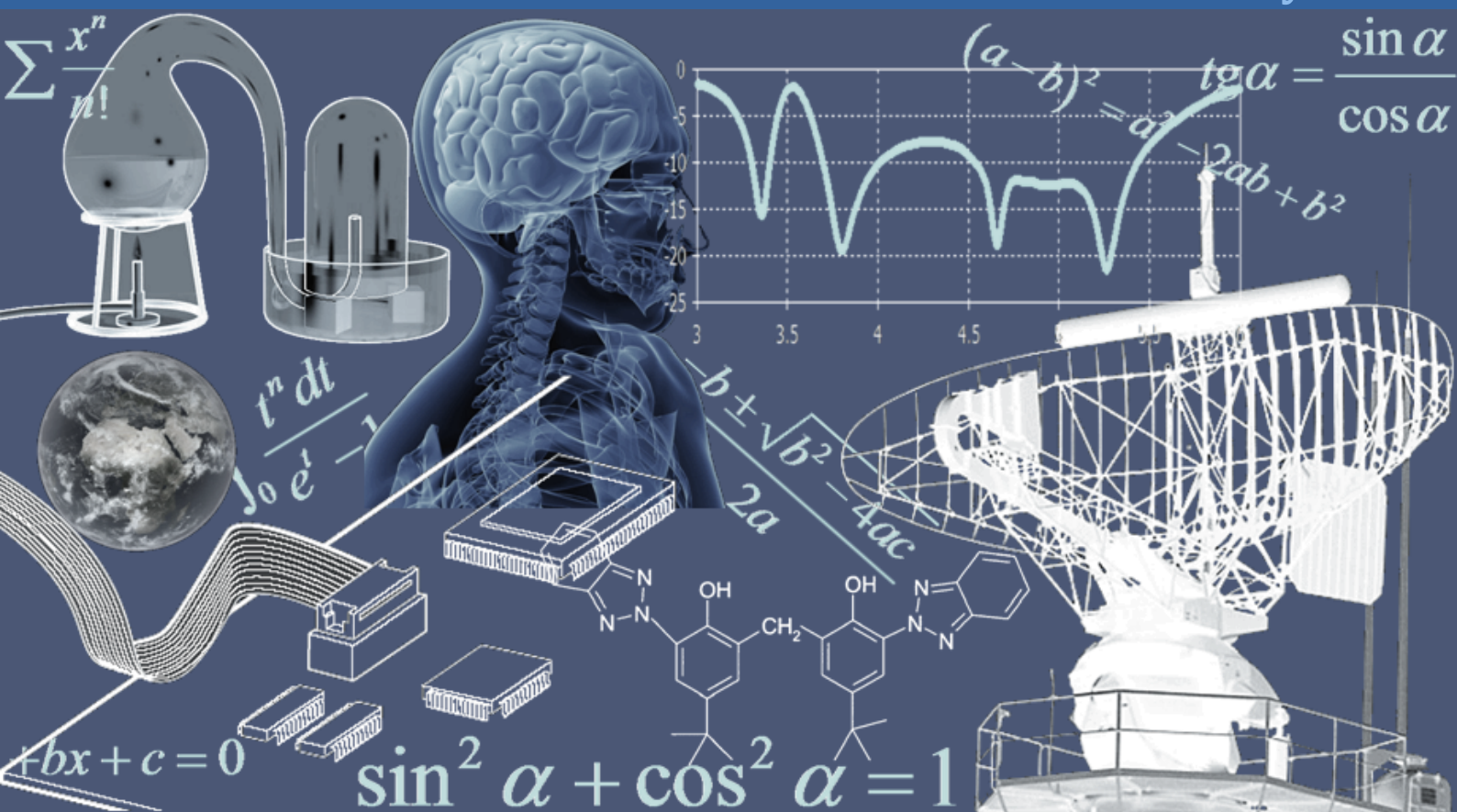


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND APPLIED STUDIES

Vol. 22 N. 3 February 2018



International Peer Reviewed Monthly Journal



International Journal of Innovation and Applied Studies

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

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

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

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

Table of Contents

Linked Data: De Ciudades Digitales a Ciudades Inteligentes - From Digital Cities to Smart Cities	220-225
<i><u>Joffre Mateo Banchón and Diana Franco Cortázar</u></i>	
ETUDE GEOLOGIQUE ET STYLE TECTONIQUE DU KIBARA (Cas de carrière de Katonto, Katanga, RDC)	226-235
<i><u>NGOY KAZADI UMPUNGU and Albert KALAU</u></i>	
ANALYSE STATIQUE DES DONNEES PLUVIOMETRIQUES DE LA VILLE DE KOLWEZI DE 1953 A 2010	236-246
<i><u>Cauchy LUMBWE MUKUNA, Albert KALAU and Luc LUMANJE</u></i>	
Caractérisation des activités agro-pastorales dans les provinces du Bas-Uélé et du Haut-Uélé	247-258
<i><u>LANDA ZENGBE Bertin-Richard, NYONGOMBE UTSHUDIENYEMA, NSHIMBA SEYA WA MALALE, and DANADU MIZANI</u></i>	
EVALUATION DE PERFORMANCE DE LA CHAINE DE TRAITEMENT D'EAUX DE SURFACE DE LA RIVIERE TSHOPO DANS LA REGION DE KISANGANI (RD Congo)	259-266
<i><u>Joe Emmanuel Baofa LITUMANYA, Hubert Kunda KATAPULU, Tharcisse Ondongo MONAMA, Zoé-Arthur Malumba KAZADI, Phillipe TSALU, and Lumami KAPEPULA</u></i>	

Linked Data: De Ciudades Digitales a Ciudades Inteligentes From Digital Cities to Smart Cities

Joffre Mateo Banchón and Diana Franco Cortázar

Facultad de Ciencias Administrativas,
Universidad de Guayaquil,
Guayaquil, Guayas, Ecuador

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

ABSTRACT: This document carries out a bibliographical research of some concepts and projects that are currently underway related to open data, e-government. Likewise, an approach is made to the role that universities can contribute to the development of open data projects with the Government, and the steps that are suggested to follow for those cities that want to have an Open Electronic Government.

KEYWORDS: Linked data; smart cities, open data, Linked Open Government Data.

RESUMEN: Este documento realiza una investigación bibliográfica de algunos conceptos y proyectos que actualmente se encuentran en marcha relacionados con datos abiertos, gobierno electrónico. Así mismo se realiza un acercamiento del rol que las Universidades pueden aportar para el desarrollo de los proyectos de datos abiertos con el Gobierno, y los pasos que se sugiere seguir para aquellas ciudades que quieran tener un Gobierno Electrónico Abierto.

PALABRAS CLAVES: datos enlazados, ciudades inteligentes, datos abiertos, gobierno abierto.

1 INTRODUCCIÓN

En este documento se va a realizar una revisión bibliográfica de la relación existente entre los datos enlazados y las ciudades inteligentes, pasando por lo que algunos gobiernos han realizado como son la apertura de los datos bajo cierta estructura, así como algunos proyectos que se encuentran ya en marcha. Se ha dividido en:

Marco teórico: revisión de los conceptos que se utilizan en el artículo o que se han creado para poder denotar un nuevo marco de trabajo de los diferentes áreas que tiene el artículo.

Problemas conocidos: Indica cuales son los problemas a los que se enfrentan los gobiernos ya sean locales o nacionales cuando aperturan datos y lo que ha sucedido cuando se lleva la ciudad a una ciudad inteligente.

Proyectos Actuales: descripción de los proyectos que actualmente se están llevando a cabo en diferentes países y los logros alcanzados.

La academia y el gobierno: El papel que las universidades deberían tener para que este tipo de proyecto y sus diferentes aplicaciones encaminen a un gobierno electrónico abierto.

Conclusiones: Pasos que podrían seguir los gobiernos para la consecución de gobiernos electrónicos abiertos. Síntesis de los resultados que se han obtenido y la diferencia entre las ciudades digitales y las ciudades inteligentes. Así mismo se clarifica los conceptos de Ciudades Digitales y Ciudades Inteligentes.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 LINKED DATA

Los datos enlazados es la forma que tiene la Web Semántica para vincular los distintos datos que están distribuidos en la Web, de forma que se referencien de la misma forma que lo hacen los enlaces en la páginas web. [1] Pasa de ser enlaces entre hipertexto a ser enlaces entre documentos.

Linked Data mantiene sus propios estándares, una emulación de la forma como se estructura los datos bajo el concepto de base de datos sería:

- RDF equivale a los registros de una base de datos.
- SPARQL equivaldría al lenguaje SQL.
- OWL equivaldría al esquema de la base de datos.

2.2 CIUDADES INTELIGENTES

Se define como ciudades inteligentes, cuando la inversión en capital humano y social es igual a la de la infraestructura en comunicaciones, y tienen como principal objetivo el crecimiento económico y la alta calidad de vida, así como también el involucramiento de los ciudadanos en el gobierno a través de la participación y contribución. [2]

2.3 DATOS ABIERTOS

Es una filosofía y práctica que persigue que determinados tipos de datos estén disponibles de forma libre para todo el mundo, sin restricciones de derecho de autor, de patentes y de otros mecanismos de control.

Ya de por sí el mismo autor Tim Bernes-Lee, introduce como concepto de Linked Data debe ser abierto, modular y escalable.

2.4 LINKING OPEN DATA (LOD)

Es la unión de Linked Data y Open Data un proyecto guiado por el W3C, el cual es un esfuerzo de la comunidad para promover el uso de estos. La idea se centra en Publicar datasets (de licencia abierta) como Linked Data Web, ligar objetos entre diferentes fuentes de datos, y tener un mapa actualizado de la nube de Linked Open Data.

3 PROBLEMAS CONOCIDOS

3.1 HETEROGENEIDAD DE LOS DATOS

Uno de los principales obstáculos que tienen estos proyectos es la diversidad de fuentes de datos y la estructura que cada uno de ellos tienen, ya que responden a necesidades específicas.

3.2 ENLACE DE DATOS

Otro de los problemas es el reconocimiento si los recursos identificados por varias aplicaciones pertenecen a la misma entidad. Existen algunas soluciones como Zhishi.link y AgreementMaker, que permiten evaluar el enlace de los datos.

Cuando se habla de enlace de datos, se aplica a la necesidad de integrar dos o más bases de datos, puede que, aunque tenga la misma sintaxis tenga una semántica diferente.

3.3 CALIDAD DE DATOS

La parte principal sobre los datos es el contexto en el que se maneja, para algunos los datos que se evalúan tienen una alta calidad, debido al contexto, y para otros es información irrelevante, esto implica que es subjetiva, según el uso que se le quiera dar.

Algunos factores que influyen en la calidad de los datos son: precisión, completitud, consistencia con otras fuentes, espacio en el tiempo, accesibilidad, relevancia y comprensión, de fácil lectura e interpretación.

[3] Flemming trabajó en la definición de criterio de calidad para las fuentes de Linked Data. Ella las agrupó en cuatro categorías: contenido de la información, la representación que esta tiene en un contexto, el uso que le da a la información y la capacidad de computarla.

3.4 CÓMPUTO HUMANO

La recolección de los datos es la parte que los humanos deben ingresar, y estos deben estar motivados a hacerlos, normalmente si no se les da una recompensa los participantes serán reacios a utilizar una aplicación. Para esto se debe usar el software con un propósito.

4 PROYECTOS

4.1 DBPEDIA

Es un proyecto derivado y que extrae información estructurada de Wikipedia y la deja disponible en la web para su uso como web semántica.

4.2 URBANMATCH

Algunos de los proyectos que permiten contribuir a ciudades inteligentes con el aporte de Linked Data es: UrbanMatch, una aplicación móvil, que permite indicar la experiencia que un usuario ha tenido con respecto al lugar que está visitando.

En este proyecto se trató de integrar a los ciudadanos de la Milano para que relacionaran algunas imágenes con los lugares representativos de la ciudad. Este juego tenía niveles que iban escalando a medida que se avanzaba el juego.

4.3 EUROPEANAPRO

Proyecto europeo, con una colección virtual de miles de museos, galerías y archivos digitalizados, que son públicos y disponible para el uso de las personas.

4.4 GEONAMES

Es una base de datos abierta con 8 millones de nombres geográficos. Cada característica está representada como un sitio de recursos identificados por un identificador URI estable; este identificador proporciona acceso mediante la transferencia de información a un Wiki en la página HTML o una descripción de los recursos RDF.

4.5 GOVTRACK

Sitio que permite hacer el seguimiento a las actividades de los congresistas, los datos que se suben aquí son abiertos, pero no como datos enlazados.

4.6 MAPLIGHT

Revela como el dinero influye en los políticos, se coloca los donantes y como los políticos consiguieron fondos, y luego compara con las leyes que emiten, para saber si benefician o no a un sector que haya contribuido en la campaña.

4.7 MYSOCIETY

Es una empresa sin fines de lucro, radicada en Reino Unido, con el fin de presentar algunas herramientas para los ciudadanos como: FixMyStreet, que permite reportar un daño en las calles, Mapumental, que muestra los tiempos de viaje en el transporte público.

4.8 REEGLE COUNTRY PROFILES

Una aplicación con aproximadamente 200.000 usuarios que les permite conocer qué tipo de energía están utilizando los países. Contiene información de 243 países. El uso de linked data les permite dividirse las responsabilidades de la información.

4.9 OPENSTREETMAP

Permite utilizar abiertamente los datos geoespaciales de las ciudades que están digitalizadas. Y un paso más es el servicio LinkedGeoData Project, que es un proyecto derivado de OpenStreetMap, quienes han estandarizado un lenguaje de consulta llamado GeoSPARQ.

4.10 LINKEDGEODATA

Proyecto que agrega la dimensión espacial a la Web de los Datos / Web Semántica. Este proyecto usa la información recopilada por OpenStreetMap y la entrega disponible en una base de conocimientos en formato RDF acorde a los principios de Linked Data. Esto la enlaza con otra información en la iniciativa Linking Open Data.

5 LA ACADEMIA Y EL GOBIERNO

El abrir los datos, permite a los gobiernos ser más transparentes; y el colocarlos como Linked Open Data les permite ser más eficientes y también permite al Gobierno que sea más cooperativo con los políticos, las administraciones públicas, las industrias y el ciudadano.

Una de los pasos para llegar a *Ciudades Digitales* es la apertura de los datos, y para llegar a ser *Ciudades Inteligente*, se necesita que estos datos estén enlazados para usarlos semánticamente, con identificadores URI y metadatos. [4]

El gobierno al abrir los datos debe hacer un trabajo en conjunto con la academia para que tengan un estándar en la publicación, como por ejemplo modelos ontológicos para servicios públicos, para marcos legales.

La academia debe tomar como referencias algunas experiencias en otros países, pero de acuerdo a la realidad de cada país debería ayudar a responder algunas preguntas: cuales son las áreas prioritarias que deben liberar información y qué tipo de perfil empresariales o ciudadanos deben sacarle provecho y cómo.

Un buen proyecto de ayuda, que debería venir por parte de los gobiernos es la creación de una estructura estandarizada para la ontología de las ciudades inteligentes.

Como lo sugiere [7], uno de los primeros documentos en ser publicados es la oferta académica existente en el país que quiere incursionar en Linked Government Data. La lógica indica, si no se tiene personas que sepan aprovechar los datos; es decir, una cultura que permita generar aplicaciones sobre los datos, no se podría tener una ciudad inteligente.

Las ciudades que quieren comenzar pueden hacerlo por la parte cultural, ambiental son sugerencias que algunos autores destacan al momento de las ciudades quieran pasar de ser ciudades digitales a ciudades inteligentes.

Los organismos como los congresos y asambleas, deben trabajar en una ley que permita que las entidades públicas abran sus datos, y por recomendaciones de la W3C, que exista un organismo que coopere en la entrega de la información y que se haga cargo de los alcances, políticas, conceptos, vocabulario, prácticas, recomendaciones: un Marco de Trabajo de la Interoperabilidad de Datos Gubernamentales [5].

Algunas actividades podrían estar a cargo de entidades gubernamentales, tales como la calidad del flujo de información. City Pulse [8] ofrece algunas herramientas como KAT (Knowledge Acquisition Toolkit) que permite tomar datos, por ejemplo, de sensores y darle un sentido semántico, un validador ontológico, que permite medir la calidad de la información.

