the President alluded to the inadequacy of existing legal mechanisms to protect women from violence, and declared that the government was ready to collaborate with development partners in revising legislation, and to "take whatever measures necessary to prevent and eliminate violence against women".

All in all the Government of Tanzania has done the following in efforts to alleviate violence towards women, they include; The establishment of the Ministry of Community Development, Gender and Children, The replacement of an inappropriate policy with the Women Development and Gender Policy (2000), The dissemination of Kiswahili versions of CEDAW, the Beijing Platform for Action, the SADC Gender and Development Declaration, The development of monitoring indicators for CEDAW implementation, and The affirmative action in Parliament supporting women comprising 30.0 - 33.3% of the local government. The Law Reform Commission was established in Tanzania in the early 1990 which had a mandate of reviewing laws associated with the Constitution and Bills of Rights. Twelve laws were presented to the National Assembly for review or change. However, of these laws, only 4 have been passed by the National Assembly to date: The Sexual Offences (Special Provisions) Act of 1998; The Village Land Act No. 4 of 1999; The Village Act of 1999; The Marriage Act (Kivulini, 2009).

METHODOGY

Babati District Council is among the six Councils of Manyara Region. Babati District was officially documented in the Government Official Gazette No. 403 of the 1st October, 1985. Babati District Council is located in the Northern part of Tanzania mainland and it is among the five (5) districts in Manyara Region which includes Mbulu, Hanang', Kiteto, and Simanjiro. Its coordinates lies between Latitude 4°13'S (South) and Longitudes 35°45'E (East). It is the District and administrative capital of the newly formed Manyara region, located some 172 km south of Arusha. According to the Population and Housing Census of August 2002, the District Council had a population of 237,601 with an annual growth rate of 2.7 percent. In the year 2010 its population was estimated to be 332,819 of which 170,095 are males and 162,723 are females. The Council has a population density of 59.3 people per square kilometers.

The design used was cross sectional which involved collection of empirical data from District Government Officials, Ward Executive Officers, Village Executive Officers, Ward Community Development Officer, Adult women and men, children under eighteen years of age, police officers, Faith based leaders, health workers and court staff. The study employed both probability and non probability sampling techniques. Probability sampling was advantageous over non-probability sampling due to the fact that it enhanced a chance of getting samples that represents characteristics of the whole population targeted. Non probability sampling was used to obtain respondents from District and Ward levels.

The study engrossed the following categories of respondents: District Government Officials (3) Ward and Village Officials, (4), and other stakeholders including adult men and women (77) and children (7) making a total of 94 respondents.

Table 1: Sample size Distribution of the population

S/No.	Category of respondent	Position	Frequency
1	DCDO and CDO	District Officers	3
2	WEO	WEO of Magugu and Galapo Wards	2
3	VEO	VEO of Magugu and Galapo	2
4	Women	Adult women from Magugu and Galapo wards (22 and 28 respectively)	50
5	Men	Adult men from Magugu and Galapo wards	20
6	Children	Boys and Girls from Magugu and Galapo wards	7
7	Other official leaders	From Police force, FBOs, Court and Hospital	10
TOTAL			94

Source: Babati field Research, 2013

DATA COLLECTION METHODS

Due to complexity of the study both primary and secondary data collection methods were utilized. The methods included interview, questionnaire, and focus group discussions. Interviews were applied to District Government officials, Ward and Village officials, and other stakeholders while the questionnaire and focus group discussions were applied to women and men regardless of whether they have faced any form of abuse from their spouse or partner. In case of the children a focus group discussion was conducted to both wards and children were picked randomly regardless of observing any form of violence in their homes.

PREVALENCE OF INTIMATE PARTNER VIOLENCE IN BABATI DISTRICT

From the research conducted it was clear that majority of respondents (70%) reported to have experienced psychological violence from their partners which was in form of intimidation or constant belittling, additionally the women complained of being forced to isolate themselves from relatives and friends by their partners. Pronounced jealousy from partners also resulted to emotional torture as they reported to be monitored in their movements and also who they communicated with much as some reported that they are not allowed to use mobile phones unless their partners is present. Only 23% reported to have experienced sexual abuse, while 49% revealed that they have been abused physically through being beaten, pushed, kicked and even being choked by their partners. Another form of violence mentioned in the research was economic research whereby the respondents said that their spouse or partners has frequently denied them economic opportunities or even taken their chance of accessing or controlling family resources due to their ego.

THE ROOT CAUSES OF INTIMATE PARTNER VIOLENCE IN BABATI DISTRICT

From the research conducted the causes of Intimate partner violence in Babati district was divided mainly in two major groups that is socio economic causes and cultural causes as shown in the table below.

Table 2: Causes of Intimate Partner Violence

S/N	Cause	frequency	Percentage (%)
1	Socio Economic		
	Increased poverty Levels	43/77	56
	Unemployment	17/77	22
	Alcoholism	56/77	73
	Ignorance	6/77	8
2	Cultural		
	Male Ego	70/77	90
	Bride Price	28/77	37
	Forced marriage	19/77	25

Source: Field research in Babati district, 2013

ALCOHOLISM

From the interviews conducted to the police office, community development officers and other stakeholders it was clear that excessive consumption of illicit liquor commonly known as '*gongo*' was a problem in Babati district. The officials reported that, many male youth and elders from Magugu and Gallapo have abandoned productive work including agriculture work and their families, while spending a lot of time in liquor dens. Additionally those who are economically feasible they substitute '*gongo*' for beer. To the expense of excessive drinking they have deteriorated nutritionally and some of them have succumbed to death as a result.

This was heavily supported by other respondents, as 73% of the respondents interviewed through questionnaires revealed that alcohol and other drugs such as '*Mirungi*' and Marijuana abuse by their partners were a source of many unfortunate incidences in their households. They said it is the cause of violence and unemployment within their households. The women reported that once the man is drunk he automatically becomes argumentative, rude and very irresponsible. This makes them do unpleasant acts such as unprotected sex, spending extra money he has and ultimately becoming very violent. As a result of this they tend to abuse their partners and sometimes their children as this woman reports

"My husband drinks heavily and does not work. So it is all on me and my two teenage sons to go for wage works in farms. Regardless of his situation he demands to have good food every night he comes homes drunk. He likes beef and rice so whatever I do I have to make sure I provide and reserve that food for him otherwise we will not have peace in the house. He will mercilessly beat me and my children".

Since alcohol is an exacerbating factor to violence in Babati, the police office have initiated a program in the radio and television known as "*Ulevi Nomaaa*" meaning alcoholism is not good to sensitize the public on effects of alcohol and its effects to the community and their households in particular.

POVERTY

About 56% of the respondents revealed that poverty in their households has increased the rate of intimate partner violence. During the bad times that is when money is scarce in the house or during extreme financial hardship one of the partners becomes very argumentative, aggressive, lamenting, swearing and even beating the other. The women reported to be the victims of violence during hardships as they struggle to protect themselves and their children. As this woman from a discussion reports.

"Last year I had a very bad year, I harvested very little food which could hardly suffice our food needs. My husband sold the little harvest we had and in no time we had nothing remaining. From that time he became very bitter and aggressive as a result he wants nothing to do with his family. He has found himself a concubine where he spends most of his nights. I am the only one struggling to make sure my kids have food at least once or even twice a day. Trying to explain that he should take responsibility will lead to more violent acts, and I do not want to be beaten by him".

Apart from this lady, the others also supported by saying that majority of men in their households become polite and very friendly when they can afford the basic needs for their families, but when things go astray, the male ego takes place and they become very violent and absent. When asked about this, the male respondents answered that it was true and there is nothing they could do since it was a natural thing for them.

CULTURE

Majority of respondents sampled for the research were either agro pastoralists or pastoralist who belonged to Mbugwe, Nyaturu, Nyiramba, Fyomi, Sandawe and Arusha (Maasai) ethnic groups. The respondents either reported that men from these ethnic groups are allowed by their culture to discipline their wives once they have wronged them. It is from this adaptation that 90% of the respondents reported that they have been either beaten due to small mistakes such as burning food, failing to accomplish a certain household chore, arguing with partner, refusal of sex, going out without permission from partner, husband taking another wife and jealousy.

However, the women who were interviewed seemed to reluctantly accepting being abused since that's what their culture detonates. A woman in the discussion recalled *"when we are beaten, we keep silent because while growing we are told by our elders that when your man beats you, it is because you provoked the situation and hence you should keep quiet and learn from your mistakes not to provoke him again"*. The women further explained that if their mothers and grandmothers tolerated being beaten by their husband, they also have a responsibility to respect their husbands despite the beatings given by them.

From the male respondents, it was clear that their culture teaches them that a woman must be disciplined to make them more responsible as majority of them behave like children. It also emanated that for a woman to respect a man though out their relationship, the man has to beat him once in a while, otherwise the woman will look for a partner who act like man (beats them). So to them beating or abusing a woman in any way is a symbol of being a strong man. However, they all agreed that some of them exceeds the level of beating ending up harming their partners, they said that a woman do not need heavy beating since they are weak and very fragile.

HIGH BRIDE PRICE

In pastoralists and agro pastoralist communities, domestic animals such as cow, goat and sheep are used to pay bride price for girls to be married. The higher that number of cows taken the expensive the price. This was synonymously agreed upon respondents (37%) that once the price is high, the beatings and other forms of abuse also go up, as the groom feels that he has bought a commodity very expensively and thus he can utilize it however he feels. This was also supported by both

CDOs from Gallapo and Magugu wards who have noted a high trend of abuse to brides whose parents received a large flock of domestic animals as bride price for their children.

FORCED AND EARLY MARRIAGES

Girls in communities of pastoralists get married at a very tender age of 15 years or even below. The respondents reported that nowadays the girls are married just after finishing primary education. Majority of them are denied opportunities for joining secondary schools. Since they are still very young they fail to perform the household duties as they are required. Their husbands however expect too much from them as women therefore if they fail to achieve the expected their husbands beat or scold them as a way of reminding or reprimanding them.

Apart from being physically abused, the girls and women claimed that they were sexually abused several times since they refused to have sex with their partners. Only 25% of the respondents mentioned this as a cause of intimate partner violence, though the researcher noted that the problem of early marriages in pastoralists' communities was more intense than it was reported.

CONCLUSION

Much as the government of Tanzania has espoused and ratified several laws and instruments against IPV, the situation still persists in large. From a study done in Babati district it was evident that a good number of women had encountered violence in their relationships. They reported to be either abused physically, psychologically or economically by their current or past partners. On another hand, no men reported to be abused by a female partner proving that women in Babati are the main victims of Intimate Partner Violence. However, excessive alcoholism, cultural practices, increased poverty levels and unemployment were mentioned as the root causes of IPV. Despite the women complaining of this behavior towards them and their children, it was deduced that none of them was ready to report the situation to the authorities due to cultural barriers surrounding them. They feared that once they report the violent acts done towards them the community surrounding them will isolate them since it was a traditional taboo for a woman to disclose whatever is happening behind the closed doors.

RECOMMENDATION

The government as the main actor in stopping IPV should reinforce its laws against the perpetrators of violence. Also they should encourage the local government authorities to erect bylaws in their communities which prohibit any community member from violating another human being. However, members of public and especially those in rural areas should be sensitized and encouraged to address issues of IPV, letting them know the disadvantages of not addressing it. Through sensitization they should be told where to go and who to report to in case of violence.

REFERENCES

- [1] Center for Disease Control and Prevention (CDC), 2000. Extent, Nature and Consequences of Intimate Partner Violence. Research Report. Findings from the National Violence Against Women Survey.
- [2] Centers for Disease Control and Prevention (CDC). 2003. *Costs of Intimate Partner Violence Against Women in the United States*. Atlanta, GA: National Center for Injury Prevention and Control.
- [3] Development Fund for Women (UNIFEM) "Southern Africa: Removing Gender Biases from Judicial Processes." [Accessed 20 May 2008]
- [4] N.d. Development Fund for Women (UNIFEM). "Progress for Women is Progress for All." [Accessed 20 May 2013]
- [5] Garcia-Moreno, C. H. Jansen, M. Ellsberg, L. Heise, and C. Watts. 2005. *WHO Multi-country Study on Women's Health and Domestic Violence against Women*. Geneva: World Health Organization.
- [6] Jodie Ellenor, Kellie Gray, Masele Ramadhani and Koreshi Adamson (2009), Domestic Violence against Women in The Lake Zone, Tanzania; Prevalence and Response from Local Government Authorities. Kivulini Women's Right Organization, Mwanza, Tanzania.
- [7] Krug, Etienne G., Linda L. Dahlberg, James A. Mercy, Anthony B. Zwi, and Rafael Lozano, eds. 2002. *World Report on Violence and Health*. Geneva: WHO.
- [8] National Bureau of Statistics (NBS) [Tanzania], and ICF Macro. 2011. *Tanzania Demographic and Health Survey 2010*. Dar es Salaam, Tanzania: National Bureau of Statistics, and ORC Macro.

- [9] United Nations (UN). 27 May 2008. Development Fund for Women (UNIFEM). "Tanzanian President Signs UNIFEM's Say NO to Violence Against Women Campaign." [Accessed 8 May 2008] 8 March 2007.
- [10] Waters, H., A. Hyder, Y. Rajkotia, S. Basu, J.A. Rehwinkel, and A. Butchart. 2004. *The Economic Dimensions of Interpersonal Violence*. Geneva: Department of Injuries and Violence Prevention, World Health Organization.

Caractérisation pétro-sédimentaire du cordon littoral fossile émergé de Vridi Ako (Abidjan, Côte d'Ivoire)

[Characterization petro-sedimentary study of an old surface barrier beach at the west of Vridi channel (Abidjan, Côte d'Ivoire)]

Touré Mamadou, Dosso Sogbo, Wango Ted Edgard, Mondé Sylvain, and Touré Yssouf

Département de Géosciences Marines,
UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières, Université Félix Houphouët Boigny,
Abidjan, Côte d'Ivoire

Copyright © 2016 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 observation of the coast on the level of Vridi Ako lets appear several old barriers of beach. Four (4) wells were dug on one of these barriers of beach in order to know its lithology and the grain size of sediments. Moreover, a mineralogical and morphoscopy analysis of sands was made. The lithology is characterized by an alternation of layers of color yellowish gray and olive gray with the appearance of a surface of white color. These layers consist of sands whose average of sizes varies between 0.470 and 1.269 mm. these are essentially of coarse sands, good enough classified at very well classified. The mode (Mo) indicates that the shape of the graph is bimodal. This shows that there are two sources suppliers of sediments (hinterland and continental shelf). There is also the following mineral: the sphene, the rutile, the anastase, tourmaline, and unspecified minerals. The quartz grains are primarily very round to sub-angular with as a whole a shining blunted aspect.

KEYWORDS: Old offshore bar, Lithology, Granulometry, Morphoscopy, Mineralogy, Vridi

RESUME: L'observation de la côte au niveau de Vridi Ako laisse apparaître plusieurs cordons littoraux anciens. Quatre (4) puits ont été réalisés sur l'un de ces cordons littoraux fossiles afin de connaître sa lithologie et sa granulométrie. En outre, une analyse minéralogique des sables est faite ainsi que la morphoscopie des grains de quartz. La lithologie est caractérisée par une alternance de couches de couleur gris jaunâtre et gris olive avec l'apparition d'une langue à couleur blanche. Ces couches sont constituées de sables dont la moyenne des tailles varie entre 0,470 et 1,269 mm. Ce sont en majorité des sables grossiers assez bien classés à très bien classés. Le mode (Mo) indique une allure bimodale, témoins de deux sources pourvoyeuses de sédiments (arrière-pays et plateau continental). Les courbes cumulatives semi-logarithmiques extraites de la granulométrie sont sigmoïdales, caractéristiques du faciès hyperbolique. Le quartz et l'ilménite sont les minéraux les plus abondants dans les sédiments. On y trouve aussi le sphène, le rutile, l'anastase, la tourmaline et des minéraux indéterminés. Les grains de quartz sont essentiellement très arrondis à subanguleux avec dans l'ensemble un aspect émoussé luisant.

MOTS-CLEFS: Cordon littoral ancien, Lithologie, Granulométrie, Morphoscopie, Minéralogie, Vridi.

1 INTRODUCTION

Les cordons littoraux se mettent en place suite aux phénomènes eustatiques entraînant la fluctuation du niveau marin (transgression et régression). En Côte d'Ivoire, on observe un cordon littoral actuel et des anciens cordons dits fossiles. Ces

derniers sont immergés ou émergés. Le cordon actuel et le cordon fossile immergé ont fait l'objet de plusieurs études tant sur le plan morphologique que pétro-sédimentaire ([1], [2], [3], [4], [5], [6], [7]). Ce qui n'est pas le cas des cordons anciens émergés.

La présente étude, qui porte sur le cordon fossile de Vridi Ako (figure 1), fait une analyse lithologique et granulométrique des sédiments du cordon littoral fossile émergé. En outre, l'identification des minéraux constitutifs des sédiments et la morphoscopie des grains de quartz seront réalisées.



Fig. 1. Cordon fossile de Vridi Ako (Google earth)

2 MATERIEL ET METHODES

Quatre puits d'échantillonnage sur le cordon fossile, de profondeur comprise entre 0,70 et 1,20 m, ont été réalisés à la tarière. Les échantillons prélevés sont d'abord décrits afin de déterminer l'aspect, la couleur, la texture et la présence ou non de carbonates.

Une fraction de chaque échantillon (environ 100 g) est ensuite lavée et séchée à l'étuve à 50° C pendant 48 heures. Après séchage, on procède à l'attaque à l'eau oxygénée et à l'acide chlorhydrique pour éliminer la matière organique et les carbonates. L'échantillon est à nouveau séché puis tamisé sur une colonne de tamis de type AFNOR. Le résidu de chaque tamis est pesé. Pour chaque fraction grossière, on détermine les différents pourcentages et on trace les courbes cumulatives semi-logarithmiques. Celles-ci permettent de déterminer les paramètres granulométriques selon la classification de [8] et [9]. Le faciès granulométrique a été identifié à partir de la méthode de [10]. Les diagrammes de dispersion de [11] ont servi à déterminer l'environnement de dépôt. Ces diagrammes permettent de différencier les environnements de sable de plage et de rivière, de dune côtière et de dune continentale.

La détermination du cortège minéralogique s'est faite à l'aide d'une loupe binoculaire et d'échantillons de minéraux tests. L'étude morphoscopique s'est basée sur les méthodes de [12] et [13].

3 RÉSULTATS

3.1 DESCRIPTION LITHOLOGIQUE DES SÉDIMENTS

Les sédiments prélevés au niveau de quatre puits ont permis de mettre en évidence des couches de couleurs gris-jaunâtre et des couches de couleurs gris-olive qui alternent (figure 2). Il apparaît dans le puits 4 une couche blanche intercalée entre les couches jaunâtre et olive. Les couches sont constituées de sables grossier et moyens. Elles se caractérisent par la présence ou non de débris organiques et sont toutes meubles (tableau 1).