La academia en sí, tiene un reto ya que, si esta investigación se hubiera realizado sobre una web semántica, y presentar el estado del arte sería muy sencillo. Por lo que tendría que realizarse un paso adicional, que podría ser poner en práctica la información que se encontró.

6 CONCLUSIONES

Algunos juegos permiten que los ciudadanos se integren y se sientan comprometidos con su gobierno, tales como optimización de tráfico, sostenibilidad ambiental, planeación de la ciudad.

Algunos autores indican las razones por la que los datos de los gobiernos deben estar en línea y abiertos:

- Incrementar el conocimiento de los ciudadanos sobre las funciones del gobierno y así aumentar la responsabilidad de ellos.
- Contribuir en información valiosa acerca de su Sociedad; y
- Permitir que el gobierno y el país funcionen más eficientemente.

En algún momento hablar de Open Data y Linked Open Data, debería ser hablar de lo mismo, ya que solo se debería agregar un punto adicional a lo que solicita el documento de 8 puntos que hacen que los datos sean abiertos que son [6]:

- Datos Completos: que toda la información obtenida sea disponible
- Primaria: que toda la información publicada sea de los agentes que la generan.
- A tiempo: que sea disponible tan pronto sea obtenida, para preservar el valor.
- Accesible: para cualquier tipo de usuario y para un amplio espectro de objetivos.
- Procesable por máquinas: que sea en formato que se pueda procesar.
- No discriminatoria: que no se tenga que registrar para poder descargar la información.
- Sin propiedad intelectual
- Con licencia de uso libre.

Según la Sunlight Foundation también se le puede agregar:

- Permanencia: es decir que se pueda acceder siempre a la información

A estas 8 características, más la propuesta por Sunlight Foundation, se le debería agregar que sea en formato RDF, y bajo una estructura estandarizada para que se pueda aprovechar como Linked Data.

El formato RDF, ayudaría a la interoperabilidad de las aplicaciones y de los datos, con lo que el crecimiento del número de aplicaciones crecería rápidamente.

Datos de Gobierno Abierto (Open Government Data – OGD) se trata de abrir la información y los datos, tanto como sea posible para usarlo y re-usarlo. Un análisis realizado sobre los requerimientos de los OGD considera 11 áreas que son:

- Necesidades a definir
- Hasta donde el Gobierno se convierte en Abierto: Transparencia, democracia, participación y colaboración.
- Asuntos Legales.
- Impacto en la sociedad
- Innovación y conocimiento de la sociedad
- Impacto en la economía y en la industria.
- Licencias de uso, modelos de explotación de los datos, condiciones de uso
- Aspectos relevantes sobre los datos
- Datos del Proceso de Gobernanza.
- Aplicaciones y casos de uso
- Aspectos tecnológicos.

Un documento que plantea una macro-clase ontológica y sus conexiones es la que presenta [9], que indica 7 áreas en las que se puede integrar ontológicamente que son:

- Administración: que incluye la estructura de los organismos gubernamentales y sus especificaciones.
- Guía de Calles: Todo lo relacionado con las calles, numeración, intersecciones, entradas, etc. Existen modelos ontológicos solo para las redes de transporte [10].
- Puntos de Interés: Servicio, actividades, recreaciones.
- Transporte público local: paradas de buses, recorridos, tiempos de espera.
- Sensores: flujo de tráfico, clima.
- Variables Temporales: que me permite hacer predicciones de algunos eventos, por ejemplo, lugares de parqueo, e indicar en qué momento se puede tener nuevamente parqueo libre o en qué momento estará lleno un parqueo.
- Metadata: Permite la integración entre las diferentes áreas, así como su versionamiento, y uno de los puntos más relevantes es el contexto en que se realiza las búsquedas para mostrar la información más relevante.

[11] La hoja de ruta de la innovación de las ciudades inteligentes, se basa en cuatro dimensiones de tendencias que son: cambios tecnológicos, cambios en la forma de hacer negocios, cambios políticos, y cambios sociales. En esta hoja de ruta el

desarrollo para ciudades inteligentes en tres tecnologías basadas en internet que son: Cloud Computing, Sensores del mundo del usuario, RFIDS y la web semántica.

Según Open Barometer, los países con mejores índices económicos podrían tener un mejor desempeño en las políticas de datos abiertos, algo que en América Latina no sucede, ya que países como México, Brasil, Colombia, Ecuador, Costa Rica y Perú, presentan mejores índices que Chile y Argentina.

América Latina, se presenta en mejores números estadísticos de datos abiertos respecto al promedio mundial.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] W3C, «Guía Breve de Linked Data,» World Wide Web Consortium , [En línea]. Available: <http://www.w3c.es/Divulgacion/GuiasBreves/LinkedData>. [Último acceso: 15 11 2016].
- [2] C. D. B. a. P. N. A. Caragliu, «Smart cities in Europe. Serie Research,» VU University Amsterdam, Faculty of Economics, Business Administration, 2009.
- [3] O. H. A. Flemming, «Quality Criteria for Linked Data sources,» 2016.
- [4] W3C, «Improving Access to Government through Better Use of the Web,» 12 05 2009. [En línea]. Available: <https://www.w3.org/TR/egov-improving/#OGD>. [Último acceso: 14 11 2016].
- [5] Open Data @ CTIC, «sobre la apertura, reutilización de datos y la transparencia,» [En línea]. Available: <http://datos.fundacionctic.org/etiquetas/web-semantica/>. [Último acceso: 13 11 2016].
- [6] W3C, «Publishing Open Data Government,» [En línea]. Available: <https://www.w3.org/TR/2009/WD-gov-data-20090908/>. [Último acceso: 19 11 2016].
- [7] City Pulse, «CityPulse: Real-Time IoT Stream Processing and Large-scale Data Analytics for Smart City Applications,» [En línea]. Available: <http://www.ict-citypulse.eu/page/>. [Último acceso: 21 11 2016].
- [8] «Open Government Data Definition: The 8 Principles of Open Government Data,» Open Government Data, [En línea]. Available: <https://opengovdata.io/2014/8-principles/>. [Último acceso: 14 11 2016].
- [9] M. B. R. B. P. N. N. R. Pierfrancesco Bellini, «Km4City ontology building vs data harvesting and cleaning for smart-city services,» *Journal of Visual Languages and Computing*, nº 25, p. 13, 2014.
- [10] Reverse, «Ontology of Transportation Networks,» 31 08 2005. [En línea]. Available: <http://reverse.net/deliverables/m18/a1-d4.pdf>. [Último acceso: 21 11 2016].
- [11] H. S. M. P. Nicos KOMNINOS, «Developing a Policy Roadmap for Smart Cities and the Future Internet,» eChallenges e-2011 Conference Proceedings, nº ISBN: 978-1-905824-27-4, 2011.
- [12] HICHAM GOUMRHAR, «HUMAN CAPITAL, INEQUALITY AND ECONOMIC GROWTH IN DEVELOPING COUNTRIES: ANALYSIS IN PANEL DATA,» *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol. 20, no. 2, pp. 441–460, May 2017.

ETUDE GEOLOGIQUE ET STYLE TECTONIQUE DU KIBARA (Cas de carrière de Katonto, Katanga, RDC)

NGOY KAZADI UMPUNGU¹ and Albert KALAU²

¹Licencié en Géologie, Assistant à l'ISTA Kolwezi, Section Géologie et Mines, RD Congo

²Licencié en Géologie, Chef des travaux à l'ISTA Kolwezi, Section Géologie et Mines, RD Congo

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

ABSTRACT: This work is a understanding of the collision geodynamic context in Katonto (25 km) in the North-West of Kolwezi. Here are presented a detailed petrographic study of the Muva group, the style tectonic and tectonic zonality on a scale of Kolwezi advanced as well as a tectonic interpretation of study area. This career was highlighted the abnormal compressionnal fault contact which separated Kundelungu from the subjacent kibarien as well as the presence of two units (sequences). The kibarian stratiform sedimentary laid out in with iron sulphides, of copper and of cobalt traces. The tectonic constraints related to compressionnal were less has less significant from the west to the east. The reactivation of faults of subjacent kibarien formation would have implemented a tectonic style in the katanguian supergroup which surmounts it. The tectonic style for the area of Kolwezi is distinguished from the other sectors only in the extent of the extrusif phenomenon. The projection of Kolwezi would have been installation by a extrusif mechanism extravase subsurface.

KEYWORDS: quartzites, quartzophyllades, orthoconglomérats, rifting, Kibarian, Katanguian.

RESUME: Ce travail est une contribution à la compréhension du contexte géodynamique de collision à Katonto à 25 km au nord-ouest de Kolwezi. Nous présentons une étude pétrographique détaillée du groupe de Muva, le style tectonique et zonalité tectonique à l'échelle de l'avancée de Kolwezi ainsi qu'une interprétation tectonique du secteur d'étude. Cette carrière a été mise en évidence le contact anormal qui sépare le Kundelungu du kibarien sous-jacent ainsi que la présence de deux unités (séquences) sédimentaires du kibarien comportant des sulfures de fer, avec traces du cuivre et de cobalt, disposées de manière stratiforme. Les contraintes tectoniques liées à la compression étaient de moins à moins importante de l'ouest à l'est. La réactivation de failles du kibarien sous-jacent aurait implémentée un style tectonique au supergroupe katanguien qui le surmonte. Le style tectonique pour la région de Kolwezi se distingue des autres secteurs uniquement dans l'ampleur du phénomène extrusif. L'avancée de Kolwezi aurait été mise en place par un mécanisme extrusif extravase subsurface.

MOTS-CLEFS: quartzites, quartzophyllades, orthoconglomérats, rifting, Kibarien, Katanguien.

1 INTRODUCTION

La Gécamines exploite à Katonto des quartzites destinés à la construction, Ces quartzites et quartzophyllades appartiennent au Supergroupe de Kibara, groupe de Muva (1300 à 1000 Ma).

Récemment, lors des travaux de levés effectués à la carrière de Katonto, en bordure du massif de Nzilo, il a été observé de la malachite ou de la turquoise en placage et en enduits, ainsi que de la pyrite, dans les quartzites Kibariens. Les enduits verts, liés aux altérations de cette pyrite, témoignent de la présence du cuivre au sein des sulfures observés.

2 LOCALISATION

La carrière de Katonto est située à 25 kilomètres à vol d'oiseau au Nord-Ouest Kolwezi. La Gécamines y exploite des quartzites destinés à la construction, quartzites et quartzophyllades, appartiennent au Kibarien sous-groupe de Muva (1300 à 1000 Ma).

3 CONTEXTE GÉOLOGIQUE

La séquence kibarienne consiste en de métasédiments orientés nord-nord-est (gneiss, quartzites et schistes) datant de 1300 à 1000Ma et recouvrant les soubassements cristallins plus anciens (cratons consistant en gneiss et granite > 200Ma). La séquence katanguienne a été déposée en discordance sur les roches plus anciennes du Kibarien et un conglomérat de base d'épaisseur extrêmement variable se présente entre ces séquences distinctes. Il est bien représenté dans la zone de Kolwezi promontoire de Nzilo, une série des collines d'orthoconglomérats massif dont 95% de clastes sont des quartzites.

Les formations géologiques de Katonto présente de gauche (Est) à droite (Ouest)

- d'une part :
 - Un ensemble de couches terrigènes rouges appartenant au Kundelungu. Elles reposent en ordre anormal (discordance angulaire) sur les quartzites du Kibarien. On notera le pendage des couches du Kundelungu à 45° vers l'Est.
- d'autre part par un ensemble, constitué :
 - De gros bancs de quartzites porteurs des cristaux de pyrite automorphes, parfois altérés en limonite et des placages de malachite ou de turquoise.
 - De bancs peu épais de quartzites, alternant avec des bancs de schistes. Il s'agit de quartzophyllades, porteuses d'une faible minéralisation pyriteuse en structure boudinée lenticulaire au sein des lits de quartzites.
 - De gros bancs de quartzites, des alternances des schistes, de bancs de quartzites, de couleur rouge. Les couches de ce dernier ensemble sont redressées à 90°. Elles ont une direction NE-SW avec une schistosité S2 parallèle à cette direction, une schistosité S1 perpendiculaire à S2, la succession des couches décrites ci-dessus reflète une mise en plan anormale de trois unités :
 - Une unité de Kundelungu dont la succession lithostratigraphique n'a pas été étudiée ici.
 - Deux unités du Kibarien.

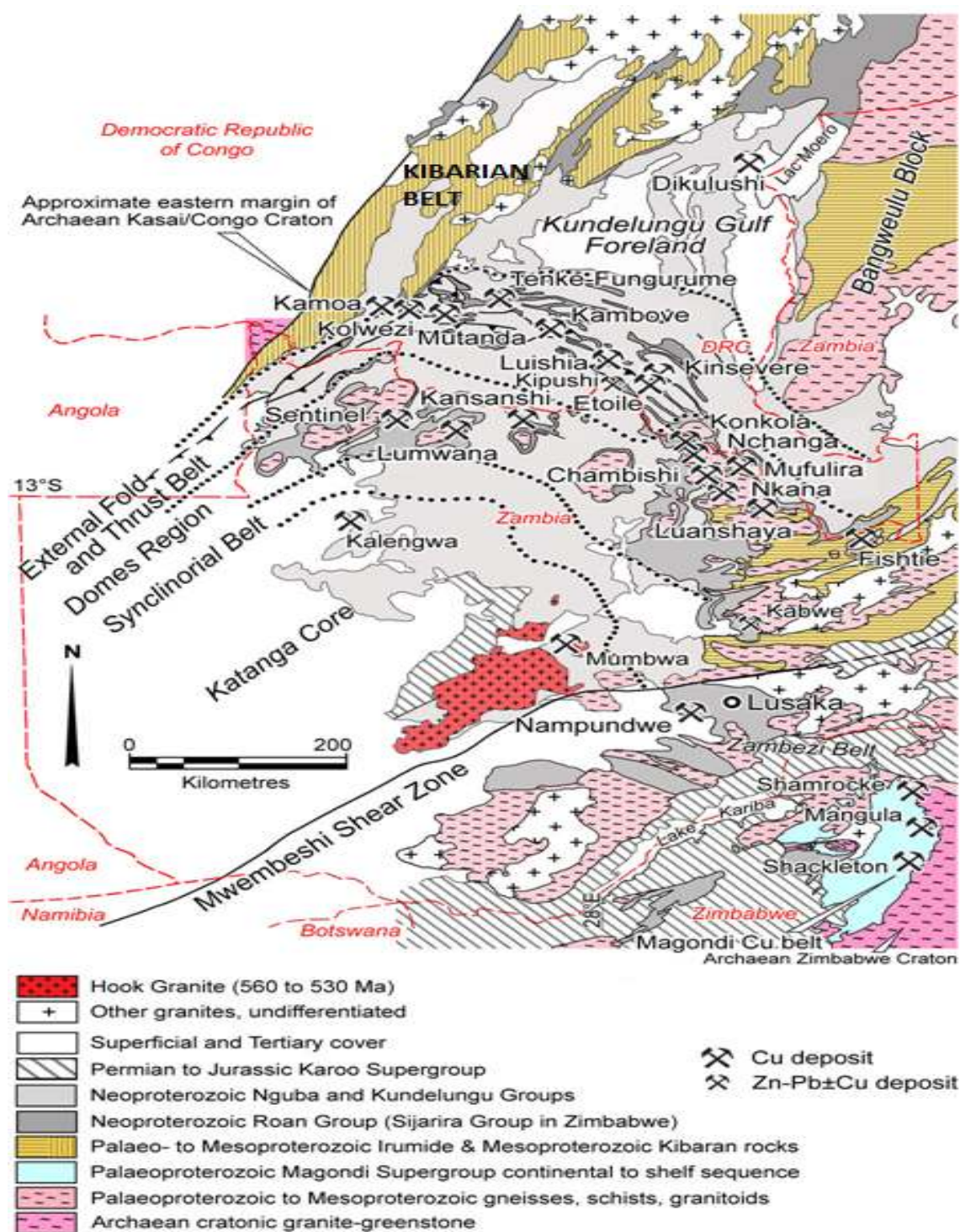


Figure 1: Carte géologique du Katanga, localisation du Copperbelt et du Kibaranbelt

Les observations dans la carrière de Katonto ont permis de mettre en évidence le contact anormal qui sépare le Kundelungu du Kibarien sous-jacent. Elles montrent que les contraintes tectoniques liées à la compression étaient de moins en moins importantes de l'Ouest à l'est. Cette conclusion exprime la véritable caractéristique de cette région de Kolwezi. Elle est importante parce qu'elle renforce les interprétations faites sur la tectonique à la Ruashi, à l'étoile et à Kambove.

Ces observations ont, en outre permis de mettre en évidence deux unités (séquences) sédimentaires du Kibarien, comportant des sulfures de fer, avec traces de cuivre et de cobalt, disposés de manière stratiforme.

4 STYLE TECTONIQUE

R. Okitaudji(2001) et Kroner (1977), soutient qu'à la fin de l'orogénèse kibarienne (1300 à 1000 M.A.), il y a eu une cratonisation (fig.1) qui a donné un rift avorté séparant le craton du Kalahari au Sud et le craton du Congo au Nord. C'est dans ce rift avorté que la mer Roanienne qui est à l'origine des séries sédimentaires de l'Arc cuprifère du Shaba s'est installée. Localisée dans une dépression orientée Sud-est - Nord-ouest, cette dépression se trouve au croisement de l'orogénèse kibarienne (1300 M.A.) et l'orogénèse Lufilienne (500-600 M.A.) (fig. 1). Elle est bordée au Sud et au Sud-est par les massifs anciens de Kabompo, Solwezi, Konkola, Luina et Mokambo.

Ces massifs sont constitués de quartzites, de micaschistes, gneiss et des vieux granites rouges antécambriens (> 2000 M.A.), et de quartzites, de schistes ainsi que des granites gris d'âge Kibarien (> 1000 M.A.). Au Nord et au Sud-ouest, la dépression est bordée par les massifs Kibariens, les plateaux de Kundelungu et de Bianco.

La ceinture de pli de Kibara est responsable du linéaire aux dispositifs géomorphologiques légèrement incurvés, parallèles et ovales. Les formes de reliefs liés à elle sont raboteuses car ils ont subi des régimes multiphasées de compression et de prolongation. La superposition des phases compressives a eu comme conséquence le développement des systèmes serrés et droits de pli qui ont provoqué les collines dégrossies raides. La phase d'extension a créé les défauts de frontière parallèles à ces collines linéaires (de la ceinture de plis de Kibara) provoquant de ce fait un horst et un graben comme structure.

La géomorphologie du secteur de concession de Luena est commandée principalement par la tectonique, qui est associée à deux âges tectonique, avec la lithologie étant moins dominante. La première association a lieu avec le développement du pliage de ceinture de Kibara et la seconde avec l'âge du rifting Panafricain. La zone de contact Kibaro-katanguienne, située dans la région de Nzilo-Kaswabantu a un pli- faille, dont la géométrie est bien connue. Nous l'avons choisi pour son nombre de données de surface disponibles. Des failles normales ayant subi une inversion tectonique lors de la phase compressive katanguienne y sont décrites (A. François, 1973, 1994; J. Cailteux, 1991,1995; R. Okitaudji, 1983, 2006). Ce pli se situe à 22 km au Nord-Ouest de la ville de Kolwezi. Cette région offre une multitude d'affleurement.

L'étude des déformations ayant affecté l'ensemble de couches terrigènes rouges (effritée, Kundelungu).elles reposent en contact anormal (discordance angulaire) les quartzites du Kibarien. Le pendage des couches du Kundelungu est de 45 degrés vers l'est.

Entre les formations du Kundelungu et les formations du Kibarien se montre en porte faux les formations effritées constituées de galets anguleux et émoussés. .ces galets sont constitués par des galets contenant en leur sein les éléments des shales du Kundelungu et de quartzophyllades, des grès quartzitiques du kibarien, des galets de tailles métriques, décimétriques et centimétriques donc de galet des galets (observations de Sage N. et A. KALAU, 2017).

ET d'autres part la suite du contact est presque normal entre les gros bancs de quartzites altérées, des bancs épais de quartzites, alternant avec des bancs de schistes.il s'agit de quartzophyllades, porteuses d'une faible minéralisation pyriteuse, en structure boudinée lenticulaire, au sein des lits de quartzites, enfin une suite de gros bancs de quartzites, alternant avec des bancs de quartzites, de couleur rougeâtre. Notons tout d'abord dans un premier lieu qu'à Nzilo le camp SNEL cadre est situé sur un grès à grains grossiers.

Ce dernier présente une stratification entrecroisée qui permet de conclure que la base des formations se situe vers le Nord- Ouest (KABUYA, 1975 ; A. KALAU, article en cours).La direction des formations varie ici de 25 à 38° et le pendage est en moyenne de 80°SE.

Juste après le galet de friction observé sur le tronçon A-B de la coupe, la direction des formations varie ; elle est en moyenne de N175° avec un pendage moyen de 55°SW.

Vers la fin du tronçon, la direction redevient en moyenne de N170°.

4.1 ZONALITÉ TECTONIQUE À L'ÉCHELLE DE L'AVANCÉE DE KOLWEZI

L'examen de la cartographie tectonique de l'avancée de Kolwezi a permis de faire ressortir les faits suivants :

- Les couches des écaillés déversées vers le Nord sont orientées SW-NE, avec le pendage vers le Sud.
- Les couches des écaillés déversées vers le Sud sont orientées de la même manière SW-NE, avec pendage vers le Nord.
- Les axes des synclinaux des écaillés de la « Série des Mines » qui flottent au sein de l'avancée ont généralement une direction parallèle à celle de l'axe de l'ellipsoïde, SW-NE.

- Les couches sont presque verticales au centre de l'avancée (au niveau de l'axe de l'ellipsoïde).

Avant d'interpréter ces observations, il conviendrait de les compléter par les observations réalisées auparavant par J. PLACET (1975). Les isohypses de la Brèche de Fond. Grâce à des nombreux sondages effectués dans la région par la Gécamines, en 1974.

Cent soixante-seize de ces sondages ont traversé la Brèche de Fond et ont atteint le Kundelungu. Ils ont donc permis à J. PLACET de cartographier les isohypses de la brèche de Fond, au contact avec le Kundelungu sous-jacent.

4.2 INTERPRÉTATION TECTONIQUE

Le caractère allochtone de l'anticlinal de Mwamfwe suggère deux hypothèses.

Tout d'abord cette structure peut constituer un lambeau restreint, indépendant de l'autochtone, dont la faille de contact avec ce dernier n'aurait pas été observée. Le Ku.2.1 sous-jacent à la nappe Roanienne de Kolwezi devrait alors être le même que celui apparaissant sous l'anticlinal de Mwamfwe, et serait l'autochtone.

Plus probablement, et comme tend à le montrer la géophysique, la partie plissée du massif appelé « autochtone » aurait en fait également été cisailée et charriée. L'ensemble du Katanguien observable au Nord-Ouest de l'Arc appartiendrait à la même nappe du charriage. Tandis que les paquets de Kundelungien (-carapaces, lambeaux de poussée...) qui affleurent dans la région Nord de Pungulume-Kalunkundi ont acquis une disposition relativement éclatée au sein de la brèche de friction, plus à l'ouest par contre, bloquées le long du Kibarien, les entités charriées ont sans doute été rassemblées et comprimées. L'observation des accidents tectoniques dans ce secteur en aurait été rendue malaisée.

En conséquence seuls les dépôts tabulaires au Nord seraient véritablement autochtones. Cette hypothèse suppose qu'à la limite Ouest de l'arc, le contact du Katanguien (R-4 et Kundelungu) avec le poudingue de base et le Kibarien est anormal et vraisemblablement bréché. Il est en outre prévisible que plusieurs entités charriées aient pu s'empiler les unes sur les autres. Ainsi le Ku.2.1 sous-jacent à l'anticlinal de Mwamfwe pourrait appartenir à une entité elle-même allochtone.

Un tel style tectonique permet d'envisager un nouveau mécanisme de mise en place du Roanien de Kolwezi. Celui-ci aurait pu être coincé entre une entité Nord déjà ancrée sur le Kibarien et une entité Sud se déplaçant vers le Nord.

Il aurait alors été extrudé sous la poussée de l'entité Sud. Le modèle peut expliquer la disposition subconcentrique et en éventail des écaïlles du Groupe des Mines (R.2), se trouve confirmé par la distribution des courbes isohypses du contact brèche de fond / Ku.2.1 (J. Placet, 1976). Celle-ci suggère une direction de rupture orientée NE-SW correspondant à l'allure générale de la fracturation dans cette région.

Le Roanien de Pungulume et de Kalunkundi s'est vraisemblablement mis en place de la même manière. Ainsi à Pungulume, des écaïlles du Groupe des Mines (R.2) en position subhorizontale flottent, par l'intermédiaire d'une brèche de friction sur le Groupe de la Dipeta (R.3) d'allure elle aussi subhorizontale et tranquillement ondulée. Ce Groupe de Dipeta(R.3) repose sur le Ku.2.1 du flanc Nord de l'Anticlinal de Mwamfwe. Le charriage de Roanien par-dessus l'autochtone présumé (ici l'anticlinal de Mwamfwe) ne permettait guère d'expliquer l'inversion stratigraphique (R.2)/(R.3) observée. On peut par contre envisager valablement une extrusion du Roanien dont la phase terminale a consisté en un épanchement vers le Sud du Groupe de Dipeta (R.3) d'abord, du Groupe des Mines (R.2) ensuite, sur le flanc Nord de l'entité Mwamfwe.

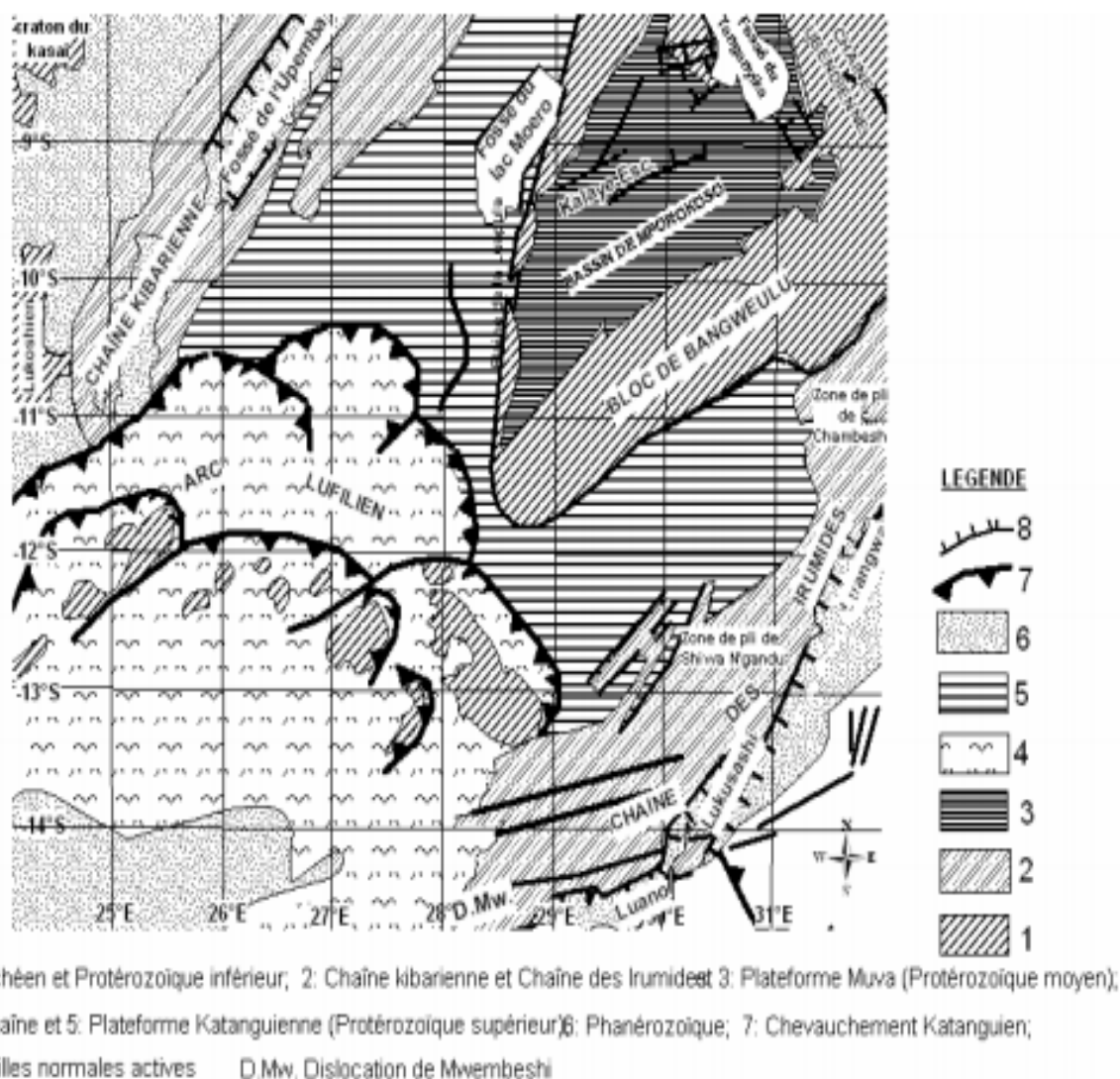


Figure 2: Carte géologique et structurale du Katanga (d'après KOKONYANGE, 2005)

4.3 CONCLUSION SUR LA TECTONIQUE

La direction tectonique SW-NE épousée par les écaïlles de la Série des Mines de Kolwezi, et par anticlinaux et synclinaux du Kundelungu à l'Ouest du Katanga a grossièrement une direction tectonique kibarienne (celle du massif de Nzilo).

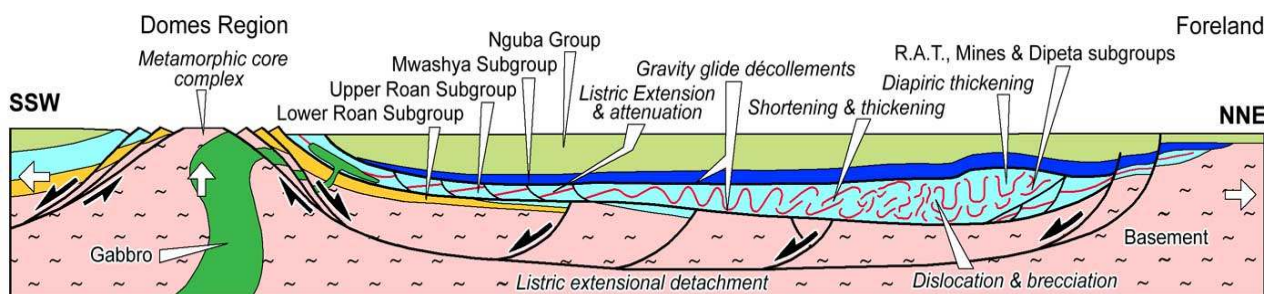
Lorsqu'on replace ce secteur dans le cadre géotectonique général d'Afrique Centrale, on s'aperçoit que l'orientation générale de la bordure Nord de Kolwezi et celle de Tombolo reflètent l'orientation de la chaîne kibarienne créée par la tectonique qui place le Katanga dans une ancienne dépression (rift mis en place à cette époque) limitée à l'Ouest par le massif de Nzilo, et à l'Est par les massifs de l'Irumide : tous deux d'âge > 1100 Ma.

La zonalité tectonique de Kolwezi dont il a été question ci-dessus, bien représentant la situation actuelle, relèverait de fractures anté-roaniennes et roaniennes réactivées toutefois au Kundelungu supérieur.

Les autres gisements, tels que Kambove et Etoile-Rwashi, sont caractérisés par une direction tectonique Est-Ouest. Celle-ci reflète les directions contrôlées par la tectonique Lufilienne (600 Ma). Il s'agit d'une réactivation des cassures anté-roaniennes, voir même antékibariennes, de direction Est-Ouest. Ces cassures croisent celles de la direction générale du rift avorté qui était celle des chaînes des Irumides et Ubendiennes mentionnées ci-dessus (DUMONT, 1971 ; CAHEN et al., 1984). En d'autres termes, la tectonique Lufilienne n'est qu'une reprise de la tectonique anté-Kibarienne et de la tectonique Kibarienne, après des épisodes d'extension continentale suivis d'épisodes en collision cratonique.