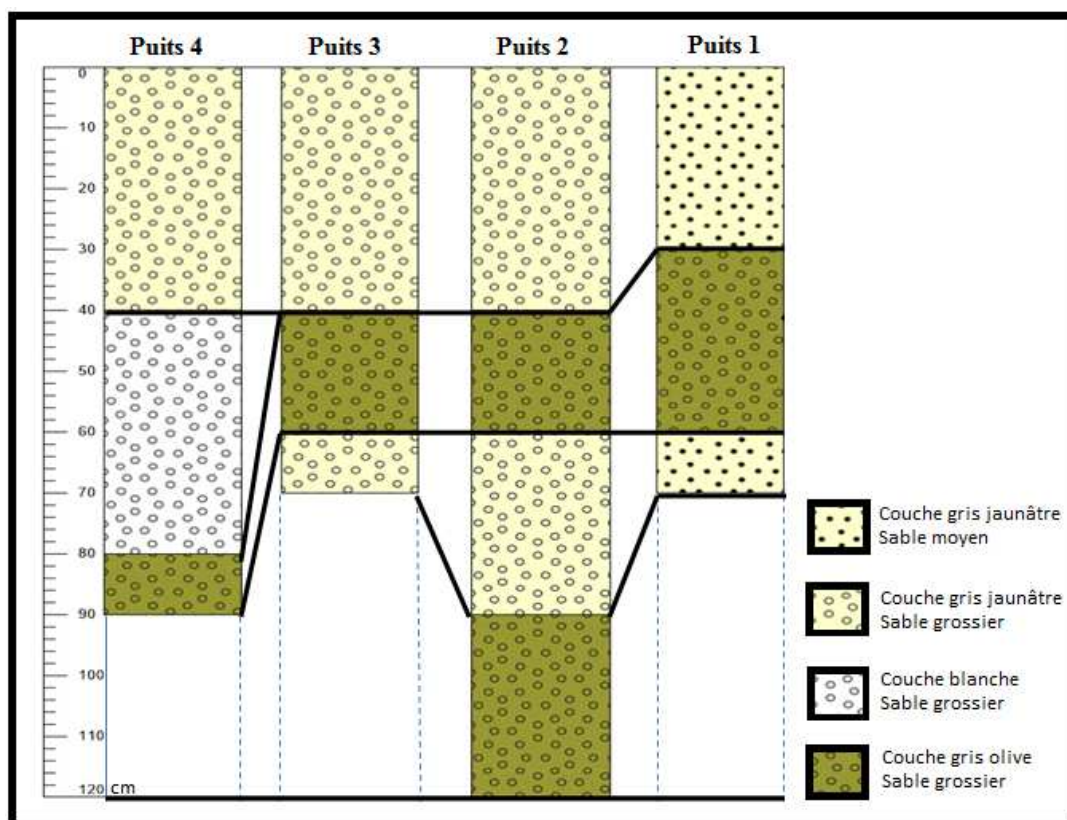


Fig. 2. Lithologie des puits situés sur le cordon fossile de Vridi Ako

Tableau 1. Description des sédiments des différents puits

Puits	Couches	Texture	Profondeur (cm)	Description (Aspect, couleur, présence de matières organiques)
1	P1N1	Granulaire	0-30	Meuble, 5 Y 8/1(Gris jaunâtre), fort présence de débris organique
	P1N2	Granulaire	30-60	Meuble, 5 Y 6/1(Gris olive), présence de débris organique
	P1N3	Granulaire	60-70	Meuble, 5 Y 8/1(Gris jaunâtre), absence de débris organique
2	P2N1	Granulaire	0-40	Meuble, 5 Y 8/1(Gris jaunâtre), présence de débris organique
	P2N2	Granulaire	40-60	Meuble, 5 Y 6/1(Gris olive), présence de débris organique
	P2N3	Granulaire	60-90	Meuble, 5 Y 8/1 (Gris jaunâtre), absence de débris organique
	P2N4	Granulaire	90-120	Meuble, 5 Y 6/1(Gris olive), présence de débris organique
3	P3N1	Granulaire	0-40	Meuble, 5 Y 8/1(Gris jaunâtre), présence de débris organique
	P3N2	Granulaire	40-60	Meuble, 5 Y 6/1 (Gris olive), présence de débris organique
	P3N3	Granulaire	60-70	Meuble, 5 Y 8/1 (Gris jaunâtre), présence de débris organique
4	P4N1	Granulaire	0-40	Meuble, 5 Y 8/1(Gris jaunâtre), absence de débris organique
	P4N2	Granulaire	40-80	Meuble, N 8(Gris très clair), absence de débris organique
	P4N3	Granulaire	80-90	Meuble, 5 Y 6/1(Gris olive), présence de débris organique

3.2 PARAMÈTRES GRANULOMÉTRIQUES

Le calcul des paramètres granulométriques a permis de caractériser les sédiments des différents puits.

3.2.1 Puits 1

Ce puits est constitué de trois couches caractérisées respectivement par les échantillons P1N1, P1N2 et P1N3 en partant du haut en bas (Tableau 2).

La couche I (P1N1), d'épaisseur 0,30 m est constituée de sables moyens ($250\mu\text{m} < Mz < 500\mu\text{m}$), assez bien classés ($0,5 < So < 0,71$) et symétrique ($-0,1 < Ski < +0,1$).

La couche II (P1N2), située à une profondeur comprise entre 0,30 et 0,60 m, est constituée de sables grossiers ($500\mu\text{m} < Mz$), assez bien classés ($0,5 < So < 0,71$) et symétrique ($-0,1 < Ski < +0,1$).

La couche III (P1N3), comprise entre 0,60 à 0,70 m, est constituée de sables moyens ($250\mu\text{m} < Mz < 500\mu\text{m}$), assez bien classés ($0,5 < So < 0,71$) et symétrique ($-0,1 < Ski < +0,1$).

Tableau 2. Paramètres granulométriques des sables du puits 1

Échantillons	Mz	So	Ski	Mo	Caractéristiques granulométriques
P1N1	492,33	0,52	0,10	0,500	Sables moyens, assez bien classés et symétriques
P1N2	532,33	0,55	0,09	0,500	Sables grossiers, assez bien classés et symétriques
P1N3	470,33	0,58	0,08	0,315	Sables moyens, assez bien classés et symétriques

3.2.2 Puits 2

Ce puits est caractérisé par quatre couches avec pour échantillons caractéristiques P2N1, P2N1, P2N3 et P2N4 en partant du haut vers le bas (Tableau 3).

La couche I (P2N1), d'épaisseur 0,40 m, est constituée de sables grossiers ($500\mu\text{m} < Mz$), médiocrement classés ($1 < So < 2$) et symétrique ($-0,1 < Ski < +0,1$).

La couche II (P2N2), d'épaisseur 0,20 m, est constituée de sables grossiers ($500\mu\text{m} < Mz$), moyennement classés ($0,71 < So < 1$) et présente une asymétrie vers les grandes tailles ($-0,3 < Ski < -0,1$).

La couche III (P2N3), d'épaisseur 0,30 m, est constituée de sables grossiers ($500\mu\text{m} < Mz$), médiocrement classés ($1 < So < 2$) et symétrique ($-0,1 < Ski < +0,1$).

La couche IV (P2N4), d'épaisseur 0,30 m, est constituée de sables grossiers ($500\mu\text{m} < Mz$), moyennement classés ($0,71 < So < 1$) et présente une asymétrie vers les grandes tailles ($-0,3 < Ski < -0,1$).

Tableau 3. Paramètres granulométriques des sables du puits 2

Echantillons	Mz	So	Ski	Mo	Caractéristiques granulométriques
P2N1	1269,33	1,13	0,00	1,25	Sables grossiers, médiocrement classés et symétriques
P2N2	678,67	0,89	-0,20	0,63	Sables grossiers, moyennement classés, asymétrie vers les grandes tailles
P2N3	971,00	1,16	-0,24	1,25	Sables grossiers, médiocrement classés et symétriques
P2N4	685,00	0,72	-0,16	0,63	Sables grossiers, moyennement classés, asymétrie vers les grandes tailles

3.2.3 Puits 3

Le puits présente trois couches représentées par les échantillons P3N1, P3N2 et P3N3 respectivement du haut vers le bas (Tableau 4).

La couche I (P3N1), d'épaisseur 0,40 m, est constituée de sables grossiers ($500\mu\text{m} < Mz$), assez bien classés ($0,5 < So < 0,71$) et symétrique vers les petites tailles ($+0,1 < Ski < +0,3$).

La couche II (P3N2), située entre les profondeurs 0,40 et 0,60 m, est constituée de sables grossiers ($500\mu\text{m} < Mz$), assez bien classés ($0,5 < So < 0,71$) et symétrique vers les petites tailles ($+0,1 < Ski < +0,3$).

La couche III (P3N3), d'épaisseur 0,10 m, est constituée de sables grossiers ($500\mu\text{m} < Mz$), très bien classés ($0 < So < 0,35$) et symétrique à l'échantillon ($-0,1 < Ski < +0,1$).

Tableau 4. Paramètres granulométriques des sables du puits 3

Echantillons	Mz	So	Ski	Mo	Caractéristiques granulométriques
P3N1	555,00	0,50	0,12	0,500	Sables grossiers, assez bien classés, asymétrie vers les petites tailles
P3N2	523,33	0,64	0,21	0,500	Sables grossiers, assez bien classés, asymétrie vers les petites tailles
P3N3	712,00	0,11	0,03	0,500	Sables grossiers, très bien classés et symétriques

3.2.4 Puits 4

Ce puits montre trois couches dont les échantillons caractéristiques sont de haut en bas P4N1, P4N2 et P4N3 (Tableau 5).

La couche I (P4N1), d'épaisseur 0,40 m, est constituée de sables grossiers ($500\mu\text{m} < Mz$), assez bien classés ($0,5 < So < 0,71$) et asymétrique vers les petites tailles ($+0,1 < Ski < +0,3$).

La couche II (P4N2), d'épaisseur 0,20 m, est constituée de sables grossiers ($500\mu\text{m} < Mz$), assez bien classés ($0,5 < So < 0,71$) et symétrique à l'échantillon ($-0,1 < Ski < +0,1$).

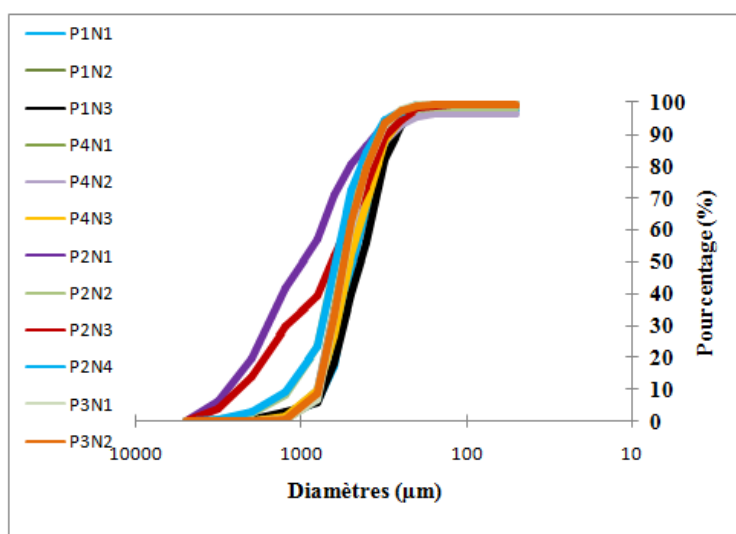
La couche III (P4N3), d'épaisseur 0,10 m (0,60 à 0,70 m) est constituée de sables grossiers ($500\mu\text{m} < Mz$), assez bien classés ($0,5 < So < 0,71$) et symétrique à l'échantillon ($-0,1 < Ski < +0,1$).

Tableau 5. Paramètres granulométriques des sables du puits 4

Echantillons	Mz	So	Ski	Mo	Caractéristiques granulométriques
P4N1	560,00	0,55	0,11	0,500	Sables grossiers, assez bien classés, asymétrie vers les petites tailles
P4N2	549,33	0,57	0,05	0,500	Sables grossiers, assez bien classés et symétrique
P4N3	528,00	0,59	0,03	0,500	Sables grossiers, assez bien classés et symétrique

3.3 FACIÈS GRANULOMÉTRIQUES

Les courbes cumulatives semi-logarithmiques extraites de la granulométrie sont sigmoïdales caractéristiques du faciès hyperbolique (figure 3). Ce faciès indique une sédimentation faite par accumulation libre c'est-à-dire un dépôt qui s'est réalisé du fait d'une variation banale et modérée dans la compétence du courant de transport. Il est synonyme d'un hydrodynamisme faible à moyen dans cette zone. Ce qui indique une baisse progressive de la force de l'agent de transport qui abandonne les grains sur place.


Fig. 3. Courbes cumulatives semi-logarithmiques

3.4 ENVIRONNEMENT DE DÉPÔT DES SÉDIMENTS

Le diagramme de dispersion (Ski-Md) appliqué aux sédiments révèle que les sédiments de Vridi Ako se sont déposés dans un environnement de type dune côtière (figure 4 A).

Le diagramme de dispersion (Md- So) de [11] (figure 4 B) appliqués aux sédiments montre que 92% de ces sédiments se sont déposés en milieu plage.

De ces analyses, il ressort que l'environnement de dépôt des sédiments de Vridi Ako est de type dune côtière (plage).

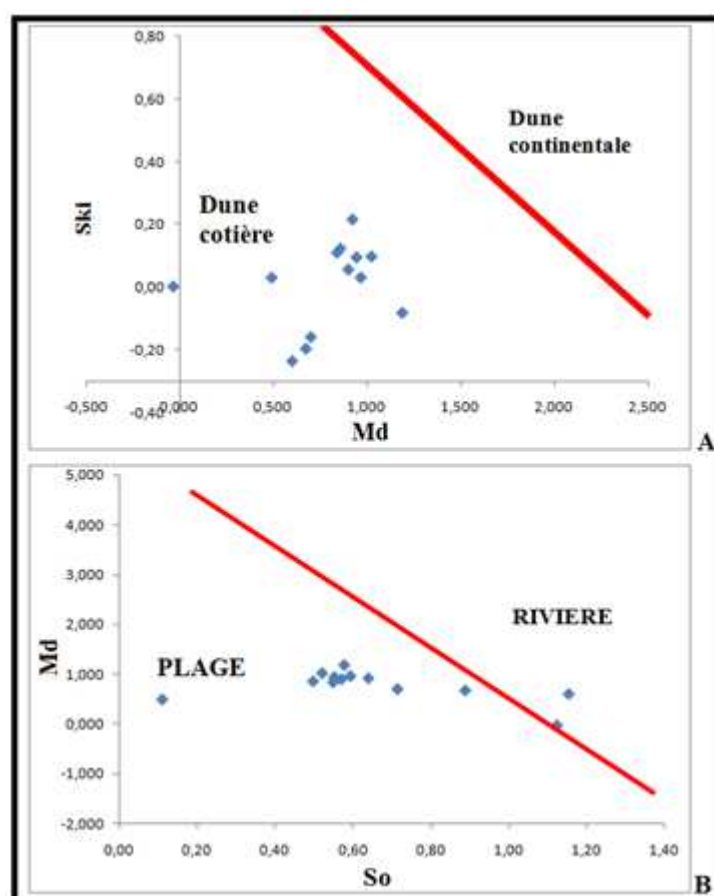


Fig. 4. Diagramme Md- Ski et So-Ski de [11]

3.5 ANALYSE MINÉRALOGIQUE DES SÉDIMENTS

Les échantillons observés à la loupe binoculaire sont les refus des tamis de 100 et 125 μm . L'observation a permis de déterminer le cortège minéralogique du cordon fossile de Vridi Ako (figure 5). Les mêmes minéraux sont observés dans tous les puits. Les sables observés sont essentiellement constitués de quartz (environ 80%). Ensuite vient, dans la fraction des minéraux lourds, l'Ilménite qui est un minéral noir à brun noirâtre (environ 8%) et le Leucoxène (3%) qui est un produit d'altération des minéraux tels que l'Ilménite, le Rutile et le Sphène. On y trouve également le Sphène (2%), le rutile (2%), l'Anastase (1%), la tourmaline (1%), des minéraux indéterminés (2%) (figure 6).

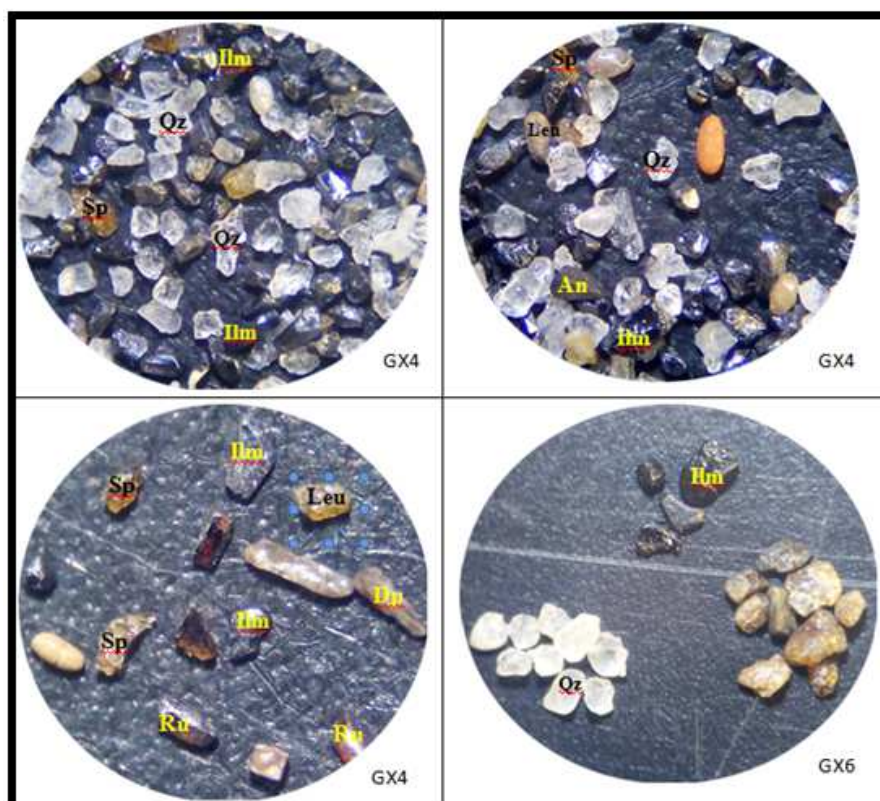


Fig. 5. Minéraux rencontrés à Bridi Ako

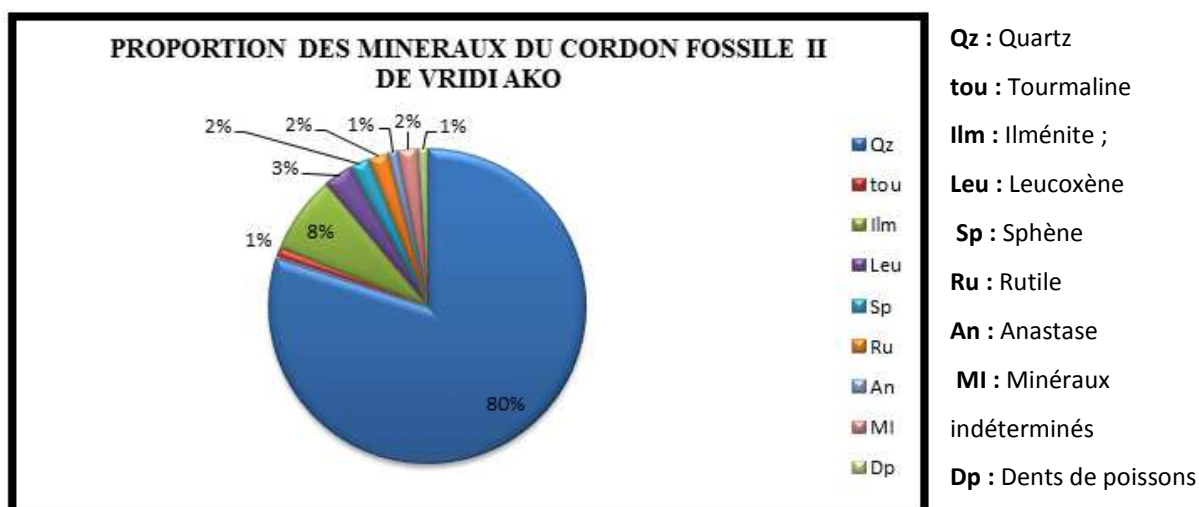


Fig. 6. Diagramme de proportion des minéraux

3.6 MORPHOSCOPIE DES GRAINS DE QUARTZ

Les grains de quartz présentent quatre formes distinctives : très arrondis, arrondis, subarrondis et subanguleux (figure 7). Ils sont dans l'ensemble émousés luisants (environ 94%). On note cependant environ 6% de ronds mats. Ils sont donc issus d'un transport plus ou moins long en milieu aquatique.