Après analyse, nous pouvons admettre que les grands événements tectoniques au Katanga se sont manifestés en trois étapes :

- L'installation d'un rift, ayant pour direction E-W (dû à la tectonique anté-kibarienne),
- L'installation d'un rift avorté, de direction SW-NE (d'âge kibarien : anté-Katangien), suivi d'une sédimentation Roanienne.
- La reprise tectonique d'âge Kundelungien : 600 à 500 Ma. Celle-ci est responsable des chevauchements et extrusions des écaillés du « Groupe des Mines ». Cette ultime étape a donné à la province métallogénique d'Afrique Centrale son architecture actuelle, marquée par des chevauchements à l'Est, des extrusions chevauchantes au centre et des extrusions extravasées à l'Ouest (Fig.3).



Schematic SSW-NNE section across the Katanga Basin, from the Domes Region, Zambia, to the Foreland, DRC, following renewed extension and early Nguba Group deposition. Note the additional extension and deepening of the rift basin, the core complex and uplift in the Domes Region, and gravity gliding of Upper Roan and R.A.T., Mines & Dipeta subgroup packages, prior to Lufilian compression.

Figure 3: Coupe géologique le long de formations Ubendiennes, Katanguiennes et Kibariennes (partant de la Zambie jusqu'en RDC; Francois, 2006; J. Cailteux, 2005)

L'installation de ce rift avorté s'est accompagnée d'une mise en place d'un réseau de failles listriques, favorables au confinement du bassin. Une compression a causé des chevauchements et des extrusions « sub-sur place ». Ces extrusions de la série minéralisée ont été favorisées par les sédiments évaporitiques (on observe des traces évaporitiques tant dans des sédiments du Katangien qu'au sein de la « Brèche de Fond »).

Le modèle que nous venons de proposer pour Kolwezi vaut aussi pour d'autres gisements (Kambove, Kakanda, Etoile, Rwashi, Tenke, Fungurume) ; la différence réside uniquement dans l'ampleur du phénomène extrusif. (Ce type de tectonique a été observé ailleurs dans le monde : CISCOURT, 1983, et plus récemment PERTHUISOT, 1978, pour les extrusions de Tunisie).

En outre, les modèles récemment développés à propos des zones d'extension continentale, où les failles en accordéon génèrent des microbassins en zone de rift, fonctionnant à l'intérieur d'un même grand bassin (GIBBS, 1987 : VENDEVILLE et al., 1987 : CHEADLE et al., 1987 : SERANNE et SEGURET, 1987), permettent d'imaginer une distension continentale en Afrique Centrale au moment de la cratonisation qui s'est opérée avant le dépôt du Katanguien.

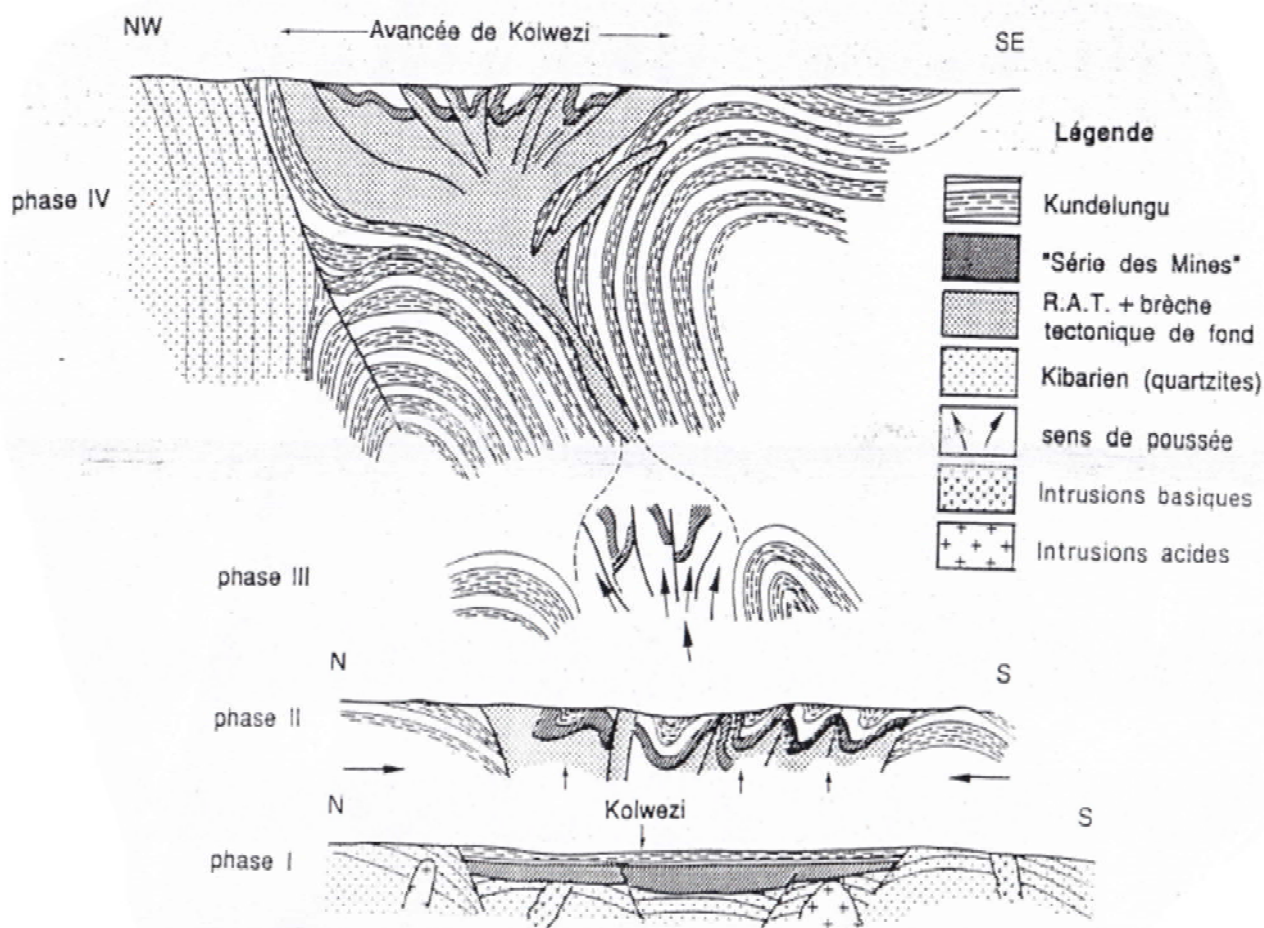


Figure 4: Schemas semi-théorique de l'extrusion de l'avancée de Kolwezi

En plus, les modèles concernant une collision cratonique telle que celle que propose M. C. DALY, 1987, pour expliquer une collision intracratonique dans les chaînes Irumides en Zambie, rendent compte de l'étape ultime qu'a connue l'Afrique Centrale et principalement le Katanga.

Le résultat qu'on observe aujourd'hui s'explique par la combinaison :

- D'une distension continentale ayant provoqué des décrochements.
- D'une sédimentation épicontinentale en zone de rift avorté.
- D'une collision cratonique, accompagnée de chevauchements et d'extrusions favorisées par la présence d'évaporites. (fig.4)

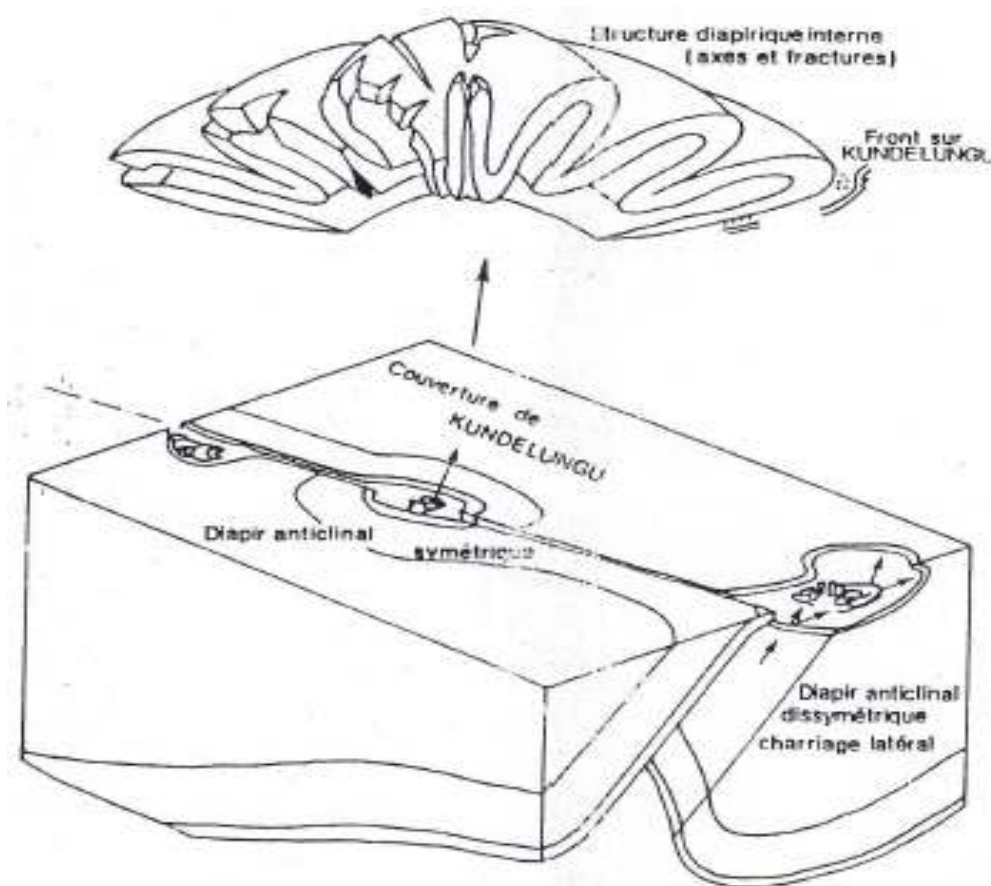


Figure 5: Hypothèse d'extrusion du Groupe des Mines (J. PLACET, 1975)

5 CONCLUSION GÉNÉRALE

Récemment, lors des travaux de levés effectués à la carrière de Katonto, en bordure du massif de Nzilo, il a été observé de la malachite ou de la turquoise en placage et en enduits, ainsi que de la pyrite, dans les quartzites Kibariens. Les enduits verts, liés aux altérations de cette pyrite, témoignent de la présence du cuivre au sein des sulfures observé.

Partant de ce fait les données structurales fournies ci-dessus montrent que l'avancée de Kolwezi, l'avancée de Kambove, comme les mines de l'étoile – Rwashi, s'alignent sur les failles ayant favorisé des extrusions que l'on peut rattacher à une réactivation des failles préexistantes, par la tectonique.

La mise en place des écailles de la « Série des Mines » du Katanga serait marquée par leur caractère extrusif à partir d'une bordure de rift avorté.

L'installation de ce rift avorté s'est accompagnée d'une mise en place d'un réseau de failles listriques, favorables au confinement du bassin. Une compression a causé des chevauchements et des extrusions « sub-sur place ».

Enfin un tel style tectonique souple permet d'envisager un nouveau mécanisme de mise en place du Roanien de Kolwezi. Celui-ci aurait pu être coincé entre une entité Nord déjà ancrée sur le Kibarien et une entité Sud se déplaçant vers le Nord.

REFERENCES

- [1] BECKINSALE and RICHARD (editors) geochemistry and mineralization of proterozoic volcanic suites geol.Soc. London .spec. Publ. 33, 275-288.
- [2] CAILTEUX ,J, 1991, « La tectonique intrakatanguienne dans la région nord-ouest de l'arc lufulien (shaba,République du Zaïre) »:annales de la société géologique de Belgique. 113,p 199-215)
- [3] DEMESMAEKER G., FRANCOIS A. et OOSTERBOSCH R. 1962. La tectonique des gisements cuprifères stratiformes du Katanga. sd
- [4] DEWEY, J.F. 1988, « extension collapse of orogens ». Tectonics, 7, 1123-1139.
- [5] FRANCOIS, A., 1973, L'extrémité occidentale de l'arc cuprifère shabien.etude géologique. Département géologique de la Gécamines, Likasi, zaïre. 113 P
- [6] FRANCOIS, A., 1974, Stratigraphie et minéralisation de l'arc cuprifère katanguien. P11-15
- [7] CAHEN, L., 1967, « the précambrien of the Congo : Rwanda and Burundi » in K. Rankama, the precambrian ,3 London. Intersc. Publ. 193-290.
- [8] CAHEN, L., 1967, Rubidium –strontium geochronology of some granitic rock from the kibarabelt, central Katanga, Republic of the Congo.
- [9] CAHEN, L., 1979, « les mixtites anté-cambrienne de l'Est du Zaïre : compléments et clarifications. » Rapp. Dept. Geol. Mineral . Mus.R . Afrique centrale 1978. 47-52
- [10] CAHEN, L., 1963, « glaciations anciennes et dérive des continents ». Annales.Soc. Géol. . Belga. 86 B 79 B 84
- [11] OKITAUDJI,R .L., et al., 2001, « Modèle de formation des gisements de cuivre-cobalt du Shaba en République démocratique du Congo » .Bulletin de l'académie de lorraine des sciences 2001, 40,4.
- [12] PLACET, J., 1975, « Région de Kolwezi, monographique et hydrographique ». Département géologique Gécamines
- [13] PLACET, J., 1976, « Géologie du Shaba. Une évocation des principaux gites du cuivre, plomb, zinc uranium ». Étude non publiée. Gécamines.
- [14] SHUILING, H. , ,1947 . « La tectonique des gites de cuivre du Katanga ». Centenaire de lg. congrès 1947, sect. Col. , p 309-313
- [15] VENDEVILLE, B ., 1987. Champs des failles et tectonique en extension : modélisation expérimentale. Thèse, université de Rennes, Rennes, France.

ANALYSE STATIQUE DES DONNEES PLUVIOMETRIQUES DE LA VILLE DE KOLWEZI DE 1953 A 2010

Cauchy LUMBWE MUKUNA¹, Albert KALAU², and Luc LUMANJE¹

¹Licencié en statistique, Assistant à l'ISTA Kolwezi,
Section Géologie et Mines, RD Congo

²Licencié en Géologie, Chef des travaux à l'ISTA Kolwezi,
Section Géologie et Mines, RD Congo

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

ABSTRACT: The evolution of the rainfall level of the city of Kolwezi (DRC) from 1953 to 2010 allowed us to distinguish the period of low precipitation from that of heavy precipitation. The frequency polygon of the Kolwezi rainfall distribution is an asymmetric curve spread to the right and shows that a normal log-law would be suitable as a probability model. This law is that of GALTON. For the estimation of the parameters of the nonlinear model having no indication of the errors of the measurements, we used the method of least squares whose optimization was made using a software algorithm MATLAB.

KEYWORDS: rainfall, surface hydrology, rainfall, rainfall, rainfall, histogram, frequency polygon, probability model, estimated parameters.

RÉSUMÉ: L'évolution du niveau pluviométrique de la ville de Kolwezi (RDC) de 1953 à 2010 nous a permis de distinguer la période de faibles précipitations à celles de fortes précipitations. Le polygone de fréquences de la distribution pluviométrique de Kolwezi est une courbe dissymétrique étalée vers la droite et montre qu'une loi log normale conviendrait comme modèle de probabilité. Cette loi est celle de GALTON. Pour l'estimation des paramètres du modèle non linéaire n'ayant aucune indication sur les erreurs des mesures, nous avons fait recours à la méthode de moindres carrés dont l'optimisation a été faite à l'aide d'un algorithme du logiciel MATLAB.

MOTS-CLEFS: pluviométrie, hydrologie de surface, précipitations, appareillages pluviométrique, niveau pluviométrique, histogramme, polygone des fréquences, modèle de probabilité, paramètres estimés.

1 INTRODUCTION A L'HYDROLOGIE DE SURFACE

1.1 DEFINITIONS

D'une façon très générale, l'hydrologie peut se définir comme l'étude du cycle de l'eau et l'estimation de ses différents flux :

- la climatologie pour la partie aérienne du cycle de l'eau (précipitations, retour à l'atmosphère, transferts, etc.);
- l'hydrologie de surface au sens strict pour les écoulements à la surface des continents ;
- l'hydrodynamique des milieux non saturés pour les échanges entre les eaux de surface et les eaux souterraines (infiltration, etc.);
- l'hydrodynamique souterraine pour les écoulements en milieux saturés.

L'hydrologie de surface est la science qui traite essentiellement des problèmes qualitatifs et quantitatifs des écoulements à la surface des continents. Ces problèmes se ramènent généralement à des prévisions (associer à une date une certaine grandeur) ou des prédéterminations (associer à une grandeur une certaine probabilité) de débits ou de volume en un point ou sur une surface.

1.2 SCIENCES UTILISEES

L'étude de la partie "écoulement superficiel" du cycle de l'eau nécessite quand même de connaître les autres parties de ce cycle. L'hydrologie de surface est une science appliquée qui fait appel à des connaissances dans des domaines divers.

SCIENCES ET TECHNIQUES	DOMAINES D'APPLICATION
Météorologie et climatologie	Etude des pluies et du retour à l'atmosphère
Géologie, Géographie, et pédologie	Analyse du comportement hydraulique du bassin
Hydraulique	Mesure et étude des écoulements à sa surface libre
Statistique	Traitement des données, simulations
Calcul numérique	Propagation de crue, modélisations et optimisations
informatique	Instrument de travail pour les calculs numériques et stockage des données

1.3 DOMAINES D'APPLICATION

Les domaines d'application de l'hydrologie de surface sont également variés. Parmi les plus importants et les plus classiques, on notera :

- l'agriculture : irrigation, drainage ;
- L'étude des ressources en eau : eau potable, eau pour l'industrie ;
- La lutte contre la pollution : étude de (déchets) débits, d'étiage évacuant les affluents, les calories ;
- L'énergie hydraulique ;
- Le transport solide (dépôt ou érosion) ;
- La navigation ;
- Les loisirs ;
- La sécurité des biens et des personnes : protection contre les crues.

1.4 MECANISMES DE FORMATION DES PRECIPITATIONS

La pluviométrie est la science qui s'occupe de pluies quant à leur forme et leur quantité.

Les nuages sont à la base de la formation de pluies. Nous avons par exemple les nuages "cumulo-nimbus" qui sont des nuages noirs se déversant en pluies.

Quant aux nuages, on distingue deux morphologies de base : les nuages stratiformes et cumuliformes. On les distingue généralement en fonction de leur altitude : les nuages moyens, inférieurs et à développement variable. La formation des précipitations nécessite la condensation de la vapeur de l'eau atmosphérique. La saturation est la condition essentielle à la condensation.

Divers processus thermodynamiques sont susceptibles de réaliser la saturation des particules atmosphériques initialement non saturés et provoquent leur condensation.

Il existe quatre types de saturation et condensation à savoir :

- la saturation et la condensation par refroidissement isobare ;
- la saturation et la condensation par détente adiabatique ;
- la saturation et la condensation pour effort des vapeurs d'eau ;
- La saturation par mélange et par perturbation.

1.5 TYPES DES PRÉCIPITATIONS

Il existe trois types de précipitations :

- Les précipitations correctives ;
- Les précipitations orographiques ;
- Les précipitations frontales.

1.5.1 LES PRÉCIPITATIONS CORRECTIVES

Elles résultent d'une ascension rapide des masses d'eau dans l'atmosphère. Elles sont associées aux cumulus et cumulonimbus, à développement vertical important et sont générées par le processus. Elles sont en général orageuses de courte durée (moins d'une heure), de forte intensité et de faibles expansions spatiales.

1.5.2 LES PRÉCIPITATIONS OROGRAPHIQUES

Orographique vient du mot grec "cross " qui signifie montagne. Ce type de précipitations résulte de la rencontre entre une masse d'air chaude et une barrière topographique particulière. Ce type de précipitations n'est pas spécialement mobile et se produit au niveau des massifs montagneux.

Les caractéristiques de ces précipitations orographiques dépendent de l'altitude, de la pente et de son orientation mais aussi de la distance séparant l'origine de la masse. Ces précipitations présentent une intensité et une fréquence assez régulières.

1.5.3 LES PRÉCIPITATIONS FRONTALES OU DU TYPE CYCLONIQUE

Elles sont associées aux surfaces de contact entre deux masses d'air de température, de gradient thermique vertical, d'humidité et de vitesses de déplacement différentes que l'on nomme "front". Le front froid crée des précipitations brèves, peu étendues et intenses. Le front chaud pénètre dans une région occupée par une masse d'eau froide.

1.6 MESURES DES PRÉCIPITATIONS

Les mesures des précipitations intéressent des secteurs d'activités assez divers mais principalement la métrologie, l'agriculture, l'hydrologie.

Elles sont désignées par les hauteurs des précipitations ou les hauteurs pluviométriques.

Les hauteurs de pluies enregistrées seront comparables entre elles et liées par une relation stable mais inconnue à la hauteur de pluies réellement tombées.

Cet handicap est acceptable dans la plupart des cas puisque les hauteurs de pluie mesurées seront mises en relation avec les écoulements par des modèles statistiques ou par des modèles déterministes issus de différentes observations.

1.7 APPAREILLAGES PLUVIOMÉTRIQUES

1.7.1 LE PLUVIOMÈTRE

C'est un instrument de base de la mesure de la précipitation liquide ou solide. Il indique la quantité d'eau totale précipitée et recueillie à l'intérieur d'une surface calibrée dans un intervalle de temps séparant deux relevés.

1.7.2 LE PLUVIOGRAPHE

C'est un instrument captant la précipitation de la même manière que le pluviomètre mais avec un dispositif permettant de déterminer le temps autrement dit les intensités.

1.8 PUBLICATION DES RÉSULTATS

La publication des données pluviométriques est assurée par une station pluviométrique exploitée à l'échelle journalière.

En fin du mois ou plus précisément en fin d'année, on établit un annuaire pluviométrique où figurent pour chaque poste :

- Les pluies journalières (de 6h TU à 6h TU) ;
- Les totaux mensuels ;
- Les totaux annuels ;
- Le nombre de jours de pluies et des informations particulières sur les phénomènes exceptionnels qui se sont produits pendant l'année.

Les dépouillements des hyetorogrammes à une échelle plus fixe de temps, ne font pas l'objet d'une publication systématiquement.

En France : les principaux enregistrements pluviométriques sont disponibles sur la banque "PLUVIO " gérée par la Météofrance. Les résultats sont accessibles pour le réseau téléphonique à travers le logiciel colchique.

2 PRESENTATION DES DONNES PLUVIOMETRIQUES DE LA VILLE DE KOLWEZI DE 1953 A 2010

2.1 LIEU DE LA COLLECTE DES DONNEES PLUVIOMETRIQUES

Les données pluviométriques que nous disposons, ont été collectées à la sous-station Kolwezi Oliveira (KOV) et ont porté sur 57 ans ; soit de 1953 à 2010 et sont représentées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Données pluviométriques de la ville de Kolwezi

années	hauteurs des pluies (mm)	années	hauteurs des pluies (mm)	années	hauteurs des pluies (mm)
1953-1954	996	1974-1975	895,1	1995-1996	1018,23
1954-1955	1102,2	1975-1976	1163,5	1996-1997	1164,95
1955-1956	120 2	1976-1977	1331,5	1997-1998	1343,91
1956-1957	1043	1977-1978	1462,7	1998-1999	1019,46
1957-1958	819.07	1978-1979	1748,1	1999-2000	1186,06
1958-1959	1190	1979-1980	1114,4	2000-2001	1494,65
1959-1960	1223	1980-1981	1138,3	2001-2002	1378,96
1960-1961	1317	1981-1982	1026,4	2002-2003	1295,08
1961-1962	1278	1982-1983	1241,2	2003-2004	1020,5
1962-1963	1191,6	1983-1984	1053,2	2004-2005	1289,21
1963-1964	1370	1984-1985	1187,2	2005-2006	112,45
1964-1965	1290	1985-1986	905,1	2006-2007	1520,93
1965-1966	1278	1986-1987	1809,2	2007-2008	1040,25
1966-1967	1198	1987-1988	1056,7	2008-2009	971,88
1967-1968	1337	1988-1989	1230,5	2009-20010	1048,56
1968-1969	1143	1989-1990	1198,1		
1969-1970	1296	1990-1991	882		
1970-1971	1325	1991-1992	1204,5		
1971-1972	131,1	1992-1993	1005		
1972-1973	1178	1993-1994	872,99		
1973-1974	1127,9	1994-1995	1153,94		

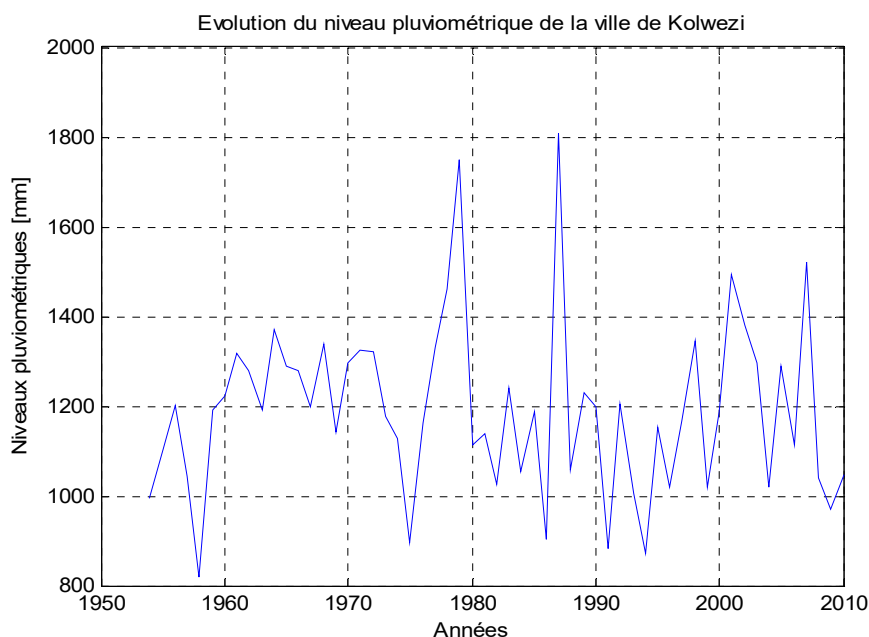


Figure 1: Evolution du niveau pluviométrique de la ville de Kolwezi

2.2 EVOLUTION DU NIVEAU PLUVIOMÉTRIQUE DE LA VILLE DE KOLWEZI DE 1953-2010

En nous référant aux données du tableau 1. , l'évolution du niveau pluviométrique de la ville de Kolwezi pendant 57 ans est représentée par la figure 1.

Ces données couvrent la période allant de l'année 1953 à l'année 2010.

L'analyse de cette chronique permet de distinguer les périodes de fortes précipitations (1978-1979 et 1986-1987) de celles caractérisées par les précipitations les plus faibles (1957-1958 et 1993-1994).

2.3 TRACÉ DE L'HISTOGRAMME ET DU POLYGONE DE FRÉQUENCES

2.3.1 GROUPEMENT DES DONNÉES EN CLASSES RÉELLES

Le nombre d'années étant supérieur à 30, nous procédons au groupement de ces données en classes réelles en utilisant la méthode la plus objective qui est celle de LIORZOU.

2.3.1.1 ETAPES DE LA MÉTHODE DE LIORZOU

Elles nous permettront de déterminer le nombre de classes réelles, l'amplitude de celles – ci ainsi que les limites inférieure et supérieure de la première et de la dernière classe réelle et trouver leurs valeurs en utilisant les données du tableau 1.

NOMBRE DES CLASSES RÉELLES

$$k = 1 + \frac{10 \log n}{3}$$

$$k = 1 + \frac{10 \log 57}{3}$$

$$k = 1 + \frac{10 \log n}{3}$$

$$k \cong 7 \text{ classes réelles}$$

ETENDUE DE LA POPULATION

$$d = X_{\max} - X_{\min}$$

$$d = 1809,2 - 819,07$$

$$d = 990,13 \text{ mm}$$

AMPLITUDE DES CLASSES RÉELLES

$$a = \frac{d}{k-1}$$

$$a = \frac{990,13}{7-1}$$

$$a = \frac{990,13}{6}$$

$$a = 165,0216667 \text{ mm}$$

$$a \approx 165,02 \text{ mm}$$

ETENDUE DE TRAVAIL D*

$$d^* = a.k$$

$$d^* = 165,02 \times 7$$

$$d^* = 1155,14 \text{ mm}$$

LIMITES INFÉRIEURE ET SUPÉRIEURE DE LA PREMIÈRE CLASSE

$$Li = X_{\min} - \frac{a}{2} \text{ ou la hauteur minimale}$$

$$Li = 819,07 - \frac{165,02}{2}$$

$$Li = 819,07 - 82,51$$

$$Li = 736,56 \text{ mm}$$

$$Ls = Li + d^* \text{ ou la hauteur maximale}$$

$$Ls = 736,56 + 1155,14$$

$$Ls = 1891,7 \text{ mm}$$

$$\text{ou } Ls = X_{\max} + \frac{a}{2}$$

$$Ls = 1809,2 + \frac{165,02}{2}$$

$$Ls = 1891,71 \text{ mm}$$

$$Ls \cong 891,7 \text{ mm}$$

2.3.2 TABLEAU DE GROUPEMENT DES DONNÉES EN CLASSES RÉELLES

En groupant les données du tableau 1 en classes réelles par la méthode de LIORZOU, nous obtenons le tableau 2 ci – dessous.

Tableau 2: limites réelles des classes

N°	Limites réelles des classes : LRC	Milieux des classes : X_i	Effectifs absolus X_{ii}
1	[736,56 - 901,58 [	819,07	4
2	[901,58 - 1066,6 [	984,09	14
3	[1066,6 - 1231,62[	1149,11	20
4	[1231,62-1396,64[	1314,13	14
5	[1396,64-1561,66[	1479,15	3
6	[1561,66-1726,68[	1644,17	1
7	[1726,68 - 1891,7[	1809,19	1
			N = 57

3 TRACE DE L'HISTOGRAMME ET DU POLYGONE DES FREQUENCES

3.1 HISTOGRAMME DE LA DISTRIBUTION PLUVIOMETRIQUE À KOLWEZI

L'histogramme de la distribution pluviométrique à Kolwezi pendant 57 ans, est représenté par la figure 2.

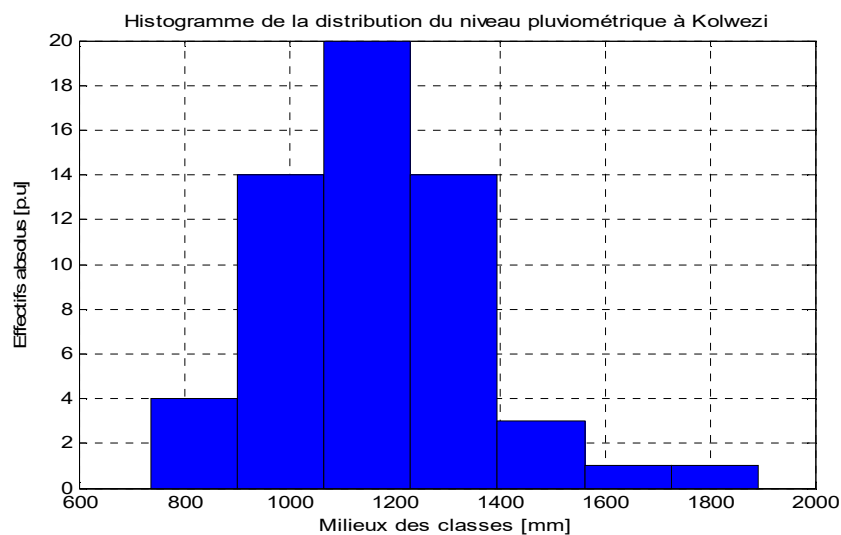


Figure 2: Histogramme de la distribution du niveau pluviométrique a Kolwezi

3.2 POLYGONE DE FRÉQUENCES DE LA DISTRIBUTION DU NIVEAU PLUVIOMETRIQUE À KOLWEZI

En reliant les milieux des rectangles contigus, nous obtenons le polygone de fréquences représenté par la figure 3.