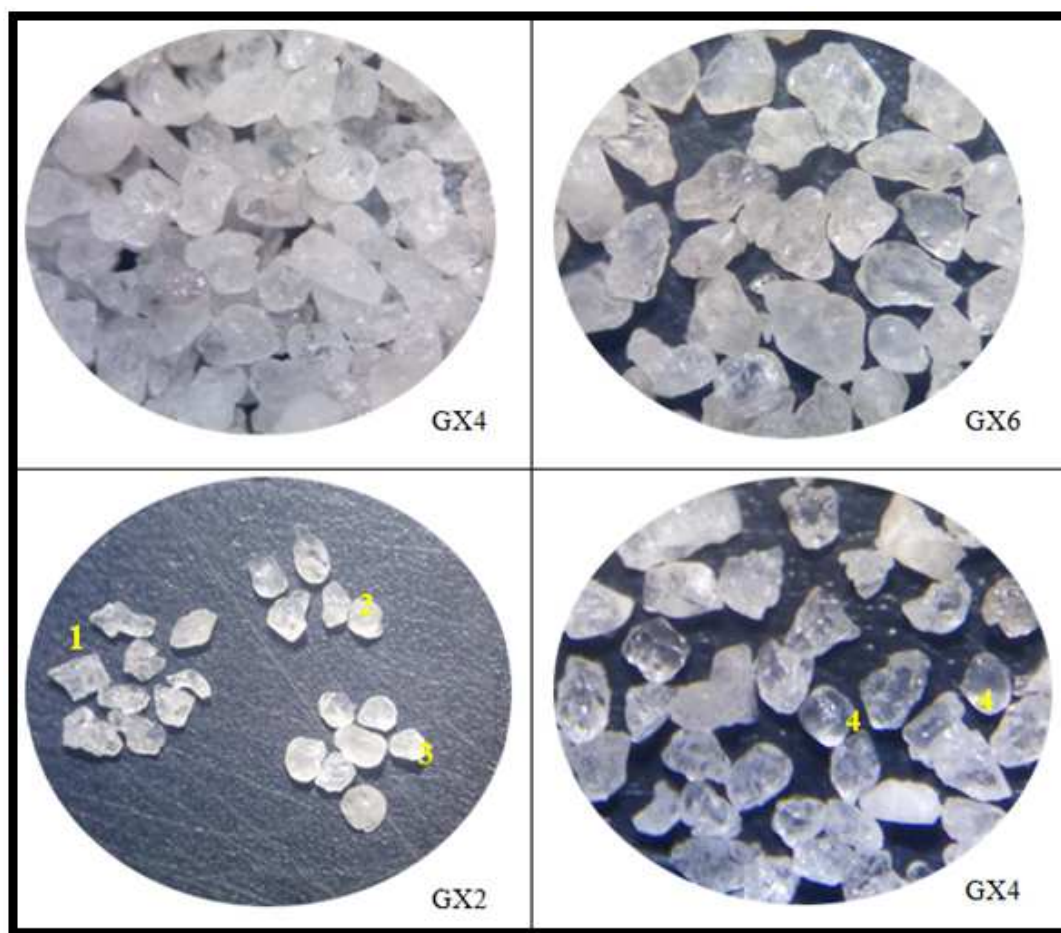


Fig. 7. Différentes formes et aspects grains de quartz observés à la loupe binoculaire
1- sub-angulaire luisant ; 2- sub-arrondis luisant ; 3- arrondis luisant et mat ; 4- très arrondis

4 DISCUSSION

Des analyses lithologiques, il ressort que le cordon littoral fossile de Vridi Ako est constitué de sédiments meubles contrairement aux cordons fossiles immergés du plateau continental ivoirien où on rencontre des grès (Beach Roch) quartzueux à ciment ferrugineux [6]. Le cordon du plateau continental serait donc antérieur au cordon de Vridi Ako. Le cordon du plateau continental est constitué de sédiments qui ont été consolidé à la suite des derniers épisodes d'oxydation. En effet, du Pléistocène à l'Holocène, l'alternance des périodes glaciaires et interglaciaires favorise des régressions et transgressions avec des épisodes d'oxydation. Durant cette alternance climatique, le bassin onshore ivoirien est demeuré un domaine transitionnel (lagune et/ou delta) où les lagunes actuelles se sont formées après la dernière régression [14].

En outre, les sables du cordon littoral fossile de Vridi Ako sont en majorité des sables grossiers tandis que les sables du cordon actuel sont des sables moyens [15]. La taille des grains est due à leur mise en place dans un domaine de forte énergie, zone d'agitation importante liée à la houle et aux courants littoraux [16].

Les grains de quartz ont, dans l'ensemble, un aspect émoussé luisant et sont en majorité très arrondis et subarrondis car ayant subi les effets mécaniques d'usure lors du transport. Ils proviennent probablement de la dégradation du socle par les facteurs érosifs et drainés par les fleuves. Les grains subanguleux proviendraient de la désagrégation des roches en place (plateau continental). Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par [17]. Il a montré que les sédiments des plages ivoiriennes ont trois origines :

- les dépôts issus de la dégradation de l'arrière-pays par les facteurs érosifs et drainés par les fleuves ;
- les dépôts issus du remaniement d'anciens cordons littoraux sableux holocènes ;
- les apports provenant du plateau continental par les effets conjugués de la houle et des courants de translations.

5 CONCLUSION

L'étude du cordon littoral fossile de Vridi Ako contribue à la connaissance sédimentologique des anciens cordons ivoiriens.

La description lithologique a permis de distinguer trois types de couches en fonction de la couleur. Ce sont :

- une couche de couleur gris jaunâtre constituée de sables grossiers à moyen d'Ouest en Est. Ces sables sont assez bien classés et sont symétriques à l'échantillon
- une couche de couleur gris olive constituée de sables grossiers assez bien à moyennement classés et symétriques à l'échantillon. Cette couche alterne avec la couche de couleur gris jaunâtre.
- une couche de couleur blanche constituée de sables grossiers, assez bien classés et symétrique à l'échantillon.

Le faciès granulométrique de ces sables est de type sigmoïdale. Ce qui indiquerait que le dépôt des sédiments s'est réalisé du fait d'une variation banale et modérée de la compétence du courant de transport.

Le quartz, l'ilménite, le leucoxène, le sphène, le rutile, l'anatase, la tourmaline constituent le cortège minéralogique du cordon littoral fossile de Vridi Ako. La forme arrondie à très arrondie des grains de quartz et leur aspect émoussé luisant indique que les sédiments ont subis un transport plus ou moins long en milieu aqueux.

RÉFÉRENCES

- [1] S. MONDE, "Nouvelles approches de la cartographie du plateau continental de Côte d'Ivoire: aspects morphologiques et sédimentologiques", *Thèse de Doctorat 3ème cycle Fac. Sci, Université Abidjan*, n°253/97, 175 p, 1997.
- [2] C. HAUHOUOT, "Analyse et cartographie de la dynamique du littoral et risques naturels côtiers en Côte d'Ivoire", *Thèse de Doc. Univ. De Nantes*, 289 p, 2000.
- [3] J. ABE, "Contribution à la connaissance de la morphologie et de la dynamique du littoral ivoirien (cas du littoral d'Abidjan) Essais de modélisation en vue d'une gestion rationnelle", *Thèse de Doctorat d'Etat. Sc. Nat., Univ. Abidjan*, 345 p, 2005.
- [4] K. L. ADOPO, K. L. KOUASSI, A. V. I. WOGNIN, S. MONDE et K. AKA, "Caractérisation des sédiments et morphologie de l'embouchure du fleuve Comoé (Grand-Bassam, Côte d'Ivoire)", *Revue Paralia*, Volume 1 (2008) pp 2.1-2.10, 2008.
- [5] M. TOURE, "Applicabilité des mesures de protection du littoral aux Côtes Ivoiriennes", *Thèse de Doctorat unique, Université de Cocody*, 184 p, 2009.
- [6] C. A. AKOBÉ, "Caractérisation des grès de la Côte d'Ivoire et du Ghana (Golf de Guinée) : environnement de dépôt, maturité et potentialité énergétique (réservoirs à hydrocarbure)", *Thèse Doctorat univ. Univ. Cocody, Côte d'Ivoire*, 167 p, 2010.
- [7] V. WOGNIN, A. S. COULIBALY, A. C. AKOBE, S. MONDE et K. AKA, "Morphologie du littoral et cinématique du trait de côte de Vridi à Grand-Bassam (Côte d'Ivoire)", *Journal of Environmental Hydrology*, volume 21, paper 1, january 2013, pp. 1-10, 2013.
- [8] R. L. FOLK et W. C. WARD, "Brazos rivers bar: a study in the significance of grain size parameters", *Jour. sedim. Petrol., Tulsa (Okl.)*, 27 (1), pp. 3-26, 1957.
- [9] G. M. FRIEDMAN, "Comparison of moment measures for sieving and thin-section data for sedimentary petrological studies", *Jour. Sedim. Petrol.*, 32, pp. 15-25, 1962.
- [10] A. RIVIERE, "Contribution à l'étude géologique des sédiments sableux", *Ann. Inst. Océano. Edition Masson, nouvelle sér., t. XVII, fasc. 4 plaquette in -4*, 28 p, 1960.
- [11] R. J. MOIOLA et D. WEISER, "Textural parameters: an evaluation", *Journ. Sedim. Petrol.*, n°38, pp 45-53, 1968.
- [12] PETTIJOHN F., "Sedimentary Rocks", Happer Frères. In : Sedimentology. With 177 figures and 17 tables, Translation Thomas Reimer, CHAMLEY H. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 285 p, 1949.
- [13] A. CAILLEUX, "Distinction des sables marins et fluviaux", *Bull. Soc Géol. Fr.*, 5^e série, t. XV, pp. 375-404, 1947.
- [14] F. Y. P. ASSALE, "Caractérisation sédimentologique, palynologique, géochimique et paléoenvironnementale des formations sédimentaires connexes à la faille des lagunes", *Thèse Doctorat univ. Univ. Cocody, Côte d'Ivoire*, 361 p, 2013.
- [15] K. L. ADOPO, "Evolution Morphologique et Sédimentologique du trait de côte entre Jacqueville- Port-Bouët", *Diplôme d'Etude Appliquée (DEA) ès Sciences Naturelles, Univ. Abidjan*, 62 p, 2004.
- [16] P. YACE, Z. B. DIGBEHI, B. C. SOMBO et K. AKA, "Essai de caractérisation sédimentaire et minéralogique et origine des sables aux embouchures des fleuves Sassandra et Bandama", *Houille blanche*, 12 p, 1996.
- [17] P. YACE, "Evolution du trait de côte et dynamique sédimentaire du littoral ivoirien entre Grand-Bassam et Jacqueville", *Thèse, Univ. Abidjan*, 114 p, 1987.

Conséquences de la culture de l'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) sur les caractéristiques de la végétation dans la région du Parc National de la Comoé (Côte d'Ivoire)

[Consequences of cashew cultivation (*Anacardium occidentale* L.) on vegetation characteristics in the Comoé National Park region (Côte d'Ivoire)]

Annick Koulibaly¹, Akédrin Nicaise¹, Massé Diomandé¹, Ibrahim Konaté¹, Dossahoua Traoré², Ralf Bill³, and Yatty Justin Kouadio¹

¹Unité de Formation et de Recherche en Agroforesterie,
Université Jean Lorougnon Guédé,
BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

²Académie des Sciences et Cultures Africaines et de la Diaspora,
08 BP 519 Abidjan 08,
Abidjan, Côte d'Ivoire

³Chair of Geodesy and Geoinformatics,
University of Rostock,
Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock, Germany

Copyright © 2016 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 the global change, the loss of biodiversity in the forests-savannas mosaic zone of West Africa constitutes a growing problem. The sale of cashew nuts remains one of the main economic resources of Côte d'Ivoire which is the first world producer. In the Northeast of the country, the Comoé National park region presents several hectares of cashew plantations. The interrelations between the development of cashew (*Anacardium occidentale* L.) and plant diversity were rarely studied. The consequences of this culture and the evaluation of the potential of species regeneration inform about the possibilities of land management. Vegetation mapping and land investigation help us to show that 4 or 5 % of forests were transformed into cashew plantations in which the regeneration of the natural species showed a strong regeneration potential in the first steps. However this floristic potential is represented by species like *Annona senegalensis* and *Bridelia ferruginea* adapted to less humid conditions. The agricultural activities certainly accompanied with fire, outside of the park lead to open low strata in the forests and also, regeneration of the main forests species such as *Cola millenii*, *Anogeissus leiocarpus* and *Dialium guineense* is compromised by the absence of adults or juvenile plants. All these consequences could drive to a severe reduction of the forest surface and to a loss of biodiversity. Agroforestry systems and the control of bush fires are to be recommended for the resources management.

KEYWORDS: Agriculture, flora, structure, forest, savanna, bush fire, woody regeneration.

RESUME: Dans le contexte actuel du changement global, la perte de la biodiversité dans la zone de mosaïque forêts-savanes en Afrique de l'Ouest, constitue une problématique grandissante. Dans la région du Parc National de la Comoé au Nord-Est de la Côte d'Ivoire, s'étendent des hectares de plantations d'anacardier. Les interrelations entre le développement de l'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) et la diversité végétale ont été rarement étudiées alors que la vente des noix de

cajou demeure l'une des principales ressources économiques du pays, qui est devenu le premier producteur mondial en 2015. Les conséquences de la culture de l'anacardier et le potentiel de régénération des espèces naturelles, informent sur les possibilités d'aménager ces milieux. A l'aide de la cartographie et des relevés de surface, nous avons montré que 4 à 5 % des forêts ont été transformés en plantations dans lesquelles la régénération des espèces naturelles montre un potentiel fort dès le jeune âge. Cependant ce potentiel floristique est représenté par des espèces comme *Annona senegalensis* et *Bridelia ferruginea* adaptées à des conditions moins humides. La propagation des feux de brousse lors de l'installation des plantations a entraîné l'ouverture des strates basses des forêts. Aussi, la régénération des espèces principales des forêts telles que *Cola millenii*, *Anogeissus leiocarpus* et *Dialium guineense* est compromise par l'absence d'adultes ou de juvéniles. Toutes ces conséquences pourraient conduire à une réduction sévère de la surface forestière et à une perte de la biodiversité. Les systèmes agroforestiers et le contrôle des feux de brousse sont à recommander.

MOTS-CLEFS: Agriculture, flore, structure, forêt, savane, feux de brousse, régénération ligneuse.

1 INTRODUCTION

Situé au Nord-Est de la Côte d'Ivoire, le Parc National de la Comoé (PNC) s'étend sur 11 500 km² de surface de flore et de faune, qui l'ont conduit à être classé comme héritage mondial de l'UNESCO en 1983. Des études de la végétation à l'intérieur du PNC ont décrit les groupements forestiers comme étant la forme appauvrie des forêts denses humides semi-décidues à *Celtis* spp. et *Triplochiton scleroxylon* K. Schum. (Sterculiaceae) [1]. Celles conduites par [2], ont permis de détecter une corrélation positive entre le nombre d'espèces ligneuses et la taille des îlots qui s'y développent. La dynamique de régénération à la bordure entre la forêt et la savane est démontrée par [3], même si elle ne conduit pas toujours à une modification de la taille des îlots au niveau du paysage [4]. A l'extérieur Sud du PNC, cette dynamique est notable [4] car les aires adjacentes révèlent une forte pression anthropique et une rapide réduction de la couverture végétale au profit de plantations d'anacardiers (Figure 1). Les interrelations entre le développement des plantations d'anacardiers et la diversité des communautés de plantes ont été rarement étudié alors que la production et la vente de la noix de cajou est désormais l'une des principales ressources économiques du pays.

En effet, ces dernières années, la production d'anacarde a connu une évolution significative en liaison avec la demande croissante du marché mondial. Des prix très intéressants souvent pratiqués ont suscités l'intérêt des paysans pour cette culture. En 2015, la Côte d'Ivoire devient premier producteur mondial d'anacarde avec 700 000 tonnes par an. L'anacardier, *Anacardium occidentale* L. (Anacardiaceae), originaire des Indes, est introduit en Côte d'Ivoire en 1957. C'est un arbre qui peut atteindre 5 et 8 m avec une racine pivotante et dont la fructification s'effectue en deux stades : la noix de cajou qui se développe en premier suivi progressivement du pédoncule qui se transforme en un faux fruit charnu, appelé pomme de cajou. La culture de l'anacarde est associée à celle de l'igname (et/ou du manioc) lors de la mise en butte. Après la récolte de l'igname (et/ou du manioc) la plantation d'anacardiers est maintenue et produit des fruits vers l'âge de 5 ans. L'entretien des plantations consiste à les nettoyer tous les trois mois environ, dans la strate basse et à éliminer la plupart des espèces autres que l'anacardier qui s'y développent, pour éviter la compétition négative. Le développement de la plantation conduit après quelques années à une monoculture d'anacardier.

La prise en compte de l'environnement dans la politique agricole tient une place importante dans le débat actuel des conséquences des activités agricoles sur la végétation. Les politiques d'aménagement des milieux dégradés exigent des diagnostics préalables pour une meilleure efficacité. Ce travail vise à décrire les changements sur la végétation, entraînés par la culture de l'anacardier, dans la région du Parc National de la Comoé (PNC) afin de contribuer à un aménagement adapté des alentours des aires protégées.

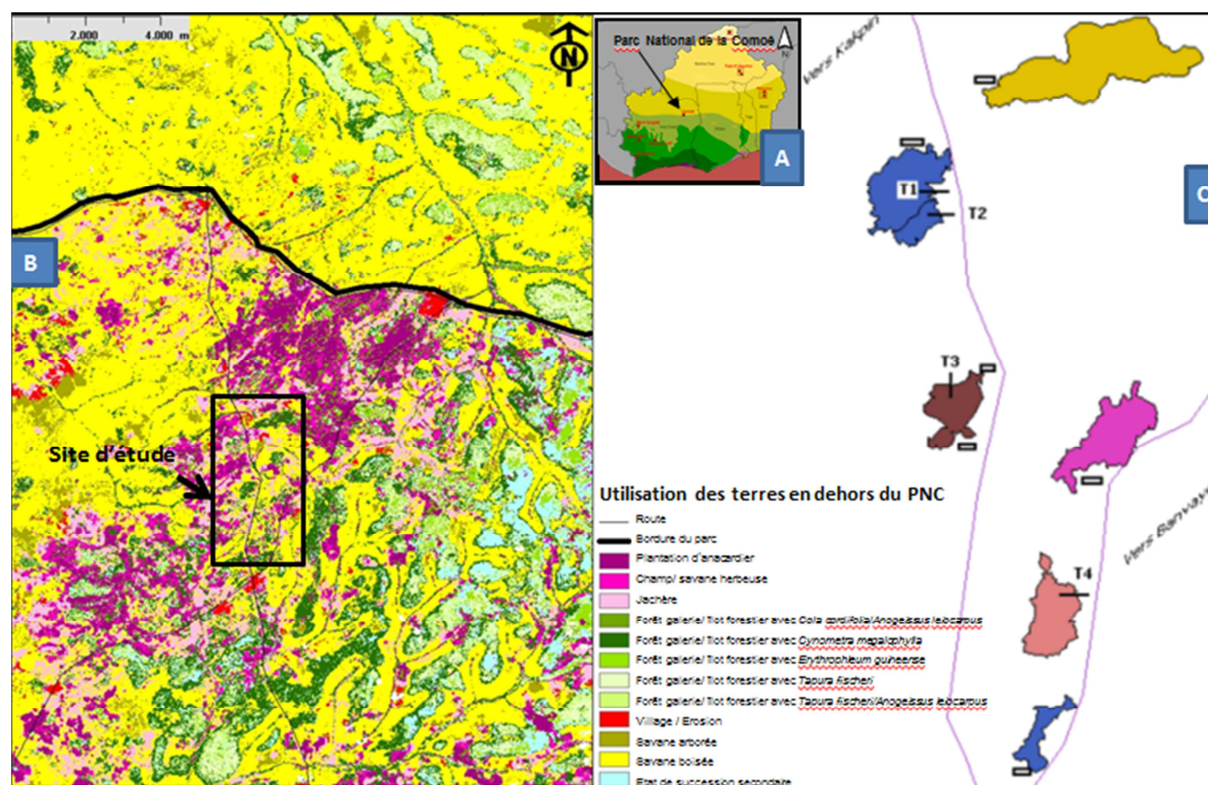


Fig. 1. Cartographie de la région du Parc National de la Comoé. (A) Localisation du Parc National de la Comoé (PNC) en Côte d'Ivoire ; (B) Distribution de la végétation et localisation du site d'étude ; (C) Détails du dispositif de relevés à l'extérieur Sud du PNC. Contours des forêts étudiées (F1, F2 et F3) avec les transects (barres noires) et les parcelles dans la plantation (rectangles).