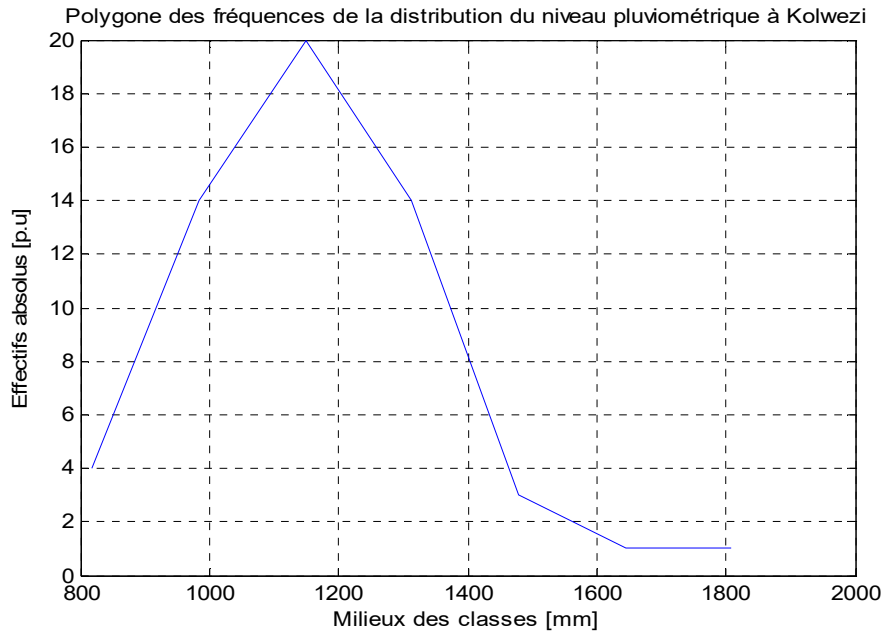


Figure 3: Polygone des fréquences de la distribution du niveau pluviométrique à Kolwezi

L'observation de ces graphiques nous indique qu'une loi logarithmique normale conviendrait mieux comme modèle de probabilité. Cette loi est aussi appelée loi de Galton ou de GIBRAT-GAUSS.

4 DÉTERMINATION DE LA HAUTEUR MOYENNE DES PRÉCIPITATIONS ET DE LA HAUTEUR MÉDIANE ET DU MODE.

La hauteur moyenne, la médiane et le mode sont calculés à partir des formules ci – dessous :

- $\bar{X} = \bar{X}_p = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^7 n_i X_i$;
- $\bar{X}_e = Li + a \left(\frac{\frac{N}{2} - n_{cc} \text{ inf}}{n_i} \right)$;
- $\bar{X}_1 = Li + a \left(\frac{\Delta_1}{\Delta_1 - \Delta_2} \right)$

Et leurs valeurs seront déterminées à partir des données du tableau 3.

Tableau 3: LRC sur la pluviométrie de Kolwezi

N ^o	LRC	X_i	n_i	n_{cc}	X_i
1	[736,56 - 901,58[	819,07	4	4	3276,28
2	[901,58 - 1066,6[	984,09	14	18	13777,26
3	[1066,6 - 1231,62[	1149,11	20	38	22982,2
4	[1231,62-1396,64[	1314,13	14	52	18397,82
5	[1396,64-1561,66[	1479,15	3	55	4437,45
6	[1561,66-1726,68[	1644,17	1	56	1644,17
7	[1726,68-1891,7[	1809,19	1		1809,19
			N=57		$\sum_{i=1}^7 n_i X_i = 66324,37$

5 HAUTEUR MOYENNE

$$\begin{aligned} h_{moy} &= \frac{66324,37}{37} \\ &= 1163,585439 \\ h_{moy} &\simeq 1163,59 \text{ mm} \end{aligned}$$

6 HAUTEUR MÉDIANE

$$\begin{aligned} \frac{N}{2} &= \frac{57}{2} = 28,5 \\ \mathcal{M}_{ed} &= 1066,6 + 165,02 \left(\frac{28,5 - 18}{20} \right) \\ \mathcal{M}_{ed} &= 1153,2355 \\ \mathcal{M}_{ed} &= \check{X}_e \simeq 1153,24 \text{ mm} \end{aligned}$$

7 MODE $\hat{X}$

La classe modale est celle qui correspond à l'effectif absolu le plus élevé qui est 38 ; soit la classe réelle [1066,6-1231,62[qui est considérée comme classe modale.

$$\begin{aligned} \hat{X} &= 1066,6 + 165,02 \frac{6}{6+6} \\ \hat{X} &= 1066,6 + 165,02 \\ \hat{X} &= 1149,11 \text{ mm} \end{aligned}$$

COMPARAISON DES PARAMÈTRES DE POSITION

Elle nous permettra de voir si la courbe ou le polygone de fréquences est symétrique ou dissymétrique.

$$\hat{X} < \check{X}_e < \bar{X}_p$$

L'étalement du polygone des fréquences de la distribution vers la droite est justifié par cette double inégalité.

En utilisant l'algorithme du logiciel Matlab, nous avons le même histogramme de fréquence et polygone des fréquences trouvés en appliquant la méthode de LIORZOU.

8 ESTIMATION DES PARAMÈTRES DU MODÈLE

La densité de probabilité de la loi choisie est donnée par l'expression suivante :

$$p(x) = \frac{\lambda \log_{10} e}{x \sigma \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(\log_{10} X - \log_{10} \check{X}_e)^2}{2\sigma^2} \right]$$

Où la densité de probabilité $p(x)$ représente l'effectif en grandeur réduite et la variable aléatoire X_i n'est autre que le milieu de la classe pluviométrique.

Les trois paramètres du modèle à déterminer sont : λ , σ et $\check{X}_e$

Avec : $-\lambda$: Indice impulsif

$-\sigma$: Ecart-type

$-\check{X}_e$: Mediane

CALAGE DU MODÈLE SUR LES DONNÉES EXPERIMENTALES

La courbe de calage du modèle est représentée par la figure 4.

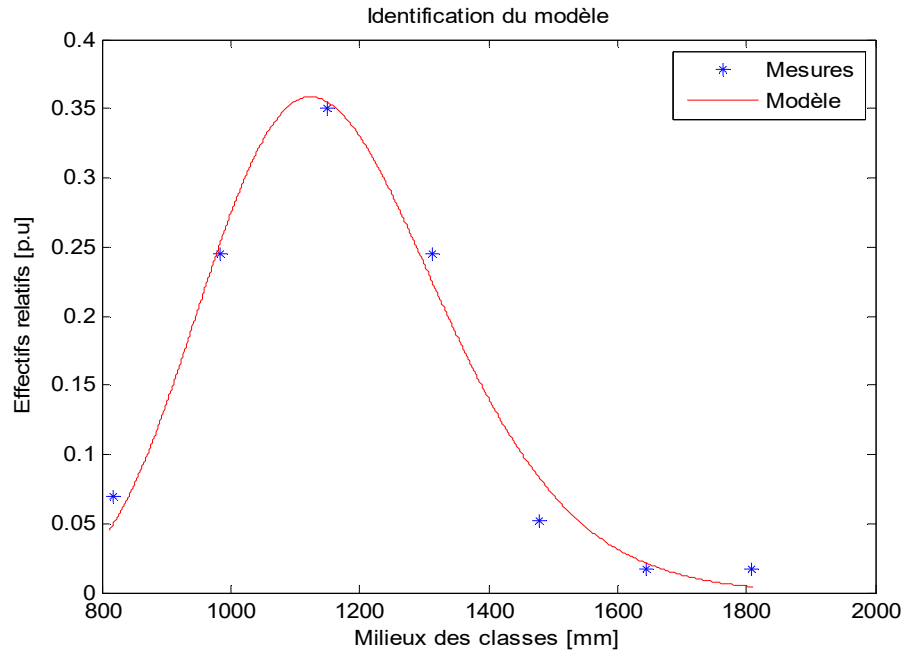


Figure 4 : identification du module

Le modèle étant non linéaire et n'ayant aucune indication sur les erreurs de mesures (bruits et/ou écart-types), nous avons eu recours à la méthode de moindres carrés non linéaires pour l'estimation de ces trois paramètres. L'optimisation a été réalisée à l'aide d'un algorithme basé sur la fonction *lsqcurvefit* (least squares curve fit) ou *lsqnon* (least squares non linear) du logiciel Matlab

La courbe de calage du modèle représentée par la figure 4 ci-dessus indique une bonne adéquation entre les mesures et le modèle identifié.

Comme résultat, le tableau 4 ci-dessous fournit les valeurs des estimées optimales des paramètres obtenues.

Tableau 4: Paramètres optimaux

Paramètres	Valeur estimée
$\hat{\lambda}$	163.8157 mm ²
σ	0.0695 mm
$\hat{x}_e$	1153.7 mm

9 CONCLUSION GÉNÉRALE

En nous référant aux données récoltées à la station Kolwezi Oliveira virgule, l'évolution du niveau pluviométrique montre qu'il y a eu de fortes précipitations entre les années 1978-1979 et 1986-1987 ainsi que des faibles précipitations entre les années 1957-1958 et 1993-1994.

Nous pouvons aussi confirmer que la destruction de la forêt NGONZO située à proximité du village WALEMBA à partir des années 1990, avait été la cause de faibles précipitations

Les faibles précipitations sont toujours à la base de la mauvaise récolte, de la famine, du mauvais rendement des cultures maraîchères, de la démotivation des agronomes et des cultivateurs.

Le polygone des fréquences de la distribution des données pluviométriques est une courbe dissymétrique étalée vers la droite car $\hat{X} < \tilde{X}_e < \bar{X}_p$ et dont la densité de probabilité est celle de la loi de lognormale. Ou loi de Galton ou de Gibrat, Gauss.

Le modèle étant non linéaire, l'estimation des 3 paramètres de la loi lognormale se fait par la méthode des moindres carrés non linéaires.

L'optimisation a été réalisée à l'aide de l'algorithme basé sur la fonction Isqcurvefit ou Isqnon du logiciel Matlab. La courbe de calage du modèle donné, indique une bonne adéquation entre les mesures et le modèle identifié. Les paramètres estimés ainsi obtenus sont $\hat{\lambda} = 163,8157 \text{ mm}^2$, $\hat{\sigma} = 0,0695 \text{ mm}$, $\hat{x}_e = 1153,7 \text{ mm}$.

La recommandation à apporter pour que cette publication représente une réalité attendue est d'éviter la destruction des forêts pour qu'il y ait abondance des pluies et que le polygone des fréquences de la distribution du niveau pluviométrique soit normal ou symétrique.

REFERENCES

- [1] BLAVOUX, B, et MUDRY J,(1986) : «influence des pluies estivales sur la qualité des réserves de l'aquifère karstique sous climat méditerranéen : le rôle du sol et de l'épikarst dans la concentration des chorures». Bulletin société Géologique France Paris 8, t.2, 4 :685 p.
- [2] GILLERT, P,(1993) : L'eau du manteau terrestre», la recherche n° 24, p 676-685.
<https://www.u-picardie.fr/beauchamp/cours-qge/du-134htm>.
- [3] NEWSON M, (1994): Hydrology and the river environment Clarendon Univ, oxford ,275p.
- [4] J.P. LABORDE(2000) : Elements d'hydrologie, Cours, Univ. Nancy, 191p.

Caractérisation des activités agro-pastorales dans les provinces du Bas-Uélé et du Haut-Uélé

[Characterization of agro-pastoral activities in of the upper and lower Uele Provinces]

LANDA ZENGBE Bertin-Richard¹, NYONGOMBE UTSHUDIENYEMA², NSHIMBA SEYA WA MALALE³, and DANADU MIZANI⁴

¹Faculté de Sciences Agronomiques, Département de la Phytotechnie, Université de l'Uélé à Isiro, RD Congo

²Faculté de Sciences Agronomiques, Département de la Zootechnie, Université Pédagogique Nationale à Kinshasa, RD Congo

³Faculté des Sciences, Département d'Ecologie et Gestion des Ressources Végétales, Université de Kisangani à Kisangani, RD Congo

⁴Faculté des Sciences, Département d'Ecologie et Gestion des Ressources Animales, Université de Kisangani à Kisangani, RD Congo

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

ABSTRACT: In the upper and lower Uele Provinces, the agro-pastoral activities practiced have a traditional characterization. These activities include crops and livestock. The farmers surveyed are more farmers than herders. The cultivation system is slash-and-burn agriculture targeting low-productivity food crops harvested for two years on small areas of less than one hectare and then abandoned in search of another fertile land. Cattle breeding (poultry) in wandering and careless dominates over large livestock. The farmers surveyed use crops and livestock separately. They misunderstand the management of integrated agriculture (association crops + livestock). Cultural activities occupied more women (89%) than men (11%). Few young people are interested in agriculture. The majority of farmers (98.75%) grow during the rainy season and minority (1.25%) during the dry season in the shallows. The marketing of agro-pastoral products (96.67%) is done in most cases without accounting and use of the standard unit of measurement of sale. The processing, packaging and storage of agro-pastoral products is done 100% in a traditional way. The price of crop products is too low. The observation is that the characterization of the agro-pastoral activities observed is far from improving the living conditions of the farmers surveyed. Knowledge of the rational management of integrated farming by the surveyed farmers would be an asset to enhance their agro-pastoral potential, increase their agro-pastoral production and protect their environment.

KEYWORDS: Agriculture, Livestock, Marketing, Management, Environment.

1 INTRODUCTION

À l'époque coloniale, le grand potentiel agro-pastoral de la République Démocratique du Congo fut mis en valeur par l'entremise des cultures obligatoires, d'élevage et la mise en place, plus tard, des paysannats, qui réquisitionnèrent la main-d'œuvre locale.

Après l'accession à l'indépendance, la République Démocratique du Congo n'a pas véritablement jeté les bases d'une autonomie alimentaire telle qu'en témoigne l'absence à l'heure actuelle de petites et moyennes industries dans le secteur agro-alimentaire ainsi que le volume élevé des importations des denrées alimentaires. Les slogans éloquentes du genre «

autosuffisance alimentaire; agriculture: priorité des priorités » lancés par le passé n'ont pas suffi à donner le dynamisme nécessaire au décollage véritable de ce secteur clé d'une économie qui se cherche encore [1].

L'agriculture est un enjeu stratégique pour le développement de la République démocratique du Congo. Les agriculteurs et les agricultrices restent donc le groupe cible le plus important pour le dynamisme de la production agricole et la lutte contre la pauvreté en République Démocratique du Congo [2].

Aujourd'hui, dans les Provinces du Bas-Uélé et du Haut-Uélé, les potentialités agro-pastorales sont vraiment disponibles. Les paysans enquêtés font des activités agro-pastorales et n'améliorent pas leur condition de vie.

Il y a à se demander:

1. Est-ce-que la caractérisation des activités agro-pastorales observée chez les paysans enquêtés peut-elle vraiment faire décoller le développement agro-pastoral dans le bassin de l'Uélé?
2. Quel type d'agriculture productive peut-on redynamiser pour valoriser les potentialités agro-pastorales observées dans les Provinces du Bas- Uélé et du Haut-Uélé?

Les hypothèses sont:

1. La caractérisation des activités agro-pastorales observées chez les paysans enquêtés du Bas-Uélé et du Haut-Uélé ne pouvait faire décoller le développement agro-pastoral dans le bassin de l'Uélé.
2. L'agriculture intégrée (association culture + élevage et l'agroforesterie) orientée vers de petites et moyennes industries dans le secteur agro-alimentaire serait le type d'agriculture productive à redynamiser pour sédentariser les paysans enquêtés et valoriser les potentialités agro-pastorales disponibles observées dans le bassin de l'Uélé.

L'objectif de ce travail est de caractériser les activités agro-pastorales pratiquées par les paysans enquêtés dans le bassin de l'Uélé, proposer le type d'agriculture qui peut redynamiser et valoriser les potentialités agro-pastorales disponibles observées dans les Provinces enquêtées.