2 MATÉRIEL ET METHODES

2.1 LE SITE D'ÉTUDE

Le site de notre étude est localisé dans le Secteur Soudanais de Côte d'Ivoire et dans la partie Sud, à l'extérieur du parc, entre 8°41' et 8°47' de latitude Nord et entre 3°47' et 3°51' de longitude Ouest (Figure 1). Il y existe de larges variations interannuelles au niveau de la pluviométrie [5]. Dans la région du PNC, la déviation annuelle de la précipitation totale s'élève à 40 p. c. [6]. L'analyse des variations annuelles mesurées sur 25 ans à partir de données provenant de la station climatique de Dabakala (proche du PNC) révèlent que durant des périodes de seulement quelques semaines en Juillet et/ou Août, la précipitation peut temporairement tomber à des valeurs faibles, conduisant à un maximum notablement plus petit du total de la pluviométrie dans l'année et contribuant à de fortes variations interannuelles [7]. Un vent frais et sec appelé "Harmattan" souffle dans la région, pendant trois mois, durant la saison sèche. La moyenne annuelle de température est de 26,5°C à 27 °C [8]. Le système hydrographique de la région d'étude est principalement constitué par le fleuve Comoé, l'un des plus grands fleuves du pays, dont la majorité des affluents parcourent la région. Les dénivelllements sont faibles entre les hauts de versant et les zones de bas-fonds. La faune du PNC se caractérise par une grande variété d'espèces [1]. La densité de la population, dans la région Sud du parc, est passée à environ 10 habitants au km² dans les années 1980 [9]. En 1998, elle atteignait 13 habitants au km² (I.N.S., 2000), valeur qui demeure faible par rapport à d'autres régions en Afrique de l'Ouest. Les ethnies rencontrées dans la région sont les Lobi, les Malinké et les Koulango. Ces derniers sont les plus nombreux. La nourriture de base des Koulango est l'igname et le manioc.

2.2 CHOIX DES SITES DE RELEVÉS

Le choix des sites s'est fait d'abord à l'aide d'images satellites et de photographies aériennes. Ensuite, une prospection sur le terrain a permis de dessiner les contours des fragments forestiers à l'aide d'un GPS. Enfin, les forêts étudiées ont été choisies à partir de plusieurs critères (1) le type végétal du fragment forestier (forêt dense semi-décidue), (2) l'état de l'activité : forêt soumise à l'activité agricole sur une partie de son bord, (3) la technique de culture : technique traditionnelle

et (4) le type de culture : igname et / ou manioc, associant l'anacardier. Les études se sont déroulées dans des fragments forestiers (F1, F2, F3) sous l'influence des populations des villages environnants.

2.3 CARTOGRAPHIE DE LA VÉGÉTATION

Les changements sur la végétation dû à l'influence humaine ont été évaluée à travers la méthode du Système d'Information Géographique (SIG) qui constitue un outil synthétique et important [10] d'analyse de la végétation pour résumer l'impact de la culture de l'anacardier sur la végétation dans la région du PNC. Les images satellites utilisées provenaient de Landsat ETM+, Terra ASTER et SPOT 3/4. Une classification non supervisée multi-temporelle a été faite en utilisant l'*Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique method*. Les routes et les forêts ont été digitalisés (Arcview v. 3.2 / ArcGIS v. 10). Les résultats ont été finalisés en tenant compte des travaux de terrain précédents dans la région à l'intérieur et à l'extérieur du Parc.

2.4 ANALYSE FLORISTIQUE

Un inventaire floristique à l'extérieur du parc et la liste des espèces rencontrées lors des relevés a permis après synthèse d'obtenir une flore de la région du PNC.

2.5 DYNAMIQUE DE RÉGÉNÉRATION

Nous avons observé dans les régions de notre étude que les plantations d'anacardiers âgées ont présenté peu d'individus appartenant à des espèces autres que l'anacardier. Ces plantations deviennent pratiquement des monocultures entre l'âge de 5 et 6 ans; c'est pourquoi l'étude de la régénération des espèces n'a concerné que des plantations de moins de 6 ans. Nous avons retenu 15 parcelles dans les plantations d'anacardier d'une surface de 400 m² chacune. Une parcelle de 10 x 10 m² a été installée au centre de la parcelle de 400 m² et divisée en seize sous parcelles de 2,5 m de côté que nous appellerons ici carrés. Dix carrés parmi les seize premiers ont été retenus par la méthode d'échantillonnage probabiliste (tirage au hasard des numéros de parcelles) conduisant à un total de 150 carrés. Dans chaque carré, la hauteur totale et le d.b.h. de tous les individus de plus de 1,5 m de hauteur ont été enregistrés. L'étude de la distribution des espèces, dans les classes de diamètre, constitue un indicateur fort du potentiel de reconstitution de la forêt dans les premières années de plantation.

Pour étudier la régénération dans les forêts, notre approche a été d'apprécier un potentiel de régénération des espèces sous forme de plants, tout en évaluant la présence de géniteurs. Dans chaque site, le nombre total des individus juvéniles de d.b.h inférieur à 5 cm dans la surface totale de forêt considérée (2400 m² pour chaque forêt) a été calculé pour chaque espèce. Ce nombre est divisé par le nombre de tous les individus de la même espèce et enfin multiplié par 100 pour obtenir une valeur exprimée en pourcentage et nommée Pourcentage de Régénération (PR). Quand cette valeur tend vers 100 p.c., cela signifie que le nombre de juvéniles s'élève et que le nombre de géniteurs tend vers 0.

$$PR = n / N \times 100 \text{ où}$$

n : nombre total de plants et plantules (d.b.h. <5 cm)

N : nombre total d'individus de la forêt de tous les diamètres.

3 RÉSULTATS

3.1 FLORE ET STRUCTURE

3.1.1 FLORE

L'analyse des images satellites a permis d'établir la cartographie des différentes surfaces de végétation au sud du Parc National de la Comoé. On distingue à l'intérieur de la mosaïque forêt-savane, les savanes boisées (48 %), les îlots forestiers / forêt galerie à *Cynometra megalophylla* Harms (Caesalpinaceae) (11 %), les fourrés à différents stades de successions (8 %), les savanes arbustives et des forêts à *Erythrophleum guineense* G.Don (Fabaceae) ainsi que des forêts à *Tapura fischeri* (4 à 5 %). On note que Les plantations d'anacardier et les jachères occupent 4 à 5 % (Figure 1). Ces dernières surfaces se sont installées au détriment des îlots forestiers.

La synthèse des listes floristiques indique une flore composée de 225 espèces, 177 genres et 59 familles. Les familles les plus dominantes en nombre d'espèces, étaient respectivement les Fabaceae, les Rubiaceae, les Poaceae et les

Caesalpiniaceae (Tableau 1). Il y avait 10 types biologiques dominés par les microphanérophytes à 41 p.c. On retrouve généralement en forêt à l'étage inférieur des forêts était occupé par *Clausena anisata* (Willd.) Benth. (Rutaceae), *Clerodendron capitatum* (Willd.) Schum & Thonn. (Verbenaceae) et *Combretum molle* G. Don (Combretaceae). L'étage moyen renfermait des espèces à la fois de forêt et de savane telles que *Antiaris toxicaria* Lesch. var. *africana* (Engl.) C. C. Berg (Moraceae), *Carissa edulis* Vahl (Apocynaceae), *Crossopteryx febrifuga* (Afzel. ex G. Don) Benth. (Rubiaceae), *Detarium senegalense* J. F. Gmel. (Caesalpiniaceae), *Gardenia ternifolia* Schum. & Thonn. (Rubiaceae). Tandis que *Anogeissus leiocarpus* (DC.) Guill. & Perr. (Combretaceae), *Dialium guineense* Willd. (Caesalpiniaceae), *Cola cordifolia*, *Isobertia doka* Craib & Stapf (Caesalpiniaceae) étaient souvent rencontrés dans l'étage supérieur. La savane est dominée par *Annona senegalensis*, *Burkea africana* Hook. (Caesalpiniaceae), *Crossopteryx febrifuga* (Afzel. ex G. Don) Benth. (Rubiaceae), *Daniellia oliveri* (Rolfe) Hutch. & Dalziel (Caesalpiniaceae) et *Terminalia avicennioides* Guill. & Perr. (Combretaceae). La répartition phytogéographique des espèces de la région a montré que 49,3 p.c. des espèces appartenait à la zone de transition entre la zone guinéo-congolaise et la zone soudanienne tandis que les autres espèces se répartissaient presque également entre les deux autres zones.

Tableau 1. Nombre d'espèces dans les familles, types biologiques et chorologie de la végétation aux alentours du Parc National de la Comoé

Famille (%)	Types biologiques (%)	Chorologie (%)
Fabaceae (21)	Microphanérophytes (40)	GC (24,9)
Rubiaceae (20)	Nanophanérophites (24,4)	GC-S (49,3)
Poaceae (17)	Mésophanérophites (11,6)	S (23,1)
Caesalpiniaceae (13)	Thérophytes (8)	GCW (1,8)
Combretaceae (9)	Géophytes (5,8)	GCi (0,4)
Euphorbiaceae (9)	Hémicryptophytes (5,3)	i (0,4)

3.1.2 STRUCTURE

Les données structurales de la végétation ont été analysées le long de transects forêts-savanes (1,2,3) à l'extérieur du PNC. Les plus petites classes de diamètre (DC1 et DC2) et de hauteur (HC1 et HC2) ne montraient pas de différence significative entre la forêt et la savane (Figure 2). C'est uniquement pour les classes de grandes dimensions (DC3 et HC3) que des résultats significatifs ont été enregistrés avec l'ANOVA : $p = 0,001$ (DC3) et $p = 0,004$ (HC3). La structure de la végétation a différée donc significativement entre la forêt et la savane seulement dans la strate de plus de 8 m de hauteur et pour des diamètres de plus de 20 cm d.b.h.

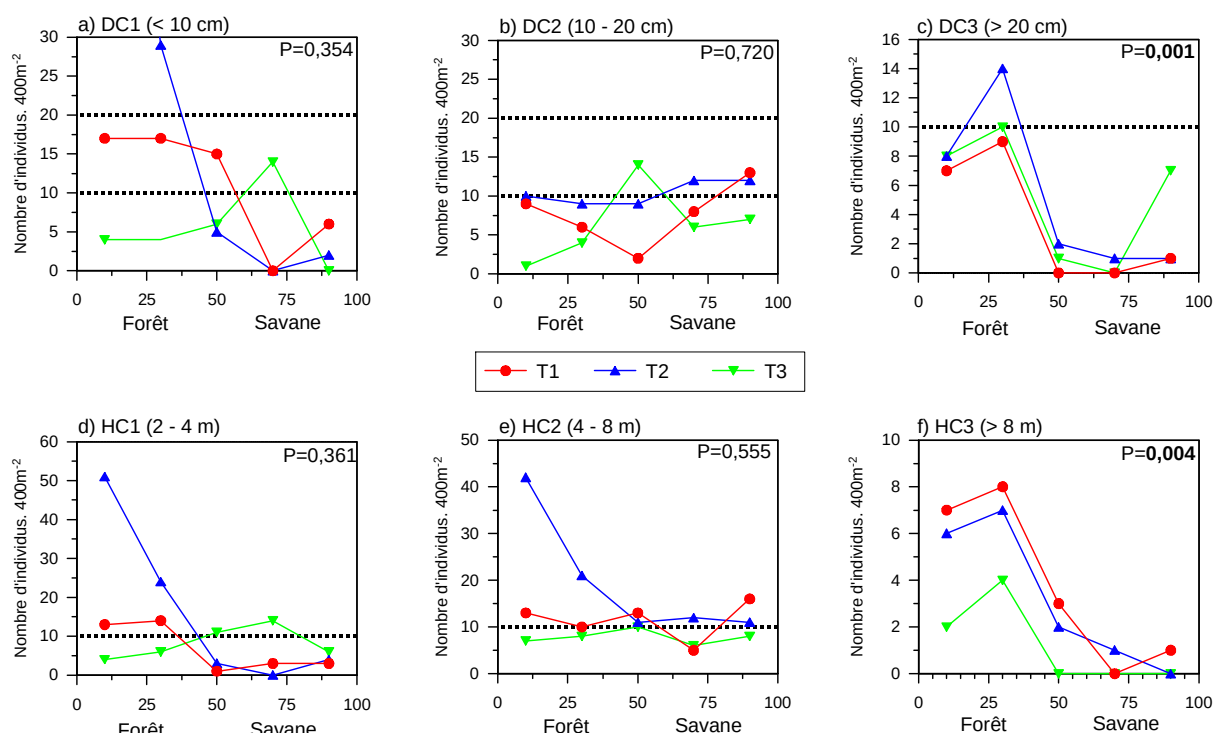


Fig. 2. Distribution des individus dans les classes de diamètre (DC) et de hauteur (HC) le long des transects forêts-savanes (T1-T3) à l'extérieur du Parc National de la Comoé. P = niveau de signification de l'ANOVA.

3.2 DYNAMIQUE DE RÉGÉNÉRATION

3.2.1 DANS LES FORÊTS

Les valeurs les plus élevées de pourcentage de régénération étaient obtenues dans la forêt F1 pour l'espèce *Antiaris toxicaria* (100 p.c.) et dans la forêt F2 pour *Uvaria sofa* Sc. Elliot (Annonaceae) et *Pavetta crassipes* K. Schum. (Rubiaceae) également à 100 p.c. (Table 2). Tandis que *Cola millenii* Schumann (Sterculiaceae), *Carissa edulis*, *Anogeissus leiocarpus* et *Dialium guineense* présentaient un PR < 50 p.c., indiquant que ces espèces sont présentes plus sous forme d'adultes que sous forme de plants. Cette dernière situation était la même pour *Cola cordifolia*, *Dialium guineense* et *Lecaniodiscus cupanioides* Planch. (Sapindaceae) dans la forêt F2. *Clerodendron capitatum* (Willd.) Schum & Thonn. (Verbenaceae) et *Dichrostachys cinerea* (L.) Wight & Arn. (Mimosaceae) enregistraient, quant à eux, les pourcentages respectifs de 100 p.c. et 66,6 p.c dans la F2. Aucun individu de diamètre inférieur à 5 cm d.b.h n'a été enregistré dans la forêt F3.

Tableau 2. Pourcentage de régénération (PR) des espèces présentant des individus de diamètre inférieur à 5 cm d.b.h. dans deux sites de forêt, à l'extérieur du Parc National de la Comoé. Le nombre d'individus est considéré sur 400 m².

Espèces forêt 1	Tous les diamètres	D < 5 cm	PR (%)
<i>Antiaris toxicaria</i>	1	1	100,00
<i>Uvaria sofa</i>	19	15	78,95
<i>Pavetta crassipes</i>	3	2	66,67
<i>Cola millenii</i>	3	1	33,33
<i>Carissa edulis</i>	5	1	20,00
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	6	1	16,67
<i>Dialium guineense</i>	15	1	6,67
<i>Azelia africana</i>	1	0	0,00
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	1	0	0,00
<i>Detarium senegalense</i>	4	0	0,00
<i>Diospyros mespiliformis</i>	1	0	0,00
<i>Gardenia ternifolia</i>	1	0	0,00
<i>Manilkara multinervis</i>	1	0	0,00
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	1	0	0,00
<i>Terminalia schimperi</i>	1	0	0,00
<i>Vitellaria paradoxa</i>	1	0	0,00
Espèces forêt 2			
<i>Clerodendron capitatum</i>	1	1	100,00
<i>Dichrostachys cinerea</i>	3	2	66,67
<i>Clausena anisata</i>	4	2	50,00
<i>Uvaria sofa</i>	67	31	46,27
<i>Carissa edulis</i>	4	1	25,00
<i>Cola cordifolia</i>	5	1	20,00
<i>Uvaria chamae</i>	19	3	15,79
<i>Lecaniodiscus cupanioides</i>	14	2	14,29
<i>Dialium guineense</i>	13	1	7,69
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	5	0	0,00
<i>Antiaris toxicaria</i>	2	0	0,00
<i>Cola millenii</i>	4	0	0,00
<i>Diospyros abyssinica</i>	2	0	0,00
<i>Isoberlinia doka</i>	1	0	0,00
<i>Manilkara multinervis</i>	5	0	0,00

3.2.2 LE LONG DES TRANSECTS

La régénération le long des transects est appréciée dans les classes de diamètre supérieures à 5 cm d.b.h. On note la présence d'espèces sur tout le long du transect, comme c'est le cas de *Anogeissus leiocarpus*, ou uniquement dans les parcelles en forêt comme *Crossopteryx febrifuga*, *Ficus sur* Forssk. (Moraceae), *Gardenia ternifolia*, *Terminalia schimperi* Hochst. (Combretaceae) et *Vitellaria paradoxa* C. F. Gaertner (Sapotaceae). Pour les classes de diamètre inférieur à 5 cm d.b.h. aucun individu de forêt et de savane n'est rencontré dans les parcelles de relevés, au-delà de la limite écologique (bordure forêt-savane). La régénération ne montre donc pas une quelconque dynamique de la forêt vers la savane ou de la savane vers la forêt à l'extérieur du parc.

3.2.3 DANS LES PLANTATIONS D'ANACARDIER

A la 1^{ère} année de plantation, après la récolte de l'igname, les graines d'anacardiers introduites dans les buttes d'igname germent mais n'atteignent pas 1,5 m de hauteur. Dans la strate de plus 1,5 m de hauteur, les espèces naturelles telles que

Annona senegalensis se rencontraient avec des diamètres compris entre 5 et 10 cm d.b.h., qui n'ont pas été éliminés lors du défrichage ou qui ont régénéré à partir des souches restées dans le sol (**Figure 3**). Au cours de la 2^{ème} année, les individus d'anacardier occupaient toutes les classes de diamètre de plus de 1 cm d.b.h. avec une forte densité dans la classe de 5 à 10 cm d.b.h. l'anacardier est associé à plusieurs autres espèces telles que des jeunes individus de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. (Bombacaceae), *Hymenocardia acida* Tul. (Euphorbiaceae) et *Sarcocephalus latifolius* (Smith) Bruce (Rubiaceae). *Pseudocedrela kotschy* (Schweinf.) Harms (Meliaceae) et *Crossopteryx febrifuga* qui étaient présents dans la classe de diamètre de plus de 10 cm d.b.h. et qui ont été épargnés lors des premières coupes. Les plants d'anacardiers dominaient la classe de 1 à 5 cm d.b.h. avec plus de 300 individus / ha en moyenne dans la 3^{ème} année. Le développement de l'anacardier dans cette classe s'est fait aux dépens des autres individus dont la densité, dans cette même classe est réduite. On notait, également dans cette 3^{ème} année, la présence de plantules d'anacardier de moins de 1 cm d.b.h. représentant une nouvelle vague de germination provenant des graines distribuées à la suite de la consommation des fruits par les hommes ou par les animaux sur place. La 4^{ème} année était marquée par le retour à l'abondance des espèces naturelles dans la classe de 1 à 5 cm d.b.h. Dans cette 4^{ème} année il est encore possible de noter la présence d'individus d'espèces de diamètre compris entre 5 et 10 cm d.b.h.

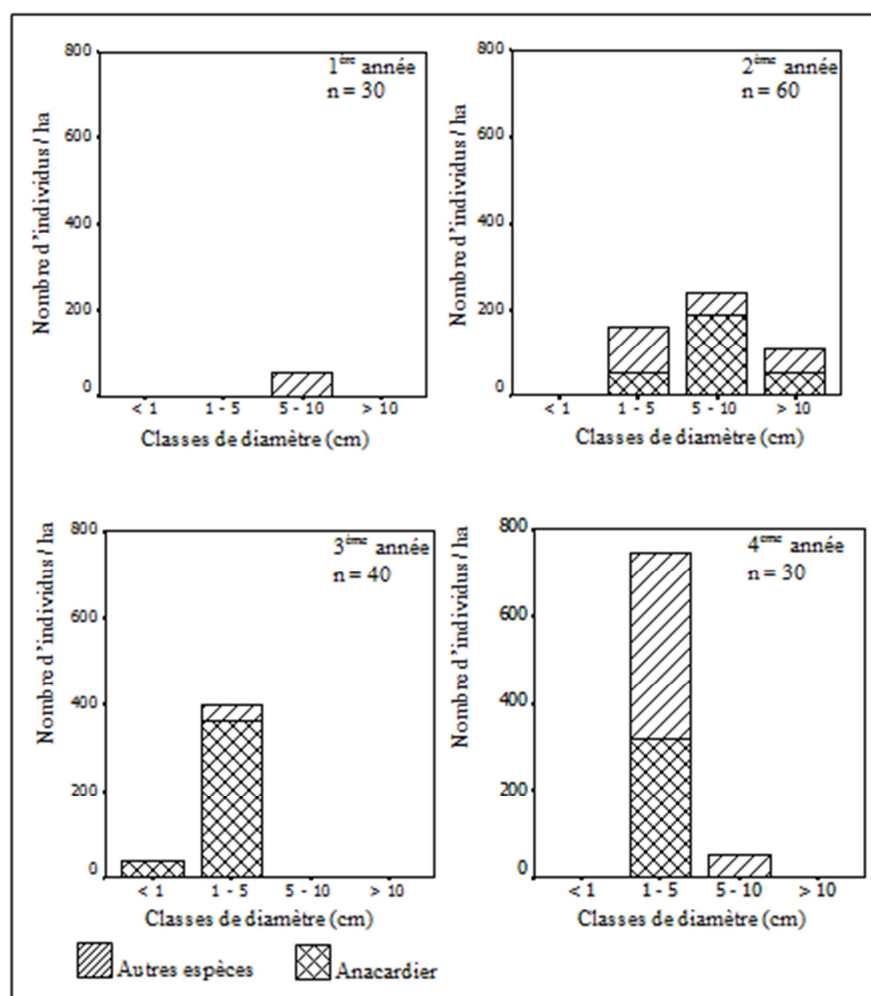


Fig. 3. Densité moyenne des individus de hauteur supérieure à 1,5 m dans les classes de diamètres durant les quatre premières années de plantation dans la région du Parc National de la Comoé. n : nombre de parcelles de relevés.

4 DISCUSSION

4.1 FLORE ET STRUCTURE

Les types de formations dans la région du PNC sont principalement les forêts galeries à *Cynometra megalophylla* Harms (Caesalpiniaceae), les îlots forestiers à *Cola cordifolia* et/ou *Anogeissus leicarpus*, forêts claires à *Erythrophloeum guineense*,

forêts claires à *Tapura fischeri* Engl. (Dichapetalaceae) et/ou *Anogeissus leiocarpus* et différents types de savanes [1], [7] qui disparaissent actuellement sous la pression agricole. Même si la surface de l'ensemble des formations naturelles est relativement considérable par rapport aux aires utilisées, on note une distribution plus éparse de ces aires agricoles. Cette situation présage d'une possible évolution au détriment des formations naturelles en cas d'intensification de l'activité agricole. Au niveau de la flore, la région du PNC est dominée par des familles d'espèces habituellement dominantes dans plusieurs régions du pays [11]. Par contre, Cette flore est composée de 50 % d'espèce qui n'ont pas d'affinité prononcée pour une zone phytogéographique particulière. Ceci confirme le caractère transitionnel de cette région malgré l'influence de l'agriculture.

Concernant la structure des forêts, la densité faible d'individus dans les strates basses (0-2m) et moyennes (2- 4m) des forêts rend compte du fait que pendant la saison sèche, le feu pénètre dans les étages inférieurs des forêts. Il s'agit de feux tardifs devenus récemment fréquents dans cette zone. En effet, les feux tardifs sont reconnus comme destructeurs potentiels d'une grande partie des individus dans les zones plus sèches [12]. Ce sont les plus jeunes individus qui sont donc éliminés lors du passage du feu. Les différences structurales entre la forêt et la savane sont essentiellement influencées par les individus de grandes tailles tels que *Anogeissus leiocarpus*, *Cola millenii*, *Cola cordifolia*, *Dialium guineense* et *Isobrerlinia doka*.

4.2 DYNAMIQUE DE RÉGÉNÉRATION

La régénération des espèces principales des forêts est compromise à cause d'un nombre faible de plants ou même quelquefois, d'une absence totale de juvéniles dans le sous-bois forestier. Considérant la régénération à la bordure forêt-savane, aucun chevauchement entre la forêt et la savane n'est observé en ce qui concerne la distribution des plants des espèces. Aussi, le fait qu'aucun plant d'espèces savanicoles n'ait été enregistré dans la forêt malgré une présence notable d'adultes d'espèces savanicoles à cet endroit, est remarquable. La présence d'individus adultes d'espèces savanicoles telles que *Crossopteryx febrifuga*, *Ficus sur*, *Gardenia ternifolia*, *Isobrerlinia doka*, *Terminalia schimperii*, *Vitellaria paradoxa* et *Dicrostachys cinerea* à l'intérieur de la forêt, laisse supposer qu'il y a une progression de la forêt sur la savane. En ce qui concerne la région du PNC, ce processus serait initié à l'intérieur du parc, par *Anogeissus leiocarpus* [13], tandis qu'à l'extérieur du parc, bien que cette espèce soit présente tout le long des transects étudiés, sous forme d'individus adultes, aucun individu juvénile n'a été signalé dans nos relevés en savane. Cette espèce présente pourtant une forte capacité de régénération dans le sous-bois [14], [13] mais son développement est conditionné par les feux. A l'intérieur du parc, l'absence de feu et la relative humidité des savanes [7] favorisent la colonisation forestière.

La culture de l'anacardier conduit à la réduction des espèces forestières surtout à cause du nettoyage régulier des plantations et le maintien quelque fois exclusif des pieds d'anacardiers. Cependant un fort potentiel de régénération des espèces naturelles dans les premières années de plantation est à noter. Ce sont soit des espèces épargnées, soient des espèces régénérées à l'aide de souches ou graines. Pour les arbres de gros diamètre, la protection traditionnelle porte sur quelques espèces conservés et protégés quelquefois par les populations locales comme *Isobrerlinia doka*, *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss. (Meliaceae) et *Daniellia oliveri* qui présentent de gros diamètres [7]. Les plus gros diamètres des individus protégés ont été rencontrés dans la 1^{ère} et 2^{ème} année de plantation. Le nettoyage intervenant à la 3^{ème} année entraîne l'élimination de tous les individus de plus de 5 cm d.b.h. Les autres espèces ont été représentées uniquement dans la classe de 1 - 5 cm d.b.h. par *Terminalia avicennioides*. *Anogeissus leiocarpus* et *Sarcocephalus latifolius* sont présents dans la classe de 1 à 5 cm d.b.h. brusquement à grand nombre, alors que *Bridelia ferruginea* Benth. (Euphorbiaceae) atteint plus de 5 cm d.b.h. Cette espèce est moins exigeante au niveau nutritionnel et peut se développer sur des sols secs et pauvres. L'analyse univariée de la distribution de la variation des paramètres floristiques et structuraux, qui ont montrés que l'âge de la plantation a un effet significatif sur le nombre des individus des espèces autres que l'anacardier [15]. La couverture de la végétation étant faible, de même que les conditions d'humidité, ce sont les espèces savanicoles qui réussissent à s'établir, principalement, par le développement des rejets ou par le bénéfice de protection lors du défrichement. Cette régénération conduit donc à une savanisation du milieu. L'influence humaine a souvent été considérée comme un facteur de savanisation. Plusieurs auteurs ont produit l'évidence d'une expansion de la savane due à une intensification de l'utilisation des terres dans la mosaïque forêt-savane au Centre et au Nord-Est de la Côte d'Ivoire et sous des conditions similaires au Bénin [16], [17], [18], [19], [20].

5 CONCLUSIONS

La pression humaine est bien connue pour conduire à une réduction drastique de la couverture végétale et a provoqué la perturbation des végétations naturelles. La région du Parc National de la Comoé demeure l'une des régions les moins

étudiée. Elle est cependant l'objet de grande attention quant à sa production en noix de cajou pour les revenus agricoles. La cartographie de la distribution des surfaces de recouvrement des types de végétation dans les alentours du PNC témoigne d'une activité agricole qui à l'échelle spatiale se fait au détriment de formations forestières existantes. La culture de l'anacardier a profondément modifié les caractéristiques floristiques et structurales de la végétation de la région du PNC. Aussi, c'est dans les jeunes années de plantation que l'on peut observer encore une diversité floristique prenant en compte la végétation originale (rejets, graines). La culture de l'anacarde devra se faire de façon durable afin d'éviter non seulement la perte de la forêt mais également les intrusions probables dans l'aire protégée. Les paysans devraient être encouragés à appliquer un système d'agroforesterie intégrant plus d'espèces forestières qui permettront d'abord d'assurer un meilleur respect de l'environnement et faciliter la restauration de la végétation des milieux utilisés. Enfin, le contrôle des feux utilisés pour l'installation des plantations mais ordinairement criminels dans la région devraient être maîtrisés. Leur impact sur la végétation dans le contexte du changement climatique peut entraîner plus de conséquences négatives.

La croissance de la population et la disponibilité restreinte des terres agricoles ne permettent pas de parer à la disparition des ressources forestières et les intrusions probables dans l'aire protégée sont à prévoir. Les résultats obtenus dans ce travail servent de référence pour l'application de mesures d'aménagement dans aires cultivées aux alentours des parcs et réserves de l'Afrique de l'Ouest.

REMERCIEMENTS

Ces travaux ont été possibles grâce au soutien financier du projet BIOTA Africa du Ministère Fédéral Allemand pour l'Education et la Recherche (BMBF, ID du projet : 01LC061711). Les auteurs témoignent leur profonde gratitude aux chefs des villages de Kakpin, Zamou et Banvayo pour avoir permis l'accès aux sites d'études.

REFERENCES

- [1] P. Poilecot, K. Bonfou, H. Dosso, F. Lauginie, K. N'Dri, M. Nicole and Y. Sangaré. *Un écosystème de savane soudanienne : le Parc National de la Comoé (Côte d'Ivoire)*. UNESCO, 1991.
- [2] T. Hovestadt, P. Yao, and K. E. Linsenmair, Seed dispersal mechanisms and the vegetation of forest islands in a West African forest-savanna mosaic (Comoé National Park, Ivory Coast). *Plant Ecology*, vol. 144, pp. 1-25. 1999.
- [3] K. Hennenberg, *Vegetation ecology of forest-savanna ecotones in the Comoé National Park (Ivory Coast): border and ecotone detection, core area analysis, and ecotone dynamics*. Dissertation, Universität Rostock. 110 p. 2006.
- [4] D. Goetze, B. Hörsch and S. Porembski, "Dynamics of forest-savanna mosaics in north-eastern of Ivory Coast from 1954 to 2002". *Journal of Biogeography*, vol. 33, pp. 653-664. 2006.
- [5] Eldin, M. *Le climat*. In : Le Milieu Naturel de Côte d'Ivoire. ORSTOM, Paris. pp. 73-108, 1971.
- [6] F. Fischer, M. Gross and K. E. Linsenmair, "Updated list of the larger mammals of the Comoé National Park, Ivory Coast". *Mammalia*, vol. 66 pp. 83-92. 2002
- [7] A. Koulibaly, D. Goetze, D. Traoré and S. Porembski, "Protected versus exploited savannas: characteristics of the Sudanian vegetation in Ivory Coast". *Candollea*, vol. 61, pp. 425-452. 2006.
- [8] Ojo, O. *The climates of West Africa*, Heinemann. London. 218p. 1977.
- [9] Wiese, B. Elfenbeinküste : Erfolge und Probleme eines Entwicklungslandes in den westafrikanischen Tropen. In Wissenschaftliche. Länderkunden. *Storkebaum, W.* vol. 29 pp. 1-303. 1988.
- [10] M. El Imrani, C. Darraz, N. Akalai, R. Hlila, and A. El Ouazani, "Vertical accuracy assessment of Open source Digital Elevation Model (a case study from northern Morocco)" *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol. 15, No. 3, pp. 618-628, 2016.
- [11] Koulibaly, A., Caractéristiques de la végétation et dynamique de la régénération sous l'influence de l'utilisation des terres, dans des mosaïques forêts-savanes, des régions du Parc National de la Comoé et de la Réserve de Lamto. Thèse de Doctorat. 2008. 150p.
- [12] P. Laris and D. A. Wardell, "Good, bad or 'necessary evil'? Reinterpreting the colonial burning experiments in the savanna landscapes of West Africa". *Geographical Journal*, vol. 172, pp. 271-290. 2006.
- [13] K. J. Hennenberg, D. Goetze, V. Minden, D. Traore and S. Porembski, "Size-class distribution of *Anogeissus leiocarpus* (Combretaceae) along forest-savanna ecotones in northern Ivory Coast" *Journal of Tropical Ecology*, vol 21 pp. 273-281. 2005.
- [14] K. Neumann and P. Müller-Haude, "Forêts sèches au sud-ouest du Burkina Faso : végétation - sols - action de l'homme". *Phytocoenologia*, vol. 29, pp. 53-85. 1999.

- [15] Koulibaly A., Goetze D., Porembski S., Traoré D. and Aké Assi L., *Vegetation characteristics and changes under cash crop cultivation in forest-savanna mosaics in Côte d'Ivoire*. In: X. van der Burgt, J. van der Maesen & J.-M. Onana (eds), *Systematics and Conservation of African Plants*, Royal Botanic Gardens, Kew. pp. 805–814. 2010.
- [16] A. Aubréville, "Les brousses secondaires en Afrique équatoriale". *Bois et Forêts des Tropiques*, vol. 2, pp. 24–49. 1947
- [17] E. Adjanohoun, *Végétation des savanes et rochers découverts en Côte-d'Ivoire*, In Mémoires O.R.S.T.O.M. 178 p. + annexes. 1964.
- [18] J. L. Guillaumet and E. Adjanohoun, *La végétation de la Côte d'Ivoire*. In : *Le Milieu Naturel de la Côte d'Ivoire*. ORSTOM, Paris. pp. 161-262. 1971.
- [19] G. Paradis and P. Houngron, "La végétation de l'aire classée de la Lama dans la forêt-savane du Sud-Benin (ex Sud-Dahomey)", *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle*, Issue 503, vol. 34, pp. 169–197. 1977
- [20] O. Hoffmann, *Recherches sur les transformations du milieu végétal dans le nord-est ivoirien : les pâturages en pays Lobis*. Thèse de 3^{ème} cycle, Géographie, Université de Bordeaux III, 299 p. + annexes. 1983.

أسرار الحركة الدائرية

[The Secrets of The Circular Motion]

الشيخ الزين آدم أحمد

بكلوريوس في الفيزياء التطبيقية والإلكترونيات وعلم الأجهزة
جامعة الجزيرة – السودان

Al Sheikh Al Zein Adam Ahmed

Faculty of Engineering,
Department of – APEI,
University of Jazeera, Sudan

دراسة نظرية تحليلية في وصف الحركة الدائرية بصورة تبين أسرار هذه الحركة التي تحمل مجموعة من قوانين النظام الكوني

Copyright © 2016 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 physics, the circular motion is described by more than one method, any of them can be used to drive the same equations that govern the behavior of the body in its circular path. Due to these equations, satellites are placed in their orbits, the curvilinear paths are designed with more security such that, cars or trains continue in motion with their high velocities. In the other hand, all these methods failed to describe how the motion of the body is controlled. In addition, they also failed to give reasons why some quantities disappear as if, they are destroyed or balanced. In this research we show that, to describe any motion, the accuracy of the description will be close to the exact one if we use most of the physical quantities that affect the body to control it path. A cording to this method we use the moving body's forces , the side reactions of the body, the centripetal force and the body's momentum to describe the circular motion . As a result we see that, our method can answer most of the questions that the other methods failed to give, and corrects all the mistakes that are considered as scientific evident in the other methods.

KEYWORDS: accuracy, additional elements of motion, corrections, scientific evident.

ملخص: في الفيزياء استخدمت في وصف الحركة الدائرية مجموعة من الطرق أي منها تصلح لصياغة المعادلات التي تحكم حركة الجسم في المسار الدائري. هذه المعادلات أو معادلات الحركة الدائرية منحت الإنسان القدرة علي وضع الأقمار الصناعية في مداراتها الدائرية وتصميم الطرق ذات المنحنيات بصورة تسمح للسيارات والقطارات الاستمرار في الانتقال بنفس سرعاتها العالية . بالرغم من ذلك فشلت جميع هذه الطرق في إعطاء وصف دقيق للإجراءات التي تحدث أثناء الحركة سواء في اتجاه المسار الدائري أو في اتجاه مركز المسار بالإضافة إلي الفشل في تفسير لماذا تختفي بعض الكميات الفيزيائية أثناء الحركة وهل الاختفاء بمعنى الفناء أم التحول . في هذا البحث نوضح أن وصف أي حركة انتقالية يقترب من الدقة كلما اقترب عدد الكميات الفيزيائية المستخدمة في الوصف من العدد الفعلي للكميات المؤثرة في الجسم للتحكم في مسار انتقاله سواء كانت كميات خارجية أو مشتقة أو مستحدثة أثناء انتقال الجسم . لذلك نجد أن إضافة ردود فعل الجسم الجانبية وقوي الجسم المتحرك إلي عناصر الحركة الانتقالية ودخولها في وصف الحركة الدائرية تعطي الوصف القدرة علي تفسير ما يحدث أثناء الحركة بدقة عالية جدا والإجابة علي جميع الأسئلة التي تتبادر إلي الذهن سواء المتعلقة بالإجراءات التي تحدث أثناء الحركة أو الكميات المؤثرة في الجسم وكيفية عملها . كما نجد أن أسلوب وصف الحركة الدائرية باستخدام معظم الكميات الفيزيائية المؤثرة في الجسم تصحح جميع الأخطاء التي تمت الإشارة إليها سابقا كحقائق علمية.

كلمات دلالية: الحركة الدائرية ، ردود فعل الجسم الجانبية ، الكميات الفيزيائية المؤثرة.

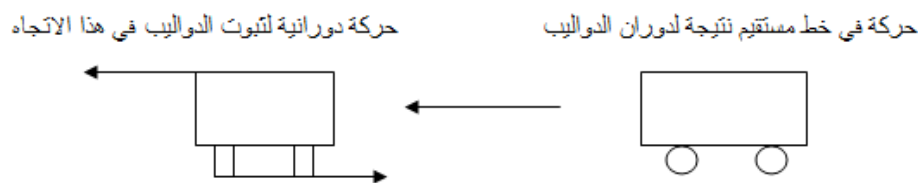
1 مقدمة

ردود فعل الجسم الجانبية [1] وقوي الجسم المتحرك [2] كميات فيزيائية يمكن قياسها عمليا أثناء الحركة . أي لا بد من إضافتها إلى عناصر الحركة الانتقالية وأخذ أدوارهما بعين الاعتبار عند وصف أي حركة انتقالية .