Pour réussir à atteindre les objectifs, il faut user de l'observation, de l'enquête et s'assurer de l'adhésion des populations bénéficiaires, laquelle s'obtient par la méthode participative qui consiste à placer les paysans enquêtés comme acteurs qui participent au processus de la recherche pour faire valoriser leurs potentialités agro-pastorales. A cela s'ajoute la recherche et l'analyse documentaire, les consultations sur les sites web.

Au total, 480 ménages dont 60 chefs de ménages qui pratiquent les activités agro-pastorales dans huit territoires (Dungu, Niangara, Rungu, Wamba dans la Province du Haut-Uélé et Ango, Bambesa, Buta et Poko dans la Provinces du Bas-Uélé) sont choisis pour l'enquête de mars 2014 à juin 2015.

Selon les zones d'étude, il y a deux provinces, 12 territoires et 95 collectivités dont 84 collectivités chefferies et 11 collectivités secteurs localisés dans le bassin de l'Uélé au nord de la République Démocratique du Congo.

Par souci de la représentativité des provinces, des territoires et des collectivités, le taux de sondage est de 100% pour deux Provinces, de 66,6 % pour huit territoires et de 84.2 % pour quatre-vingt collectivités enquêtés.

Grâce aux différents logiciels ci-après, les données récoltées ont été saisies. Le Word et Excel ont servi pour le traitement de texte, le stockage des données et la présentation du présent travail. La R 2.15.0, a aidé à faire le calcul des effectifs, des probabilités, des moyennes, des proportions et des pourcentages.

Compte tenu des potentialités agro-pastorales disponibles observées dans les Provinces du Bas-Uélé et du Haut-Uélé, les résultats et discussions portent à réfléchir sur la caractérisation des activités agro-pastorales observées dans le bassin de l'Uélé.

2 RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

La caractérisation des activités agro-pastorales observées auprès des ménages enquêtés dans les Provinces du Bas-Uélé et du Haut-Uélé est marquée par la structure de ménage, les cultures pratiquées, l'élevage et la commercialisation des produits agro-pastoraux.

2.1 STRUCTURE DE MÉNAGE

2.1.1 SEXE

Dans le bassin de l'Uélé, sur l'ensemble des ménages enquêtés dans les Provinces du Bas- Uélé et du Haut-Uélé, les chefs de ménages déclarent que l'agriculture et l'élevage de petit bétail occupent plus les femmes (89 %) que les hommes (11 %). Cela s'explique par le fait que, ce sont les femmes qui produisent les aliments et les préparent pour nourrir leur famille.

Généralement, la plupart des paysans sont des femmes, celles-ci produisant plus de la moitié de la production alimentaire mondiale, allant jusqu'à 75 % voire 80 % dans certaines régions du globe [3].

Pour l'année 2010, en RDC, la part des femmes dans la population active est estimée à 38,5 %, dont 72,6 % actives dans l'agriculture [4].

Souvent, les femmes prennent en charge environ 66 % de la production agricole. Les impacts liés à ces responsabilités sont donc souvent mal compris et négligés [5].

Elles sont plus impliquées en agriculture où elles développent surtout les cultures vivrières. Elles jouent en milieu rural, un rôle important et constituent le pilier du secteur agricole. Ce sont elles qui produisent les aliments de grande consommation, cultivent, élèvent la volaille et des petits animaux et fournissent la main d'œuvre agricole nécessaire [6].

C'est ainsi qu'en milieu rural, ce sont généralement les femmes qui sont responsables de l'agriculture de subsistance pour la consommation alimentaire de la famille et de la communauté, cependant elles sont également actives dans le secteur agricole de rente et dans la transformation des produits alimentaires pour la vente [7].

Elles s'occupent de l'agriculture et les hommes de la chasse et de la pêche [8].

En considérant le genre comme un des facteurs qui caractérise la production agro-pastorale, le chef de ménage féminin produise moins que le ménage ayant pour chef de ménage le sexe masculin.

En RDC, il y a beaucoup plus des chefs de ménages féminins dans les classes de consommation alimentaire pauvre et limite que dans celle de consommation acceptable. Par ailleurs, 78 % des ménages gérés par une femme sont plus indigents alors que pour les hommes, la proportion d'indigence est de l'ordre de 18 %. Le critère genre du chef de ménage semble donc, a priori, déterminant par rapport à la pauvreté et donc au fonctionnement économique du ménage [9].

Ainsi, le rôle de la femme dans la caractérisation des activités agro-pastorales est non négligeable. Cependant, une attention particulière doit être accordée à la femme en matière d'encadrement agro-pastoral. Pour le mieux, l'homme et la femme doivent jouer les rôles complémentaires dans la caractérisation des activités agro-pastorales en partageant leurs tâches relatives à la production agro-pastorale.

2.1.2 AGE

La majorité de la population congolaise qui pratique l'agriculture dans les Provinces du Bas- Uélé et du Haut-Uélé se situe dans la tranche d'âge qui varie de 20 à 65 ans (Figure 1).

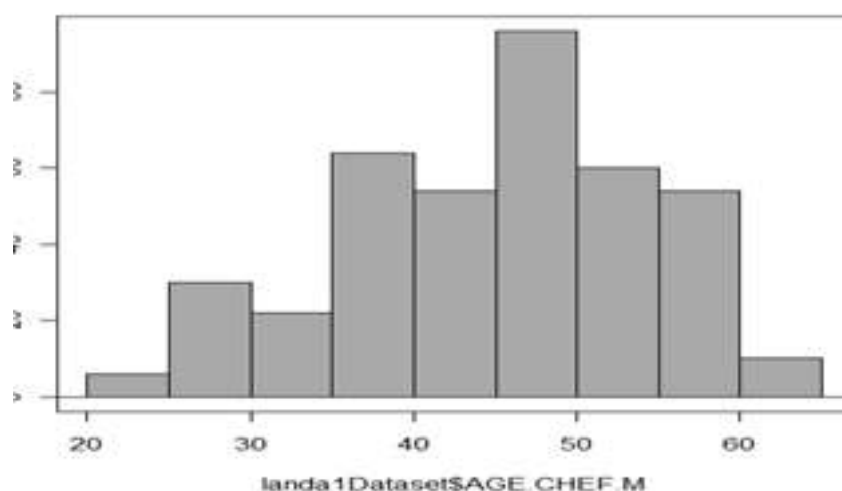


Figure 1. Tranche d'âge de chefs de ménages pratiquant les activités agro-pastorales.

La fréquence de la pratique des activités agro-pastorales est plus observée chez le chef de ménage dont la tranche d'âge varie de 35 à 55 ans que chez les chefs de ménages jeunes dont la tranche d'âge est entre 20 et 35 ans. Cela démontre que les jeunes et les plus âgés s'intéressent moins aux activités agro-pastorales. Cette faible proportion de la jeunesse dans la pratique des activités agro-pastorales est justifiée par le fait que l'exploitation minière paye mieux que l'exploitation agro-pastorale. Pour les paysans plus âgés, la faible proportion s'explique par le fait que les vieux n'ont plus de force pour les travaux agro-pastoraux.

Cependant, le concept «Jeunesse» est défini comme l'ensemble des personnes des deux sexes âgées de 15 à 35 ans dont dépend le dynamisme de la production agricole [10].

Ainsi, les jeunes disposent d'atouts indéniables; comme la force physique, le goût de l'argent dans leurs activités, les capacités d'apprentissage et de produire, la volonté de présenter un travail bien soigné, le besoin de faire la différence dans les initiatives. L'encadrement et l'implication des jeunes dans le secteur agro-pastoral sont des pistes pour sortir un pays de la crise alimentaire [11].

2.2 CULTURES PRATIQUÉES

2.2.1 SAISON DES CULTURES

Dans les Provinces du Bas-Uélé et du Haut-Uélé, les activités culturelles s'étalent sur deux saisons. Il s'agit de la saison de pluie caractérisée par une pluviométrie abondante et la saison sèche par les faibles précipitations.

La majorité, soit 99% des enquêtés cultivent seulement pendant la saison de pluie. Les systèmes de production sont essentiellement pluviaux. C'est un manque à gagner pour les paysans qui peuvent aussi valoriser le bas-fond pendant la saison sèche, en étant indépendant de réseau pluvial par recourt à l'arrosage ou à l'irrigation pour augmenter et diversifier leur production agro-pastorale. Mais, seulement la minorité, soit 1 % exploite la saison sèche par les cultures maraîchères. Ce qui dénote un manque à gagner pour cette population enquêtée en saison sèche. Il est important d'insérer dans les habitudes des ménages enquêtés la pratique des activités agro-pastorales dans le bas-fond pour diversifier la production agro-pastorale.

Lors des enquêtes, il a été constaté que la capacité nationale et provinciale d'aménagement et de mise en valeur de bas-fonds constituant une des potentialités agro-pastorales qu'on peut exploiter pendant la saison sèche est sérieusement négligée dans le bassin de l'Uélé. Cela est motivé par l'absence de techniciens, le non opérationnalité de services d'encadrement nationaux et provinciaux et le non-assistance tant matérielle que financière.

Pour la relance du sous-secteur des aménagements hydro-agropastoral, il est nécessaire d'investir dans la construction de nouveaux périmètres dans le bas-fond, de renforcer la capacité locale par le biais d'une formation technique adaptée aux

besoins des producteurs et des encadreurs nationaux, provinciaux et de mettre à disposition les intrants nécessaires à la production agro-pastorale.

2.2.2 COMPORTEMENT CLIMATIQUE

Souvent, le comportement climatique est déterminé à l'aide de moyennes établies à partir de mesures statistiques journalières, mensuelles et annuelles sur des données atmosphériques locales: température, pression atmosphérique, précipitations, ensoleillement, humidité, vitesse du vent.

En procédant au questionnement, la totalité (100 %) des ménages enquêtés dans le bassin de l'Uélé affirment l'inexistence journalière, mensuelle et annuelle de mesures statistiques des données climatiques.

C'est ainsi que dans les Provinces du Bas-Uélé et du Haut-Uélé, la contribution de la population au changement climatique est faible, mais c'est l'une des plus vulnérables à ses impacts résidant dans la chute probable de la productivité agro-pastorale.

Il est toutefois difficile de prédire les impacts avec précision et la vulnérabilité, mais également à cause d'un manque de données de bases nationales et provinciales fiables.

Il existe à ce jour peu d'informations sur les tendances exactes du changement climatique. Il y a peu d'analyses au niveau national et local sur le changement climatique. La majorité des données exploitées sont incomplètes à cause des années de conflits, du déclin de l'administration étatique et de la majorité des systèmes de surveillance.

Il ressort, que la moitié de chef de ménage enquêté, soit 51% confirment la stabilité de climat. Mais, 49 % de la population se plaignent de changements climatiques qui ne leur permettent pas de respecter le calendrier agricole.

Considérant le lien entre stabilité et changement climatique, après le calcul statistique, il ressort que le p-value = 0,715. La différence constatée entre la stabilité et le changement est non significative.

Cela montre que les paysans enquêtés ont une approche incertaine des évolutions à venir sur le plan climatique.

Le changement climatique constaté chez les ménages enquêtés se manifeste par le changement des régimes de précipitations et de température avec un risque accru de catastrophes telles que les inondations, l'érosion, des glissements de terrain, ainsi qu'une augmentation de l'incidence, de la résistance et de la virulence de certaines maladies.

Les perturbations climatiques observées sont dues au décalage du calendrier agricole en fonction du retard et/ou du raccourcissement de la saison des pluies et influencent négativement la production agro-pastorale des paysans enquêtés. De ce fait, l'agriculture devient une activité de risque.

C'est pourquoi, des mesures d'adaptation aideront la population enquêtée à mieux faire face aux impacts du changement climatique. L'application de mesures d'adaptation adéquates sera une priorité pour la RDC en général et les Province du Bas-Uélé et du Haut-Uélé en particulier afin de prendre en compte la vulnérabilité des populations les plus pauvres aux impacts du changement climatique.

La RDC a dûment préparé en 2006 un programme national d'adaptation d'action. Les mesures potentielles d'adaptation au changement climatique, en particulier dans le secteur de l'agriculture incluent : le zonage, le reboisement, l'amélioration des pratiques agricoles, l'amélioration de la commercialisation des produits agricoles, la promotion de la diversification économique. La transition vers une économie verte contribuerait à réduire le taux de pauvreté et la vulnérabilité à de nombreuses menaces accentuées par le changement climatique. Elle permettrait également de saisir les occasions que présentent les systèmes d'atténuation climatique liés à la préservation des forêts.

Le rôle des forêts à cet égard est essentiel pour atténuer le changement climatique.

La mise en place de ces mesures devrait contribuer à réduire les impacts sur les forêts, à impliquer les communautés dans la gestion des écosystèmes et ce, grâce notamment à des formations sur les pratiques des activités agro-pastorales, la promotion de la recherche agronomique, la valorisation des connaissances locales sur la gestion des potentialités agro-pastorales.

La RDC a l'obligation d'améliorer la préparation au changement climatique, d'assurer une adaptation appropriée et de garantir la faisabilité des mesures d'atténuation, il conviendra d'améliorer la compréhension de la science climatique, des modélisations, de la création des scénarios, ainsi que des impacts climatiques. Des investissements doivent d'ailleurs être réalisés pour former des experts locaux dans ce domaine.

À ce jour, le secteur de l'agriculture a été signalé comme étant prioritaire vu la grande dépendance de l'agriculture vivrière au régime des pluies. Une évaluation détaillée de la vulnérabilité est nécessaire dans le secteur agro-pastoral y compris au niveau provincial pour identifier les besoins et établir les actions prioritaires.

Cela signifie que les décideurs pourront incorporer les mesures appropriées dans leurs plans de développement (par exemple, les bonnes cultures aux bons endroits selon les changements climatiques anticipés). Pour rendre cela possible, il faudra rassembler des données fiables et renforcer les capacités des chercheurs, des encadreurs et des paysans.

2.2.3 SYSTÈME DES CULTURES

On distingue deux systèmes des cultures: l'un de secteur moderne constitué de grandes exploitations agricoles et l'autre de secteur traditionnel de type familial.

Le système d'exploitation moderne se fonde essentiellement sur les cultures de rente (café, thé, palmier à huile, hévéa, cacao, quinquina, canne à sucre).

Le système d'exploitation traditionnel est peu productif et les rendements sont en fonction de la superficie plutôt que de la productivité de l'unité de surface. Les systèmes de production sont des cultures vivrières essentiellement pluviaux et les cultures dominantes sont les plantes à tubercules, la banane plantain, le maïs, le riz, l'arachide et le haricot.

Ce système d'exploitation exige généralement beaucoup de travail et de terre par unité de produit et, de ce fait, ne permettent qu'une faible rémunération des facteurs de production et ne nécessite qu'un outillage rudimentaire (machette, houe et hache). Les paysans recourent à des semences locales, boutures et rejets tout venant, généralement des variétés dégénérées; à des techniques peu exigeantes en capital et souvent favorables à la conservation du milieu naturel.

D'après nos investigations, la totalité des paysans enquêtés (100%) font le système d'exploitation traditionnel basé sur une agriculture itinérante sur brûlis à faible productivité motivée par des techniques traditionnelles relativement rudimentaires, des surfaces cultivées réduites, l'usage des outils manuels (houe, machette et hache), le manque de moyens financier pour achat machine, les semences dégénérées, non utilisation d'engrais et produits de traitement. Les techniques de transformations, conditionnements et stockages des produits agricoles sont des manières artisanales. La dégénérescence des semences s'explique par le quasi-abandon des activités des recherches dans les centres de sélection, de production et de multiplication de semences. C'est le cas de l'INERA Bambesa et SENSEM à Dingila dans la Province du Bas-Uélé. Pour exploiter les sols, les petits exploitants recourent à l'incinération de champ, aux défrichages qui sont des techniques courantes pour une exploitation agricole. Ces techniques, souvent dégradent le sol et ont un impact sur l'environnement. Cela amène les cultivateurs à déplacer continuellement leur champ à la recherche d'un sol fertile.