يمكن حصر أدوار ردود الفعل الجانبية وقوي الجسم المتحرك في الحركة الانتقالية بغض النظر عن نوع الحركة في النقاط التالية :

1 / تعمل ردود فعل الجسم الجانبية على شد جسيمات الجسم في جميع الاتجاهات الخارجة من مركز ثقل الجسم لذلك لا تسمح للجسيمات بالانتقال إلا في الاتجاهات الموازية لخط عمل كمية الحركة الخطية للجسم .

نستنتج من ذلك أن الأصل في الحركة الانتقالية هي الحركة في خط مستقيم سواء كان الجسم تحت تأثير كمية حركة خطية منفردة أو تحت تأثير عدة كميات حركة خطية . وبما أن ردود الفعل الجانبية تستحدث بمعدل تحافظ على استمرار أثرها في الجسيمات (الاستحداث المستمر) لا يؤثر وضع الجسيمات في اتجاهات عمل ردود الفعل مقارنة بخط عمل كمية الحركة الخطية للجسم . أي أن دوران الجسم أثناء الانتقال لا يغير من اتجاه خط عمل كمية الحركة الخطية للجسم أو بمعنى أن اتجاه خط عمل كمية الحركة الخطية لا يدور بغض النظر عن ثبوت أو دوران الجسم أثناء الانتقال . تفسر هذه النقطة لماذا تتدحرج السيارة بسرعة عندما تدور لتأخذ الاتجاه العمودي على مسارها الأول ويرجع السبب في ذلك إلى بقاء اتجاه عمل كمية الحركة الخطية في نفس اتجاهه الأول لذلك تدفع كمية الحركة الخطية السيارة في هذا الاتجاه بينما تمثل الدواليب في هذا الوضع أجزاء ثابتة من السيارة لتساهم المقاومة بينها وبين سطح الحركة في أحداث عزم ازدواج مع كمية الحركة الخطية تحول حركة السيارة إلى دورانية كما هو موضح في الشكل (1) .



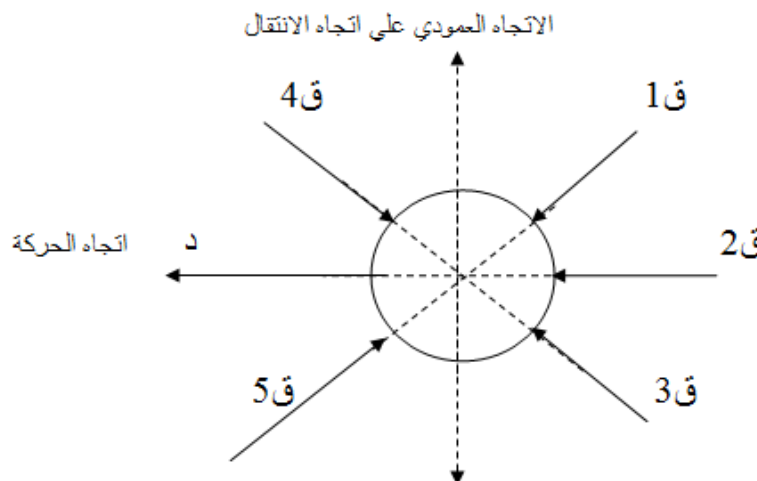
الشكل (1)

في هذه الحالة لا بد من تفسير كيفية تغير اتجاه كمية الحركة الخطية ليأخذ الاتجاه المماسي في الحركة الدائرية [3] بصورة تشعب دورانها عند أي نقطة على المسار .

2 / قوي الجسم المتحرك والتي تظهر كأثر للتداخل بين ردود فعل الجسم الجانبية وقوي الربط بين جسيمات الجسم تعمل في جميع الاتجاهات الخارجة من مركز ثقل الجسم لتمنح الجسم مرونة إضافية تكسبه القدرة على مقاومة المؤثرات الجانبية إلى حد ما بحيث يقاس مقدار مقاومة الجسم بقوة الجسم المتحرك عندما يكون خط عمل المؤثر الخارجي في اتجاه معين .

مدلول الاتجاه المعين أن مقاومة الجسم المتحرك للمؤثرات الخارجية تعتمد على كيفية التأثير . وفق سلوك النظم الحركية نحصل على حالتين فقط تبين كيفية مقاومة الجسم للمؤثرات الخارجية :

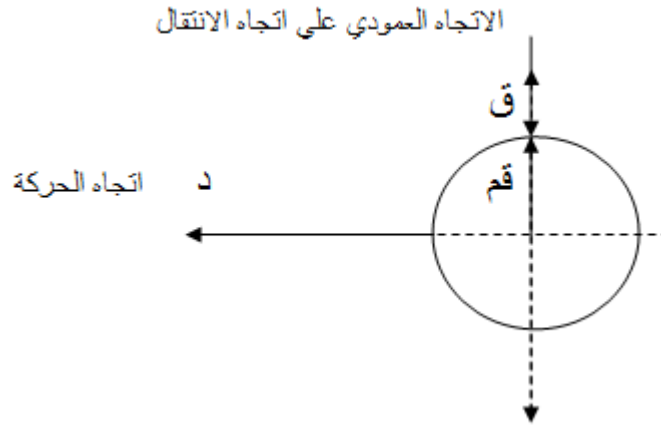
الحالة الأولى : عندما يكون اتجاه المؤثر الخارجي غير عمودي على اتجاه الانتقال يستجيب الجسم المتحرك إلى المؤثر بغض النظر عن مقداره . يوضح هذه الحالة الشكل (2) .



الشكل (2)

في الشكل (2) يستجيب الجسم المتحرك إلى جميع القوى المؤثرة بغض النظر عن مقاديرها . أي لا تمنح قوي الجسم المتحرك الجسم أي مقاومة في هذه الاتجاهات لتزداد كمية حركته أو تنقص حتى تحت تأثير دفع أو مقاومة الهواء .

الحالة الثانية : عندما يكون اتجاه المؤثر الخارجي عمودي على اتجاه حركة الجسم يستجيب الجسم فقط إلى المؤثر إذا كان مقداره أكبر من أو مساو لقوة الجسم المتحرك كدالة على أن مقاومة الجسم تعمل في هذا الاتجاه فقط . يوضح ذلك الشكل (3) .



الشكل (3)

نستنتج من ذلك أن مقدار قوة الجذب المركزية المطلوبة في أي حركة دائرية لا يمكن أن يقل عن مقدار قوة الجسم المتحرك . أي تفسر هذه النقطة العلاقة الرياضية أو معادلة الحركة الدائرية التي تجمع بين قوة الجذب المركزية وكمية الحركة الخطية للجسم في الاتجاه المماسي للمسار الدائري .

غياب عناصر الحركة الانتقالية التي تمثلها ردود فعل الجسم الجانبية وقوي الجسم المتحرك قلل من دقة جميع الطرق الفيزيائية المستخدمة في وصف الحركة الدائرية بالرغم من نجاح هذه الطرق في صياغة القوانين والمعادلات التي تحكم مسار الانتقال . والشاهد على ذلك وضع الأقمار الصناعية في مداراتها حول الأرض والحد من خطورة الحركة الدائرية بسرعة عالية وتصميم أجهزة الطرد المركزية .

في هذه الحالة لا بد من إعادة وصف جميع أنواع الحركة الانتقالية بإضافة أدوار ردود فعل الجسم الجانبية وقوي الجسم المتحرك بصورة قد تصيف مخرجات التحليل الدقيق للحركة الانتقالية تطبيقات عملية جديدة تكون مفيدة بصورة لا يمكن تخيلها .

و بما أن الحركة الدائرية والدورانية تمثلان السمة المشتركة بين النظم الحركية الكونية قد نجد في تحليلهما بصورة دقيقة مجموعة من أسرار النظام الكوني .

2 متطلبات الوصف الدقيق للحركة الدائرية

نسبة الدقة في أي طريقة من طرق وصف الحركة الدائرية في الفيزياء يمكن قياسها بقدر الوصف على تفسير مجموعة من الإجراءات والحقائق المتعلقة بالحركة الدائرية والمستنتجة من سلوك النظم الحركية نجلها في :

1 / كيف تأخذ كمية الحركة الخطية في المسار الدائري الاتجاه المماسي عند أي نقطة على المسار كأنها تدور بصورة تتوافق مع دوران الجسم بينما في الأصل لا يدور خط عمل كمية الحركة الخطية مطلقاً .

2 / كيف يتم التخلص من كمية الحركة الخطية المركزية المكتسبة من قوة الجذب المركزية بحيث لا يظهر أثرها عند أي نقطة على المسار . لذلك نجد في حالة حذف أثر قوة الجذب المركزية يتبع الجسم الاتجاه المماسي للمسار الدائري بصورة تبين أن قوة الجذب المركزية لم تبدل شغلا في الأصل . هذه الحقيقة قادة مجموعة من العلماء إلى الاعتقاد بأن قوة الجذب المركزية قوة محافظة لا تبدل شغلا في الجسم .

3 / هل الكميات الفيزيائية التي استخدمت في وصف الحركة الدائرية تمثل جميع الكميات المؤثرة في الجسم لرسم مسار الانتقال أم هنالك كميات أخرى لم تستخدم في الوصف . وفي حالة وجودها فإنها لا تمثل كميات خارجية لذلك هل هي كميات مشتقة أم مستحدثة .

3 إخفاقات الطرق الفيزيائية السابقة في وصف الحركة الدائرية

في علم الرياضيات توصف الحركة الدائرية بأنها : حركة نقطة مادية في مستوي واحد بحيث تكون دائما على بعد ثابت من نقطة ثابتة .

يسمى البعد الثابت نصف قطر المسار الدائري بينما تسمى النقطة الثابتة مركز المسار الدائري . نجاح هذا الوصف يرجع إلى وصف الشكل الهندسي لمسار الانتقال فقط باستخدام كميات فيزيائية لا تؤثر في الجسم . لكن بالمقارنة نجد أن الوصف الفيزيائي لأي حركة انتقالية يعتمد على جميع أو معظم الكميات التي تؤثر في الجسم وتتحكم في حركته وضبط مسار انتقاله . لذلك نستنتج بسهولة الأسباب التي تقف وراء فقدان طرق الوصف السابقة للدقة المطلوبة في وصف الحركة الدائرية .

يمكن تحديد أسباب الإخفاقات في هذه الطرق في النقاط التالية :

1 / محاولة صياغة تعريف بسيط مثل التعريف الرياضي للحركة الدائرية يجمع بين أدوار الكميات الفيزيائية المؤثرة في الجسم مع العلم بأن تعدد الكميات المؤثرة تحول دون ذلك .

2 / محاولة الجمع بين أدوار بعض الكميات قادة إلى وضع افتراضات لا تحمل أي حقائق علمية مثل افتراض أن المسار الدائري هي نقاط التعادل بين قوة الطرد المركزية وقوة الجذب المركزية وبالتالي الإشارة إلى أن قوة الطرد المركزية مساوية مقدارا لقوة الجذب المركزية .

3 / التعامل مع القوة التي تسمى قوة الطرد المركزية بالتحليل الافتراضي بدون تحديد لهايتها وبالتالي يعتبر دورها افتراضي قد لا يطابق الواقع .

4 / محاولة وصف الحركة وتفسيرها من العلاقات الرياضية التي تجمع بين بعض الكميات الفيزيائية المؤثرة في الجسم .

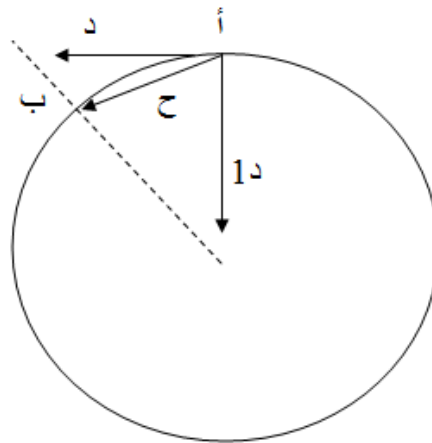
نستنتج من هذه النقاط أن وصف الحركة الدائرية لابد من أن يتم في بنود تفسر جميع الإجراءات التي تتم أثناء الحركة وتشير إلى جميع الكميات الفيزيائية المؤثرة في الجسم ودور أي كمية مؤثرة وكيفية تداخل جميع الكميات للتحكم في مسار الانتقال .

4 الحركة الدائرية المثالية

الحركة الدائرية المثالية هي الحركة التي تتم تحت تأثير كمية حركة خطية ثابتة تدفع الجسم في الاتجاه المماسي لمسار الانتقال عند أي نقطة على المسار ومؤثر خارجي واحد تمثله قوة الجذب المركزية . الحركة الدائرية المثالية هي السمة المشتركة بين جميع النظم الحركية الكونية التي تنتقل في مدارات محددة حول مراكز توفر قوة الجذب المركزية المطلوبة . في هذه الحالة تعتبر الوصف العام للحركة الدائرية هو الوصف المخصص للحركة الدائرية المثالية لذلك يصلح النظام الحركي البسيط الذي تمثله حركة كرة تربط في طرف خيط مع مسك الطرف الآخر من الخيط باليد لتحديد الإجراءات التي تحدث أثناء الحركة الدائرية والكميات الفيزيائية المؤثرة في الجسم ودور كل كمية وكيفية تداخلها للتحكم في حركة الجسم .

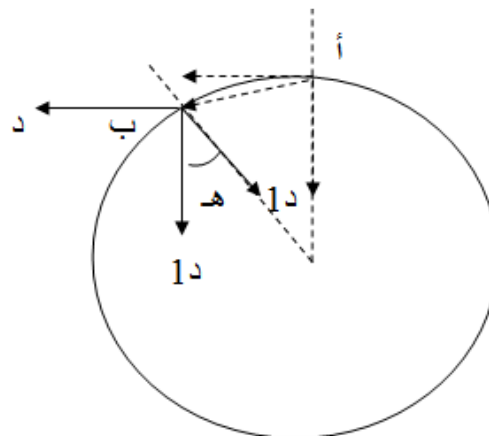
من حركة الكرة التي يمكن تمثيلها بنقطة مادية لتسهيل الوصف ومراقبة العلاقة التي تجمع بين دور كل من اليد والخيط والكرة مع تجاهل مقاومة الهواء وقوة جذب الأرض يمكن تلخيص وصف الحركة الدائرية المثالية في النقاط التالية مع استخدام مسمي الجسم بدلا عن الكرة :

1 / عند النقطة أ وهي أي نقطة يكون عندها خط عمل قوة الجذب المركزية عموديا على خط عمل كمية الحركة الخطية للجسم د لا تستطيع قوة الجسم المتحرك حذف تأثير قوة الجذب المركزية إذا كانت مناسبة (أكبر من أو مساوية لقوة الجسم المتحرك) لتمنح الجسم كمية حركة خطية د في اتجاه مركز المسار الدائري . في هذه الحالة يتبع الجسم المسار الذي يمثل خط عمل محصلة كميتي الحركة الخطية ح حتي يصل إلى النقطة ب . النقطة ب تمثل النقطة التي تلي النقطة أ مباشرة ويمر بها خط عمل قوة الجذب المركزية بحيث لا يمر أي خط عمل لقوة الجذب المركزية بين النقطتين . الشكل (4) يوضح اتجاهات كميات الحركة الخطية ومسار انتقال الجسم بين النقطتين .

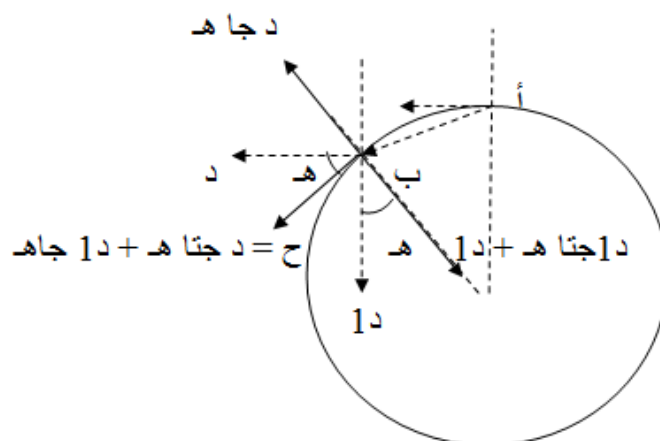


الشكل (4)

2 / عند النقطة ب تمنح قوة الجذب المركزية الجسم كمية حركة خطية إضافية في اتجاه مركز المسار الدائري مع بقاء كمية الحركة الخطية المكتسبة عند النقطة أ في نفس اتجاه عملها لتحصران بينهما الزاوية هـ بينما تبقى كمية الحركة الخطية د في نفس اتجاه عملها عند النقطة أ . يوضح ذلك الشكل (5) .



الشكل (5)



3/ ما يحدث بين النقطتين يتوافق مع الحركة الدائري في حالة أن محصلة كميات الحركة الخطية في الاتجاه المماسي عند النقطة ب مساوية لكمية الحركة الخطية د بغض النظر عن المسافة بين النقطتين وفق المعادلات :

4 $\mathfrak{d} =$

5/ يتكرر ما يحدث عند أى نقطة إلى أن يعود الجسم إلى النقطة أ ليرسم دورة كاملة .

تبين هذه النقطة الخطأ في فرضية أن الجسم يتحرك في المسار الدائري تحت تأثير كمية الحركة الخطية في الاتجاه المماسي . ويرجع السبب في ذلك إلى أن كمية الحركة الخطية في اتجاه المضلع لا يمكن قياسها لصغر طول ضلع المضلع . تبين النقطة أيضا الخطأ في فرضية أن قوة الجذب المركزية قوة محافظة لا تبذل شغلا في الجسم .

7 / تضبط ردود فعل الجسم الجانبية حركة الجسم ليتبع الاتجاه المماسي عند أي نقطة على المسار بينما تحذف قوتي الجسم المتحرك أثر قوة الجذب المركزية في الجسم إذا كان مقدارها أقل من مقدار قوة الجسم المتحرك لذلك يستمر الجسم الانتقال في الاتجاه المماسي للمسار الدائري بصورة تبدو كأن الجسم تعرض لدفع خارج المسار الدائري .

هذه النقطة تبين الخطأ في فرضية تعرض الجسم إلى قوة دافعة له في الاتجاه الخارج من مركز المسار الدائري لتسمي بقوة الطرد المركزية . بمعنى لا توجد قوة أصلاً لتسمي قوة الطرد المركزية بل ترجع حركة الجسم في الاتجاه المماسي مبتعداً عن المسار الدائري إلى قدرة ردود فعل الجسم الجانبية ضبط مسار انتقال الجسم أو منع دوران اتجاه كمية الحركة الخطية الدافعة للجسم في غياب قوة الجذب المركزية .

8 / تلعب قوة الجسم المتحرك دور بوابة انتقاء تحدد صلاحية قوة الجذب المركزية لتحقيق الحركة الدائرية بحيث تحذف أثر أي قوة جذب مركزية مقدارها أقل من مقدار قوة الجسم المتحرك في التأثير في الجسم .

9 / في حالة أن قوة الجذب المركزية أكبر من أو مساوية لقوة الجسم المتحرك يحدد نجاح تحقيق الحركة الدائرية كل من مقدار قوة الجذب المركزية و بعد أول نقطة تأثير لقوة الجذب المركزية عن مركز قوة الجذب المركزية (نصف قطر المسار الدائري) عندما يكون اتجاه خط عملها عمودياً على اتجاه كمية الحركة الخطية المماسية للجسم ومقدار كمية الحركة الخطية المماسية للجسم . أي لابد من وجود علاقة تجمع بين هذه الكميات .

العلاقة التي تجمع بين هذه الكميات يمكن صياغتها بسهولة باستخدام الشغل الذي تبذله قوة الجذب المركزية كقوة ثابتة في اتجاه الحركة الخطية الموازية لأي قطر من أقطار المسار الدائري لنحصل على المعادلة التالية :

$$قج = ك ع / 2 \quad 5$$

تسمي المعادلة - 5 في جميع طرق وصف الحركة الدائرية بمعادلة الحركة الدائرية بحيث يمثل المقدار (ع / 2) التسارع المكتسب في اتجاه مركز المسار الدائري من أثر قوة الجذب المركزية (التسارع المركزي للجسم) . أو :

$$تم = ع / 2 \quad 6$$

10 / عندما لا يدور الجسم حول نفسه أثناء انتقاله في المسار الدائري نجد أن المستوي العمودي على الاتجاه المماسي والذي يضم مركز ثقل الجسم ومركز المسار الدائري يدور عند أي نقطة ليكون عمودياً على الاتجاه المماسي للمسار الدائري .

نستنتج من هذه النقطة أن الحركة الدائرية لجسم تمثل حركة جسيم من جسيمات جسم يدور حول نفسه . أي أن الحركة الدائرية خاصة بينما الحركة الدورانية عامة . في هذه الحالة تعتبر المستوي العمودي على الاتجاه المماسي مستوي وهمي لا يتأثر بدوران الجسم حول نفسه أثناء انتقاله في المسار الدائري .

نستنتج من هذه النقطة أيضاً أن جسيمات الجسم التي تقع في المسارات بعد مسار مركز ثقل الجسم تتحرك في مساراتها بسرعة أكبر من سرعة الجسيمات في المسارات قبل مسار مركز الثقل عندما تنتقل من مركز المسار الدائري في الاتجاه الخارج منه . في هذه الحالة توجد علاقة بين قوة الجذب المركزية وكتلة مادة الجسم تحدث فرق في سرعة الجسيمات حسب مداراتها تحتاج إلى دراسة شاملة يخصص لها مساحة في بحث آخر .

5 المناقشة

دخول ردود فعل الجسم الجانبية وقوي الجسم المتحرك كعناصر من عناصر الحركة الانتقالية ساهمت في وصف الحركة الدائرية بدقة لم تكون في طرق الوصف السابقة .

تظهر الزيادة في دقة وصف الحركة الدائرية باستخدام عناصر الحركة الانتقالية المضافة في :

1 / حذف مسمي قوة الطرد المركزية ودورها في الحركة الدائرية واستبدال ما يحدث بقدرة ردود فعل الجسم الجانبية على ضبط مسار انتقال الجسم في الاتجاه المماسي للمسار الدائري عند أي نقطة على المسار .

2 / إلغاء وصف قوة الجذب المركزية بأنها قوة محافظة .

3 / تحديد كيفية حذف أثر كمية الحركة الخطية المركزية بحيث تستخدم مركبة من مركباتها في معادلة مركبة كمية الحركة الخطية للجسم في الاتجاه المماسي عند نقطة والتي تعمل في الاتجاه الخارج من مركز المسار الدائري ليتحول اتجاه حركة الجسم إلى الاتجاه المماسي عند النقطة التي تلي النقطة الأولى مباشرة بحيث يضم الاتجاه الجديد المركبة الثانية لكمية الحركة الخطية المركزية والمركبة الثانية لكمية الحركة الخطية في الاتجاه المماسي .

4 / الإشارة إلى أن المسار الدائري وفق الأبعاد المجهرية مضلع منتظم يتحرك الجسم فيه تحت تأثير كمية حركة خطية تمثل محصلة كمية الحركة الخطية المماسية وكمية الحركة الخطية المركزية .

6 الخاتمة

دقة تحليل الحركة الدائرية باستخدام ردود فعل الجسم الجانبية وقوي الجسم المتحرك عندما تضاف إلى عناصر الحركة الانتقالية تبين الحاجة الماسة إلى إعادة تحليل جميع أنواع الحركة الانتقالية للاستفادة من مخرجات التحليل الدقيق للحركة الانتقالية التي قد تحمل مجموعة من أسرار النظام الكوني تساهم في تصحيح كثير من المعتقدات الفكرية . بينما تطبيقات هذه المخرجات قد تفيد الإنسانية بصورة أفضل من التطبيقات السابقة .

لذلك يمثل تحليل الحركة الموجية والظواهر المصاحبة للحركة الموجية مواضيع البحوث التالية .

رموز ومصطلحات

الجدول (1) يبين رموز ومصطلحات الكميات الفيزيائية الواردة في البحث ووحدة قياس كل كمية وفق الوحدات العالمية للقياس والعلاقات التي تربط بين بعض الكميات .

الكمية الفيزيائية أو المصطلح	الرمز	وحدة القياس
كمية المادة في الجسم أو كتلة الجسم	ك	كيلوجرام (كجم)
القوة المؤثرة في الجسم	ق	نيوتن
مسافة الحركة	ف	متر (م)
زمن الحركة أو زمن تأثير القوة في الجسم	ز	ثانية (ث)
تسارع الجسم	ت = ق / ك	م / ث ²
تسارع الجاذبية	ج	م / ث ²
السرعة المكتسبة من تأثير القوة	ع = ق ز / ك = ت ز	م / ث
السرعة اللحظية للجسم	ع = ع ₀ + ت ز	م / ث
كمية الحركة الخطية اللحظية	د = ك ع	كجم . م / ث
كمية الحركة الناتجة عن القوة المؤثرة فقط	د = ق ز	كجم . م / ث
ردة الفعل الجانبية	ر	نيوتن أو كجم . م / ث ²
التسارع المركزي	تم = 2ع / نق	م / ث ²
قوة الجذب المركزية المطلوبة في الحركة الدائرية	فج = ك ع ² / 2نق	كجم م / ث ²

REFERENCES

- [1] Al Sheikh Al Zein Adam Ahmed, "The moving body's forces and the theory of motion," *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol. 16, no. 3, pp. 467–473, June 2016.
- [2] Al Sheikh Al Zein Adam Ahmed, "The Side Reactions of a body," *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol. 16, no. 2, pp. 241–246, June 2016.
- [3] https://en.wikipedia.org/wiki/Circular_motion

INVESTIGATION OF THE USE OF GENERATING SETS AS ALTERNATIVE SOURCE OF POWER SUPPLY IN RESIDENTIAL BUILDINGS

A.B. Wahab

Department of Building,
Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria

Copyright © 2016 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: Epileptic power supply by the service provider has been a major bottleneck in the bid of residential building occupants to use their electrical appliances indoor for comfort drive. Thus, this study is aimed at investigating and analysing usage of generating sets by the building occupants in Ibadan Metropolis, Nigeria. Data were collected by administering questionnaires on the respondents. The 59 political wards in the 5 local government areas of Ibadan Metropolis were stratified into core, transition and suburban residential zones. Twenty five (25) per cent of the wards indicating 15 wards were selected across the three zones. By using systematic sampling technique, 2% of the residential buildings totaling 736 buildings were sampled across the zones. The study revealed that the average duration of power supply that was incidental to dependence on generating sets in residential buildings in the core, transition and suburban zone was 4.37, 5.31 and 7.63hrs respectively. Also, 45.82% of the respondents had used their generating sets for 3 years; 93.78% largely depended on petrol engine generators; and 71.43% of the respondents could not use their generating sets to power all their electrical appliances at a moment when compared with the normal voltage of power from the service provider (IBEDC). The study concluded that the type of generating used depended on the socio-economic characteristics of the respondents and recommended that government should ensure sincere deregulation of power sector and seek for more environmentally energy sources.

KEYWORDS: Electricity, Poor Supply, Generating Sets, Types, Brand.

1 INTRODUCTION

Availability of electricity is crucial for commercial activities, technological advancement and comfort drive of building occupants. Erratic power supply is a major challenge in Nigeria as its energy infrastructure has experienced series of ups and downs (Adewoye, 2007; Sambo, 2008; and Subair and Oke, 2008). According to World Bank Report (2001), in two decades' time, Nigeria's population will likely double. With modernization, electricity use has become an essential need for most people in developing countries. Most towns and cities in Nigeria are connected to the national power grid. However, supply from the national grid has become a major problem for about a decade and people have to seek for alternative sources of power supply. In 1999, the power generated in Nigeria was 1,500 MW, and currently about 2,030 MW which is far short of the projected energy demand of 107,600 MW by 2020 with the growth rate of the country at 13% (Sambo *et al.*, 2009; TCN, 2016).

According to World Bank Report (2001), in two decades' time, Nigeria's population will likely double. In the absence of a comprehensive overhaul of energy policy and regulatory framework, more Nigerians, will in the future, be without electricity (Chidiezie and Igwiro, 2008). The unreliability of electricity supply in Nigeria has been a serious challenge to its economic development and environmental sustainability (Oyedepo, 2014). This has forced most Nigerians to look for alternative power supplies (Ibitoye and Adenikinju, 2007). Available statistics show that 60 per cent of Nigeria population lack access to electricity for their needs (Baker Institute Energy Forum, 2008). The shocks from the energy crisis in Nigeria have created some wedges in the national wheel of the effective management of industrial and other socio-economic programmes. Over

167 million people of Nigeria are depending on less than 3,000 to 5,000 MW of electricity with the recurrent multiple and unpredictable power outages. In view of this, there is a paradigm shift of building occupants to dependence on off-grid power supplies which involves the use of generators of different types and capacities. This development has made the country to be running “generator economy” (Ahmad and Abubakar, 2012).

While trying to address problems of electricity supply, building occupants across the globe have been adopting principle of off-grid power supplies, micro generation of power through the use of micro hydro plants, wind power plants, biogas plants, generators and photovoltaic (PV) plants (Harrison, 2008). In Nigeria, many people, companies and institutions supplement the grid system with their own generators. Indeed, those who could afford a generator own one. This is noticed in the use of different types of generators; petrol or diesel powered generators by occupants of different types of buildings and well over 90% of businesses in Nigeria have generators (World Bank, 2005). Studies on generating sets used in buildings in Nigeria such as Komolafe, 2011 and Sonibare *et al.* 2014, and in particular, the study area have not focused on generator audit that involves its types, brand and cost of generators used. In view of the gaps identified, the specific objectives of the study are to identify and examine types of generating sets used in residential buildings in Ibadan Metropolis.

2 THE STUDY AREA

Ibadan is an urban centre located in the humid southwest of Nigeria and is the capital city of Oyo State. It is on major transport routes to Lagos, northern parts of Nigeria and is the largest of the contemporary traditional Yoruba towns. The geographical location of Ibadan falls between coordinates $7^{\circ} 22' 47''$ North of the Equator and $3^{\circ} 53' 0''$ East of the Greenwich Meridian. The total population of Ibadan according to FGN (2009) is 2,559,853 including population of the surrounding towns and villages. The city ranges in elevation from 150 m in the valley area to 275 m above sea level on the major north-south ridge which crosses central part of the city. The city is characterized by a warm rainy season between 100 mm to 200 mm of annual rainfall extending from March to October, and a constantly high temperature of 24°C to 27°C .

The entire area of Ibadan is largely well-drained, though many of its rivers are seasonal. Developed land increased from only 100 ha in 1830 to 12.5 Km^2 in 1931, 30 Km^2 in 1963, 112 Km^2 in 1973, 136 Km^2 in 1981 and 214 Km^2 in 1988 (Mabogunje, 1968). Measured from the General Post Office in the Central Business District, the city has sprawled out of the radius of 12-15 Km along the primary roads. The city's metropolitan region covers about 4200 Km^2 with boundaries varying from 17 Km in south-west to 44 Km in the north-east. Ibadan consists of eleven local government areas, five in the city and six in the suburb. The five local governments that form the city cover about 15% of the total land areas of Ibadan, while the remaining 85% is for the remaining six local governments in the suburb. Ibadan North Local Government has the largest area among the local governments with 145.58 Km^2 while Ibadan North West is the smallest with 31.38 Km^2 (Oyo State Ministry of Local Government and Chieftaincy Matters, 2012).

3 RESEARCH METHODOLOGY

The sample frame for the study was made up of residential buildings that existed in the selected five local governments of Ibadan Metropolis. Multi-stage sampling technique was employed for the study. The first stage involved delineation of residential areas in Ibadan Metropolis into three different zones, core, transition and suburban; based on age and other criteria. The technique of delineating residential areas in Nigeria involves the use of historical and physical attributes. It takes into consideration, period of the emergence of a city or a section of a city, housing characteristics, environmental qualities and population per square kilometer (density) among others (Afon, 2008; Wojuade, 2012; Adigun 2013). The second stage involved the use of stratified random sampling technique by taking 25% sample in each of the residential zones, and thus representing selection of 15 out of the 59 residential/political wards of the study area. According to Singleton *et al.* (1988), stratified random sampling technique could be used when each stratum is homogeneous. Systematic sampling technique was used in the third stage whereby 2 per cent of the total number of buildings in the selected wards was sampled in accordance with Singleton *et al.* (1988) which stated that the greater the heterogeneity of the population, the larger the sample needed to achieve a given level of reliability. Based on the use of 2 per cent of the total number of buildings in the residential zones of the study area, a total number of 736 residential buildings were thus sampled.

The research was conducted by the use of both structured and semi-structured questionnaires administered on the respondents in the residential buildings sampled to collect information on the variables associated with the generators used by the respondents. It was complemented by structured site observations and interview process. Both descriptive and inferential statistics were used in analysing the data collected for this study. Socio-economic issues and rate of power outages incidental to the type, mode and use of generating sets were analyzed by using frequency distribution, Duncan Multiple Range Test and one-sample binomial test.

4 RESULTS AND DISCUSSIONS

Table 1 shows that out of the 736 questionnaires administered on the users of generators in residential buildings, 443 questionnaires were returned and found useful for analysis. This indicated a return rate of 60.19%. According to Babies (2005), a response rate of 40% was adjudged adequate for studies in built environment related researches, and this implies, that the 60.19% return rate ought to be substantial to adequately reinforce findings of the study.

Table 1: Return Rate of the Questionnaires Administered

Users of Generators	Frequency	Percentage (%)
Number unreturned/not properly completed	293	39.81
Number returned and properly completed	443	60.19
Total	736	100.00

PROFILE OF THE RESPONDENTS

Table 2 shows the profile of respondents sampled in residential buildings in the study area. The age distribution of the respondents showed that bulk of respondents in the residential buildings across the zones belonged to the 31-40 age group (37.50%) and was followed by the 41-50 age group (33.80%) while the age group that was greater than 60 years (4.70%) had the least number of respondents. The implication of this is that, the respondents sampled in the study area were active, vibrant and ought to be in possession of fundamental household items like generating sets needed for occupants' comfort drive. It is shown that 55.88% of the users were self-employed, 35.05% were employed and 9.07% were senior citizens who had retired from either private or public service. It was obtained that employed respondents existed across the three residential zones of the study area as there were 24.84% in the core, 38.46% in the transition and 45.30% in the suburban residential zone. The educational status of respondents in residential buildings revealed that 61(44.20%) of respondents in the transition zone had senior secondary education, 60(43.50%) had post-secondary education and 10(7.20%) had postgraduate qualification. In the suburban residential zone, 41(34.70%) had post graduate education which indicated that they were most educated. Comparably, in the core residential zone, 25(14.70%) and 108(63.50%) of its respondents had adult/primary and senior secondary school education respectively. Since it was found that it was in the suburban residential zones where the respondents were mostly educated, this indicates that the level of education of respondents which was most significant in the suburban residential zone in the study area would affect their socio-economic characteristics, particularly on the type and rate of the use of generating sets in their buildings. Table 2 shows that bulk of respondents in the suburban residential buildings 32(29.09%) earned more than 120,000 naira monthly while respondents in the transition residential zone had reduced response rate of 4(2.94%). It also indicated that, it was in the core residential zone, where its majority, 111(63.07%) of its respondents earned below 30,000 naira monthly, and 65(36.93%) of its respondents earned between 30,000 to 60,000 naira monthly. However, in the transition and suburban zones, 69(50.74%) and 14(12.73%) of their respondents respectively earned between 30,000 to 60,000 naira. This implies that earning power of respondents in the suburban residential buildings was significantly higher than others in the transition and core residential zones. There was unequitable occupancy status of respondents sampled in the residential buildings as bulk of respondents in all the zones were landlords in their personal buildings with response rate of 94(52.81%), 91(65.47%) and 71(57.72%) for core, transition and suburban residential zone respectively. It further revealed that fewer number of respondents were tenants in the buildings selected as the core zone had the highest frequency rate of 84(47.19%) followed by suburban 52(42.28%) and transition zone 48(34.53%) respectively. It is thus expected that, with the majority of the respondents being landlords in the selected buildings, their propensity to use building service items ought to be very high.

Table 2: Profile of Respondents Sampled in the Residential Buildings

Characteristics	Residential Buildings						Total (%)
	F	Core Zone (%)	F	Transition Zone (%)	F	Suburban Zone (%)	
Age (Yrs)							
21-30	22	(12.50)	22	(16.40)	5	(4.20)	49 (11.40)
31-40	73	(41.50)	50	(37.30)	38	(31.90)	161 (37.50)
41-50	56	(31.80)	41	(30.60)	48	(40.30)	145 (33.80)
51-60	18	(10.20)	15	(11.20)	21	(17.60)	54 (12.60)
> 60	7	(4.00)	6	(4.50)	7	(5.90)	20 (4.70)
Total	176	(100.00)	134	(100.00)	119	(100.00)	429 (100.00)
Employment							
Employed	40	(24.84)	50	(38.46)	53	(45.30)	143 (35.05)
Self Employed	107	(66.46)	70	(53.85)	51	(43.59)	228 (55.88)
Retired	14	(8.70)	10	(7.69)	13	(1.11)	37 (9.07)
Total	161	(100.00)	130	(100.00)	117	(100.00)	408 (100.00)
Education							
Adult/Primary	25	(14.70)	4	(2.90)	0	(0.00)	29 (6.80)
Junior Secondary	23	(13.50)	3	(2.20)	0	(0.00)	26 (6.10)
Senior Secondary	108	(63.50)	61	(44.20)	19	(16.10)	188 (44.10)
Post Secondary	14	(8.20)	60	(43.50)	58	(49.20)	132 (31.00)
Post Graduate	0	(0.00)	10	(7.20)	41	(34.70)	51 (12.00)
Total	170	(100.00)	138	(100.00)	118	(100.00)	426 (100.00)
Income							
< N30,000	111	(63.07)	49	(36.03)	13	(11.81)	173 (40.99)
N30,000-N60,000	65	(36.93)	69	(50.74)	14	(12.73)	148 (35.08)
N61,000-N90,000	0	(0.00)	12	(8.82)	24	(21.82)	36 (8.53)
N91,000-N120,000	0	(0.00)	2	(1.47)	27	(24.55)	29 (6.87)
> N120,000	0	(0.00)	4	(2.94)	32	(29.09)	36 (8.53)
Total	176	(100.00)	136	(100.00)	110	(100.00)	422 (100.00)
Occupancy							
Landlord	94	(52.81)	91	(65.47)	71	(57.72)	256 (58.19)
Tenant	84	(47.19)	48	(34.53)	52	(42.28)	184 (41.81)
Total	178	(100.00)	139	(100.00)	123	(100.00)	440 (100.00)

IDENTIFICATION AND EXAMINATION OF GENERATING SETS USED IN RESIDENTIAL BUILDINGS

The menace of power outage that led to dependence on generators, and the interrelated issues of generator audit that focuses on the type, brand, ratings of generators used, years of use (age) of the generators, cost of fuelling of the generators and the capacity of generators to power all appliances used indoor relative to electricity supply by the Ibadan Electricity Distribution Company (IBEDC) were investigated. The rate of supply of electricity to the buildings sampled is shown in Table 3. There was disproportionate supply of power by IBEDC to the various residential zones in the study area. The result revealed that the average duration of supply of electricity to residential buildings was 4.37, 5.31 and 7.63 hours daily in the core, transition and suburban zones. The result substantiated findings of Baker Institute of Technology (2008), Subair and Oke (2008), World Bank (2005) that most cities in Nigeria rarely had stable power supply from the power authority. Also, according to NERC (2015), the daily supply of power to buildings in the country dropped to an average of 5.86 hours daily. This implies that the dire need of building occupants was significantly affected by the epileptic power supply. The ANOVA test established a variation of $F = 44.599$, $p < 0.05$. By implications, the ANOVA test established a significant relationship between the average number of hours of availability of electricity and zones of residences. Further examination carried out by using Duncan Multiple Range Test (DMRT) revealed that there were significant differences in the availability of electricity in the core, transition and suburban zones (Table 4). The study also showed that the supply was quite erratic in some zones as it was found that they were not supplied with electricity which made their neighbourhood to be in a perpetual state of blackout.

Table 3: Rate of Supply of Electricity to the Residential Buildings

Sampled Building	Core Zone Hrs	Transition Zone Hrs	Suburban Zone Hrs
Residential Building	4.37	5.31	7.63

Table 4: Duncan Multiple Range Result of Supply of Electricity to Residential Buildings

Residential Zone	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Maximum	Minimum
Core Zone	168	4.3750a	1.68006	.12962	2.00	8.00
Transition Zone	136	5.3162b	2.46066	.21100	2.00	12.00
Suburban Zone	123	7.6341c	4.41731	.39830	.00	22.00
Total	427	5.6136	3.22885	.15625	.00	22.00

Note: Alphabets a, b and c indicate significant differences at 0.05 level of significance.

Table 5 shows years of use (age) of the generators used by the respondents in the study area. It is shown in Table 5 that approximately 45% of respondents, 61 (46.92%), 56 (45.16%) and 53 (45.30%) in residential buildings of the core, transition and suburban zone respectively had been using their generating sets for an average of 3 years. In the same fold, it was found that across residential buildings of the study area, 45.82% of the respondents had been using their generators for 3 years, 25.88% (2 years), 14.82% (1 year) and 6.74% (4 years). The Chi-square test indicated that there was significant relationship in the years of use of generators in the buildings ($\chi^2 = 11.427$, $p = 0.325$). It was also found during the interview that a large number of the respondents in the residential buildings across zones of the study area had used different generating sets for an average of 3 years which is comparable to the results of the questionnaires administered. The implication of this is that the dependence of majority of the respondents on generators running for years shows that they run generator economy as found in the works of (Ibitoye and Adenikinju, 2007; Ahmad and Abubakar, 2012; BBC Africa, 2013).

Table 5: Years of Use (Age) of the Generators by the Respondents

Years of Use (Yr)	Residential Buildings						Total (%)
	F	Core Zone (%)	F	Transition Zone (%)	F	Suburban Zone (%)	
1 Yr	18	(13.85)	23	(18.54)	14	(11.97)	55 (14.82)
2 Yrs	36	(27.69)	28	(22.58)	32	(27.35)	96 (25.88)
3 Yrs	61	(46.92)	56	(45.16)	53	(45.30)	170 (45.82)
4 Yrs	8	(6.15)	6	(4.84)	11	(9.40)	25 (6.74)
5 Yrs	4	(3.08)	9	(7.27)	2	(1.71)	15 (4.04)
> 5 Yrs	3	(2.31)	2	(1.61)	5	(4.27)	10 (2.70)
Total	130	(100.00)	124	(100.00)	117	(100.00)	371 (100.00)

The core part of results of the study on generator audit that deals with the type, brand, output rating, cost of use/fuelling and capacity of the generating sets used by the respondents are as presented. Table 6 shows that 12(9.68%) of respondents in residential buildings in the suburban zone used diesel engine generators while 9(6.37%) and 4(2.94%) in transition and core zone respectively used it. This indicated that socio-economic level of the respondents in the suburban zone which was significantly higher than respondents in other zones' residential buildings accounted for this prevalence. As depicted in Table 6, petrol engine generators were significantly used by respondents in residential buildings across the zones sampled by 132(97.06%), 133(93.66%) and 112(90.32%) in the core, transition and suburban zone respectively. The results of the Chi-square tests revealed that there was a significant relationship between the type of fuel of generating sets used in the residential zones and occupancy status of the respondents in Ibadan ($\chi^2 = 19.009$, $p < 0.001$). Table 6 also shows through the one-sample binomial test that at a 2-tailed significance level, there was significant probability of 0.94 of the use of petrol engine generators in the residential buildings. Tyler (2002) in his study found that 96 to 98% of outlets in the country have private generators used as alternative source of power supply. From these, there was wide use of various types of generators and thus underpinning the statement, that many geographical locations in the country run "generator economy".

Table 6: Type of Fuel of the Generators Used by the Respondents

Type of Fuel of the Generator	Residential Buildings						Total	
	F	Core Zone (%)	F	Transition Zone (%)	F	Suburban Zone (%)		
Petrol	132	(97.06)	133	(93.66)	112	(90.32)	377	(93.78)
Diesel	4	(2.94)	9	(6.37)	12	(9.68)	25	(6.22)
Total	136	(100.00)	142	(100.00)	124	(100.00)	402	(100.00)

One-Sample Binomial Test on the Type of Generators Used				
Type of Fuel of the Generator	N	Observed Prop.	Test Prop.	Exact Sig. (2.tailed)
Petrol	377	.94	.50	.000
Diesel	25	.06		
Total	402	1.00		

The study examined brand of generating sets used by the respondents sampled in the study area. Table 7 shows that in residential buildings in the core zone, a large number of the residents 32(24.06%) used Tiger brand, 23(17.29%) used Elemax brand, while in the transition zone, a sizeable number of the respondents, 29(22.14%) used Elemax brand followed by Tigmax brand 27(20.61%). However, in the suburban zone of the study area, an almost similar result was found with a large proportion of the respondents 26(22.03%) used Elemax brand and closely followed by 24(20.34%) that used Elepaq brand of generator set. As also shown in Table 7, in residential buildings across zones of the study area, Elemax brand of generator was largely used by the respondents 78(20.42%), followed by 65(17.01%) that used Tiger brand of generator. The brand of generators procured and used by the respondents in the residential buildings was found to depend largely on their perception about their efficiency and this informed the variation in the brand used. The Chi-square test also indicated that there was significant relationship in the brand of generators used in the buildings sampled ($\chi^2 = 30.803$, $p = 0.06$). Table 7 also shows through the one-sample binomial test based on the 2-tailed level that there was significant probability (0.20) of the Elemax brand of generating sets in the residential buildings. It was followed by Tiger brand with probability (0.17) and Elepaq (0.15). The result of this study based on the procurement and use of different brand of generating sets substantiated findings of Ahmad and Abubakar, 2012 and the World Bank, 2005 that the country is a market hub for generating sets is evident in the importation of different types and make of generating sets massively used by the populace in the face of poor power supply by the service provider.

Table 7: Brand of Generators Used by the Respondents

Brand of the Generating Sets	Residential Buildings						Total
	F	Core Zone (%)	F	Transition Zone (%)	F	Suburban Zone (%)	
Yamaha	5	(3.76)	2	(1.53)	2	(1.69)	9 (2.36)
Thermocool	4	(3.00)	3	(2.29)	8	(6.79)	15 (3.93)
Honda	9	(6.78)	2	(1.53)	4	(3.39)	15 (3.93)
Tiger	32	(24.06)	17	(12.98)	16	(13.56)	65 (17.01)
Tigmax	14	(10.53)	27	(20.61)	12	(10.17)	53 (13.87)
Elemex	23	(17.29)	29	(22.14)	26	(22.03)	78 (20.42)
Elepaq	15	(11.28)	19	(14.50)	24	(20.34)	58 (15.18)
Sumec	12	(9.02)	14	(10.68)	8	(6.78)	34 (8.90)
Firman	7	(5.26)	3	(2.29)	7	(5.93)	17 (4.45)
Lutian	5	(3.76)	6	(4.58)	5	(4.24)	16 (4.19)
Imex	7	(5.26)	9	(6.87)	6	(5.08)	22 (5.76)
Total	133	(100.00)	131	(100.00)	118	(100.00)	382 (100.00)

One-Sample Binomial Test on the Brand of Generating Sets Used				
Brand of the Generating Sets	N	Observed Prop.	Test Prop.	Exact Sig. (2.tailed)
Group 1 Elemex	78	.20	.50	.000
Group 2 Tiger	65	.17		
Group 3 Elepaq	58	.15		
Σ(Other Brand)	181			
Total	382	1.00		

The output ratings of generating sets based on the standardized ratings and classifications that existed in the sales outlet during the preliminary survey are presented in Table 8. The Table shows that in the suburban residential buildings, 54(47.79%) of the respondents significantly used petrol generating sets of rating limits (2.8-5.5 KVA) than those in other zones, and the use of diesel engine generators was also most prevalent in the suburban zone than what obtained in the other two zones (Table 5). The Chi-square test indicated that there was significant relationship in the ratings of petrol and diesel engine generators used in the residential buildings ($\chi^2 = 82.048$, $p < 0.001$). Table 8 also reveals through the one-sample that there was significant probability (0.68) of the use of petrol engine generators of 0.65-1.2 KVA in the core zone, (0.34) of 1.2-2.8KVA in the transition zone and (0.49) of 2.8-5.5 KVA in the suburban zone respectively. However the observed probability of the use of petrol engine generators in the residential buildings across the zones of the study area is 0.95.

Table 8: Ratings of Generators Used by the Respondents

Ratings of the Generators (KVA)	Residential Buildings						Total (%)
	F	Core Zone (%)	F	Transition Zone (%)	F	Suburban Zone (%)	
Petrol Engine (KVA)							
0.65 – 1.2	102	(60.36)	40	(29.63)	8	(7.08)	150 (35.97)
1.2 – 2.8	53	(31.36)	54	(40.00)	51	(45.13)	158 (37.89)
2.8 – 5.5	14	(8.28)	41	(30.37)	54	(47.79)	109 (26.14)
Total	169	(100.00)	135	(100.00)	113	(100.00)	417 (100.00)
Diesel Engine (KVA)							
7.5 – 10	1	(100.00)	5	(83.33)	13	(92.86)	19 (90.48)
10 – 15	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0 (0.00)
15 – 20	0	(0.00)	1	(16.67)	1	(7.14)	2 (9.52)
> 20	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0 (0.00)
Total	1	(100.00)	6	(100.00)	14	(100.00)	21 (100.00)
One-Sample Binomial Test							
	N	Observed Prop.		Test Prop.		Exact Sig. (2-tailed)	
Petrol	417	.95		.50		.000	
Diesel	21	.05					
Total	438	1.00					

Table 9 shows the use of generating sets by respondents in the study area when the price of petrol was 87 naira per litre in the study area before the sudden increase in its price due to scarcity and further deregulation of the petroleum sector by the federal government of Nigeria which led to higher increase in its price. A large proportion of respondents, 81(66.39%) in the suburban residential buildings spent between 5,100 to 7000 naira monthly on the cost of fuelling their generators. A contrast in the economy of use was found among respondents in the core zone as 117(66.86%) and 53(30.29%) of the respondents spent up to 1000 naira and between 1,100 to 3000 naira monthly respectively, while majority of respondents, 97(70.80%) in the transition zone spent between 1,100 to 3,000 naira monthly. It was also found that the mean amount spent on the fuelling of generators were 1,450, 2,955 and 5,975 naira in the core, transition and suburban zone respectively. This also reveals that the income level of respondents influenced how they lived in the suburban zone by using generating sets of higher output ratings and more appliances than those living in other zones.

Table 9: Cost of the Use of Generators by the Respondents

Amount Spent (Naira)	Residential Buildings						Total (%)
	F	Core Zone (%)	F	Transition Zone (%)	F	Suburban Zone (%)	
≤ 1,000	117	(66.86)	31	(22.63)	0	(0.00)	148 (34.10)
1,100 - N3,000	53	(30.29)	97	(70.80)	6	(4.92)	156 (35.95)
N3,100 – N5,000	4	(2.29)	9	(6.57)	26	(21.31)	39 (8.99)
N5,100 – N7,000	1	(0.56)	0	(0.00)	81	(66.39)	82 (18.89)
N7,100 – N9,000	0	(0.00)	0	(0.00)	9	(7.38)	9 (2.07)
> N9,100	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0 (0.00)
Total	175	(100.00)	137	(100.00)	122	(100.00)	434 (100.00)

The study revealed that in the residential buildings, 25(23.36%) of generating sets of respondents in the suburban zone had capacities to power all their appliances when compared with the full supply of voltage of electricity from IBEDC as shown in Table 10. Majority of the respondents, 107(70.40%), 61(67.03%) and 82(76.64%) in the core, transition and suburban zone respectively as 250(71.43%) in all zones could not use their generating sets to power all their appliances when compared with the supply of electrical energy of adequate voltage to their buildings. These results further substantiated the position ascribed to the country in being a generator-economy nation because dependence of the respondents on varying capacities

of the available generators have not been able to give building occupants the much needed satisfaction as an alternative power supply in the face of the current epileptic power supply.

Table 10: Capacity of the Generators in Powering All Electrical Appliances Used Indoor

Residential Building Sampled	Response on Capability of Generating Sets to Power All Electrical Appliances Used Indoor				Total	
	F	Yes %	F	No %	F	%
Core Zone	45	29.60	107	70.40	152	100.00
Transition Zone	30	32.97	61	67.03	91	100.00
Suburban Zone	25	23.36	82	76.64	107	100.00
Total	100	28.57	250	71.43	350	100.00

5 CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

The study found that limited availability of adequate quality and quantity electricity has been an unresolved national issue in the power sector of the economy. Findings of the study revealed that the crave of occupants of residential buildings to get comfort drive indoor has forced them to depend on varying types and brand of generating sets for their daily needs. The generator audit carried out across zones of the study area reflected sharp variation in its types, output ratings and socio-economic characteristics of the respondents. It was revealed that sizeable number of residential buildings' respondents, 47.79%, in the suburban zone used generating sets that were of significantly higher output ratings than those used in either core or transition zone. It was established that 23.36% of respondents of respondents in the suburban zone were capable of powering all the electrical appliances used when compared with when they used to get adequate supply of electricity from the Ibadan Electricity Distribution Company. Majority of respondents, 71.43% in all the residential buildings could not use their generators to power all their electrical devices simultaneously. Against the backdrop of the findings of the study, government should ensure sincere deregulation and privatization of power plants and its associated structures so that the on-going reforms in the power sector of the economy can see light of the day. Efforts should also be intensified on how to harness environmentally friendly and alternative sources of energy that will ensure sustainability of the environment and improve comfort drive of the building occupants.

REFERENCES

- [1] Adewoye, O.O. (2007). Human Capacity Building in Engineering Infrastructure: A Paper Presented at the International Conference and Annual General Meeting of The Nigerian Society of Engineers, International Conference Center, Abuja, 4th December, 2007.
- [2] Adigun, F.O. (2013). Residential Differentials in Incidence and Fear of Crime Perception in Ibadan. Research on Humanities and Social Sciences, Vol. 3., No. 10, pp. 96-104.
- [3] Afon, A.O. (2008). Intra-Urban Variation in Solid Waste Storage Practice in Nigerian Traditional City: The Case of Ogbomoso. Journal of The Nigerian Institute of Town Planners, Vol. XXI, No. 1, pp. 104-129.
- [4] Ahmad, M.T. and Abubakar, H. (2012). Economic Implications of the Use of Generators as Alternative Energy Source of Energy in Kano Metropolis, Nigeria. International Journal of Research in Commerce, Economics and Management, Vol. 2, No.2, pp. 28-33.
- [5] Babies, E. (2005). The Basics of Social Research, 3rd Edition, Belmont, C.A., USA, Thomson Wordsworth Learning.
- [6] Baker Institute Energy Forum (2008). Poverty, Energy and Society: [http://www.nice.edu/energy/research/poverty and energy/index.html](http://www.nice.edu/energy/research/poverty%20and%20energy/index.html). Accessed on 13/04/2015.
- [7] British Broadcasting Corporation- Africa (2013). Shame: More than 60 Million People Own Generators in Nigeria. In a Report of Tomi Oladipo, November, 22.
- [8] Chidiezie, C.T., and Igwi, E.C. (2008). Urban and Rural Electrification: Enhancing the Energy Sector in Nigeria Using Photovoltaic Technology. African Journal of Science and Technology, Science and Engineering Series, Vol. 9, No. 1, pp. 102-108.
- [9] Federal Government of Nigeria (FGN) (2009). Federal Republic of Nigeria Official Gazette, Legal Notice on the Publication of 2006 Census Final Results, pp. B1-B39.
- [10] Harrison, J. (2008). Microgeneration in Technologies.

<http://www.microgeneration-oracle.com/microgenerationtechnologies.html>

- [11] Ibitoye F.L. and Adenikinju, A. (2007). Future Demand for Electricity Supply in Nigeria. *Journal of Applied Energy*, 84, pp. 492-504.
- [12] Komolafe, A. (2011). Availability of Generators for Electricity Supply to Selected Large Residential and Office Buildings in Kaduna and Abuja, Nigeria. An Unpublished M.Sc. Thesis Submitted to the Department of Building, Faculty of Environmental Design, Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria.
- [13] Mabogunje, A.L. (1968). *Urbanization in Nigeria*, University of London Press, London.
- [14] National Electricity Regulatory Commission (2015). Hardship as Power Supply Drops to Six Hours Daily, Federal Republic of Nigeria, www.vanguardngr.com/hardship, 2 December.
- [15] Oyedepo, S.O. (2014). Towards Achieving Energy for Sustainable Development in Nigeria. *Renewable Sustainable Energy Reviews*, 34, pp. 255-272.
- [16] Oyo State Ministry of Local Government and Chieftaincy Matters (2012). Number of Buildings in Oyo State for Rating and Revenue Target.
- [17] Sambo, A.S. (2008). Electricity Demand from Customers of INGA Hydropower Projects: The Case of Nigeria. Paper Presented at the WEC Workshop on Financing INGA Hydropower Projects, 21-22 April, 2008, London, U.K.
- [18] Sambo, A.S., Garba, B., Zarma, I.H. and Gaji, M.M. (2009). Electricity Generation and the Present Challenges in the Nigerian Power Sector. A Conference Organized by the Energy Commission of Nigeria, Abuja, pp. 1-17.
- [19] Singleton, R. Jr., Straits, B.C., Straits, M.M., and McAllister, R.J. (1988). *Approaches to Social Research*, Oxford University Press, New York, Oxford University Press, p.515.
- [20] Sonibare, J.A., Jamiu, A.A., Bamidele, S.F., Ismaila, O.L., Lukuman, A.J., and Olusesan, A.A. (2014). Ambient Noise from Off-Grid Diesel Engine Electric Power Generators in an Urban Environment. *International Journal of Management of Environmental Quality*, Vol. 25, No.2, Uk, pp. 185-199.
- [21] Subair, K. and Oke, D.M. (2008). Privatization and Trends of Aggregate Consumption of Electricity in Nigeria: An Empirical Analysis. *African Journal of Accounting, Economics, Finance and Banking Research*, Vol. 3, No. 3, 2008.
- [22] TCN (2016). Nigeria Hits 4,068 MW Power Generation Mark. A Report of the Transmission Company of Nigeria, February, Abuja.
- [23] Tyler, G. (2002). Public and Private Electricity Provision as a Barrier to Manufacturing Competitiveness: Africa Region Findings, World Bank, March, <http://www.worldbank.org/afr/findings/english/find221.pdf>
- [24] Wojuade, C.A. (2012). Evaluation of Accessibility to Social and Economic Activities in Ibadan, Nigeria. Unpublished Ph.D Thesis Submitted to the Department of Urban and Regional Planning, Obafemi Awolowo University, Ile-Ife, Nigeria.
- [25] World Bank Report (2001). *World Development Report*, Washington D.C., USA.
- [26] World Bank (2005). *Energy Sector Management Assistance Programme in Nigeria: Expanding Access to Rural Infrastructure: Issues and Options for Rural Electrification, Water Supply and Telecommunications*, The International Bank for Reconstruction and Development, Washington D.C., USA.