L'agriculture itinérante sur brûlis est un système agraire dans lequel les champs sont défrichés par le feu. Le sol perd rapidement une partie de son activité microbienne, de sa matière organique, mais seulement, une faible part du carbone qui existait dans les arbres et la strate herbacée est transférée au sol, sous forme de charbon de bois (1,7 % de la biomasse forestière antérieurement présente, en zone tropicale). Cette agriculture extensive itinérante peut aboutir à la disparition de la forêt qui peut avoir des conséquences fâcheuses sur le dynamisme de la production agricole. Sur la parcelle ainsi libérée, l'agriculteur sème ses cultures sans labour. Au bout de 3 à 5 ans, la fertilité est épuisée et la parcelle est abandonnée à la friche: la mise en jachère, permettant la régénération forestière, dure de 5 à 15 ans [12].

Ce genre des techniques sur le sol ont fait disparaître la couverture végétale lorsqu'elle est trop sollicitée (incendies, coupes à blanc, défrichage, surpâturage), le sol reçoit directement les pluies qui le percolent, entraînent un certain nombre de composants vers les horizons inférieurs (humus, sels de fer, bases, argiles). On aboutit à ce que l'on appelle un sol lessivé. Cela, souvent pose problème pour une bonne production tant animale que végétale [13].

Dans le système traditionnel, les pratiques agricoles sont majoritairement non durables car elles sont constituées exclusivement d'agriculture de subsistance sur brûlis et sont pratiquées dans un contexte de croissance démographique rapide. La mécanisation et l'utilisation d'intrants agricoles sont peu répandues, et les perspectives d'amélioration qui se basent sur les méthodes agricoles modernes d'intensification sont limitées en raison du coût élevé du carburant et des intrants chimiques [5].

En plus, les paysans enquêtés (100 %) ont la méconnaissance de la gestion de système de l'agriculture intégrée (association culture + élevage et l'agroforesterie) pourtant le bassin de l'Uélé a un potentiel considérable dans ce domaine.

Pour redynamiser les activités agro-pastorales dans les Provinces du Bas-Uélé et du Haut-Uélé, une attention particulière doit être accordée à la sédentarisation de ces activités et à la gestion rationnelle de la fertilité du sol par le système de

l'agroforesterie recourant aux légumineuses. Les investissements en nouvelles semences et aux géniteurs de qualité pourraient aussi stimuler la production agro-pastorale et doubler, voire tripler, les rendements.

Il convient de reformer les activités agro-pastorales dans la perspective de l'économie verte et d'encourager les petits agriculteurs à adopter des techniques d'agriculture de conservation à faible coût dans le but d'augmenter les rendements agro-pastoraux tout en minimisant les dégâts environnementaux. Ces considérations sont d'autant plus pertinentes au regard de leur accès limité à des capitaux et à des intrants agro-pastoraux.

2.2.4 PRINCIPALES CULTURES

Les principales cultures sont plus fournies par l'agriculture vivrière qui est une agriculture où l'agriculteur cultive la terre dont la dimension est relativement modeste avec l'aide de sa famille en vue de consommer.

Elle est cruciale pour la subsistance de la majorité de la population de la RDC [5].

Dans les Provinces enquêtées, les principales cultures ou spéculations sont figurées dans le tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1. Principales cultures pratiquées dans le bassin de l'Uélé

Cultures	Effectifs(480)	(%)
1. Vivrières		
Manioc	480	100
Riz	480	100
Maïs	480	100
Arachide	434	90,42
Banane	364	75,83
2. Maraîchères		
Légume et Oignon	152	31,67
Tomate	130	27,08
3. Industrielles		
Café	94	19,58
Palmier	44	9,17
Coton et Hévéa	14	2,92

Les principales cultures vivrières sont: le manioc (100%), le riz (100%) et maïs (100%), l'arachide (90.42%) et la banane (75.83%). A cela s'ajoute les cultures maraîchères : les légumes et oignons (31.67%), les tomates (27.08%) et les cultures industrielles: le café (19.58%), le palmier (9.17%), le coton et l'hévéa (2.92%).L'hévéa comme culture est complètement abandonné dans les Provinces enquêtées.

Souvent, les cultures vivrières sont pratiquées surtout par des ménages agricoles pas suffisamment encadrés, sur de petites étendues (moins d'un hectare), avec des outils rudimentaires, des semences non améliorées et des techniques traditionnelles [14].

Les paysans s'adonnent à ces cultures vivrières en vue d'assurer leur alimentation, en cultivant un peu de tout (polyculture).

Sa productivité est gravement touchée par les parasites et les maladies des végétaux. À cause de la faiblesse des services agricoles, il est encore plus difficile pour les agriculteurs d'adopter des solutions techniques appropriées.

Toutefois, les cultures vivrières représentent environ 80 % de l'agriculture des pays en voie de développement. Elles s'intègrent largement dans le cadre d'une économie de subsistance, contrastant avec l'agriculture industrielle qui livre sa production comme matière première à l'agro-industrie et à l'agro-alimentaire, et aussi à l'agriculture commerciale, qui est insérée dans un système de commercialisation à l'échelle locale, nationale et internationale. Cela suppose une logistique adaptée (transport, conditionnement et silos de stockage) [3].

D'après le constat lors des enquêtes, il ressort que les cultures industrielles sont abandonnées dans le bassin de l'Uélé. Cela se justifie, à la suite de la zaïrianisation en 1973, les champs et les plantations sont abandonnés et les industries fermées.

Jadis, les Provinces du Bas-Uélé et du Haut-Uélé avaient des industries et de grandes plantations de cultures de rentes (de palmier à huile, de caoutchouc, de café, de coton) qui autrefois s'étendaient sur de vastes terres et assuraient une source importante d'emplois et de revenus, mais aujourd'hui ont fait faillite, engendrant chômage, abandon des terres et arrêt des investissements.

Le secteur de l'agriculture est une importante source d'emplois. Plus de 10 millions de personnes étaient impliquées dans le secteur de l'agriculture en 2005 et il est probable que ce nombre a atteint 15 millions en 2010. Le potentiel d'accroissement dans ce secteur est important, particulièrement si l'on rénove les milliers de fermes qui sont abandonnées [15].

Cependant, les cultures industrielles ont pour objet de développer le revenu des exploitations agricoles ainsi que l'activité économique des zones rurales. Elles sont du type intensif et livrent leur production comme matière première à l'agro-industrie et à l'agro-alimentaire. Ce sont des activités qui permettent de diversifier et de valoriser la production agricole, et également de limiter les besoins d'importation. Ces cultures sont généralement des cultures de plein champ, fortement mécanisées [16].

Pour moderniser l'agriculture, il faut la mécaniser et faire d'elle une activité intéressante c'est-à-dire rémunératrice. Cette mécanisation suppose elle-même la connaissance de la gestion des facteurs de production, le regroupement des paysans pour l'achat de matériel, et le travail de champs collectifs plus vastes, afin de rentabiliser les équipements [17].

L'exploitation agricole moderne recoure effectivement à la mécanisation agricole, utilise des intrants améliorés, engage des travailleurs agricoles et dispose de superficies variables selon qu'il s'agit de Petite et Moyenne Entreprise Agricole 2 à 10 ha, et les grandes exploitations agricoles de plus 10 ha jusqu'à 4 000 ha [9].

C'est pourquoi, l'augmentation de la production dans le secteur moderne entraînerait un accroissement considérable de l'emploi, une valorisation des potentialités agro-pastorales, une réduction de la pauvreté, une base d'exportation plus diversifiée, et une meilleure situation du taux de change. Ceci nécessiterait des investissements en capital et en mécanisation, ce qui stimulerait la productivité, et pour planter et récolter sur de nouvelles terres.

2.3 ELEVAGE

Le système d'élevage est un ensemble d'éléments en interaction dynamique et organisés par l'homme en vue de valoriser des ressources par l'intermédiaire d'animaux domestiques pour obtenir des productions variées (lait, viande, œuf, cuirs et peaux, fumure) ou pour répondre à d'autres objectifs [18].

Dans le bassin de l'Uélé, l'élevage est une activité secondaire. Le système d'élevage est traditionnel. Les paysans enquêtés le font, soit pour leur subsistance, soit pour des fins commerciales ou à titre d'épargne, soit encore comme moyens de règlement des frais sociaux (paiement de la dot, réception des notables ou hôte de marque, achat de biens durables pour la maison, soins de santé, frais de scolarité).

Ce mode d'élevage à titre d'épargne, est «le fait, que les ruraux consacrent traditionnellement l'essentiel de leurs activités à l'agriculture et, investissent les revenus dans le bétail» [19].

Dans les Provinces du Bas-Uélé et du Haut-Uélé, les espèces animales domestiquées sont présentées dans le tableau 2 ci-après.

Tableau 2. Espèces animales domestiquées

Animaux d'élevage	Effectifs(480)	%
Petits bétails		
Poule	382	79,58
Canard	124	25,83
Pigeon	14	2,92
Chèvre	118	24,58
Mouton	64	13,33
Porc	60	12,5
Tilapia	32	6,7
Gros bétails		
Vache	24	5

Cinq types d'élevages ont été recensés, il s'agit notamment des volailles (Poule: 79.58%, Canard: 25.83%, Pigeon: 2.92%), des caprins (Chèvre: 24.58%), des porcins (Porc: 12.5%), des ovins (Mouton:13.33%), des bovins (Vache: 5%) et de la pisciculture (Tilapia: 6.7 %).

Il faut remarquer qu'il s'agit rarement de troupeaux importants. La plupart de ces bêtes surtout le porc et les poules sont victimes des épidémies par manque des produits vétérinaires appropriés, de supplément alimentaire et l'absence d'une politique d'amélioration de la qualité de cet élevage par manque d'encadrement de personnels vétérinaires dans les Provinces enquêtées.

L'élevage de volailles est très répandu. Il est plus pratiqué par la population du Bas-Uélé et du Haut-Uélé de façon et à des degrés qui diffèrent selon les espèces. Elles sont élevées à l'état sauvage et ne bénéficient pas de soins vétérinaires. Les principales espèces élevées sont les gallinacés, les anatidés et les colombidés. Les gallinacés (poules et coqs) constituent l'espèce la plus nombreuse. Les anatidés (canards et canes) les suivent. Quant à l'élevage des colombidés, il est peu pratiqué et se concentre en milieu urbain.

Les caprins sont élevés en milieu rural où ils servent principalement à régler les factures de dot, à réparer les préjudices auprès de tiers et à financer les funérailles ou encore à faire face aux dépenses occasionnelles.

À l'instar des caprins, l'élevage de porcins prend de plus en plus d'importance, aussi bien en milieu urbain (où ils sont élevés en enclos) qu'en milieu rural, où ils vivent en divagation. Ils sont utilisés aux mêmes fins que les caprins. Lors des investigations en 2014, ils étaient décimés par une maladie non encore connue.

L'élevage des ovins est peu pratiqué, sans doute à cause des habitudes alimentaires (beaucoup de gens n'apprécient pas leur chair).

L'élevage de bovins (Vache) est principalement pratiqué par des structures organisées (ONG, confessions religieuses, sociétés ou chefferies) ; on signale aussi sa pratique par des particuliers et des éleveurs Mbororo. Ce type d'élevage est à encourager pour une agriculture intégrée.

La pisciculture est une activité peu pratiquée dans la zone malgré la permanence des eaux de plusieurs sources et rivières. Ce type d'élevage est à vulgariser pour valoriser les bas-fonds disponibles en Provinces du Bas-Uélé et du Haut-Uélé.

Souvent, le développement de l'élevage dans les zones enquêtées se heurte à des difficultés comme:

- les conflits entre habitants suite à la divagation des animaux, car ils constituent un danger permanent pour les champs à proximité du village ;
- l'accès difficile des éleveurs aux vaccins qui occasionne beaucoup de perte d'animaux;
- le manque d'encadrement à tous les niveaux; et
- la relégation au second plan, au niveau provincial et national, du sous-secteur élevage malgré le déficit criant et chronique en protéine animale et la faible consommation en viande.

Pour se prémunir des dégâts que des animaux domestiqués occasionnent sur les cultures de cases et maîtriser leurs élevages, quelques éleveurs attachent les petits ruminants par des cordes à des piquets dans les herbages voisins des habitations.

Toutefois, la divagation des animaux domestiqués rend difficile la récupération de leurs déjections pourtant indispensable pour la restauration de la fertilité de sol. Ce qui nous laisse dire que dans l'ensemble, en Provinces du Bas-Uélé et du Haut-Uélé, l'élevage n'est pas intégré à l'agriculture. Dans la plupart de cas, il n'existe pas d'infrastructures spécifiques pour abriter les animaux. La cuisine et d'autres espaces marginaux (dessous de grenier, abords des cases) sont utilisés pour la stabulation de nuit des petits ruminants et des volailles.

L'intégration de l'élevage à l'agriculture à l'échelle des unités de production de la population enquêtée serait un atout. Elle permettrait de valoriser les complémentarités entre système d'élevage (production de fumure organique) et système de culture (conservation de la biodiversité et la fertilisation des sols) en augmentant les rendements au niveau des paysans.

2.4 COMMERCIALISATIONS

La presque totalité des ménages enquêtés (98.33%) vendent localement leurs produits agro-pastoraux et même ceux qu'ils pouvaient constituer comme réserves des semences ou géniteurs pour leurs prochaines activités agro-pastorales.

Il a aussi été constaté que le système de commercialisation est surtout à l'échelle locale. Les producteurs (96,67 %) ne font pas la comptabilité et n'utilisent pas une unité de vente bien définie comme la balance. Ils recourent à plusieurs formes « d'unité de mesure locale ». Ces unités de mesure locale s'étendent au sac, au panier, à la botte (pour les légumes feuilles), au bassin ou «kopale», au tas, au panier, au «masibu», au verre et au «anite». Cette situation rend difficile le calcul de coût de production et le paysan peut vendre ses produits à de prix non rémunérateur. L'on comprend aisément que la mise en place d'une structure de coordination des activités commerciales des paysans, la standardisation des unités de mesure en utilisant de mesure du poids (balance) ainsi que la facilitation de l'accès à l'information sur les prix des produits vivriers permettraient aux producteurs de faire face aux commerçants intermédiaires et rentabiliser leur production.

Le lieu de la commercialisation est diversifié. Il est déterminé par la quantité à vendre que détient les ménages. Lorsque les ménages réunissent une quantité suffisante, ils préfèrent vendre leurs produits agro-pastoraux, soit au marché et soit dans le foyer minier. En dépit de marché et du foyer minier, certains ménages vendent leurs produits au champ ou à la ferme, en cours de route et au village à leur domicile.

La mise sur le marché des produits vivriers au niveau de paysan est caractérisée par une absence totale d'une coopérative de commercialisation qui l'expose aux difficultés (mauvais état de routes, le moyen de transport, le stockage et le conditionnement) qui affectent considérablement son revenu agricole.

Souvent, la commercialisation des produits se heurte aussi à d'autres difficultés qui affectent considérablement le revenu agricole du producteur et le décourage à la longue c'est notamment: l'état défectueux des routes: cet état rend le transport des produits pénible et fait que le coût de transport devient exorbitant; l'absence des infrastructures de stockage au marché: cette absence diminue la capacité de négociation des producteurs; le nombre toujours croissant d'intermédiaires commerciaux dans le circuit de distribution: il fait que les prix au producteur baissent mais engendrent l'élévation de ce dernier au niveau du consommateur et les tracasseries policières et administratives qui entament les maigres revenus des exploitants. Quand le prix n'est pas rémunérateur, cela affecte les producteurs et joue directement sur le dynamisme de la production agro-pastorale [20].

Le coût extrêmement élevé de la commercialisation, en raison du manque d'infrastructures de transport et de capacité de l'industrie agricole, a maintenu l'agriculture dans un format de subsistance [5].

La totalité (100%) des ménages enquêtés pour valoriser la qualité de leurs produits ont des difficultés dans la transformation, le conditionnement et le stockage. Les produits agro-pastoraux sont traités de manière artisanale ne répondant pas à la norme internationale. Ils sont de faibles qualités avec des prix trop bas, qui découragent les producteurs et ne leur permettent pas d'être compétitifs.

3 CONCLUSION ET SUGGESTIONS

L'agriculture est reconnue comme un secteur économique sur lequel repose le développement. Elle exige des moyens financiers et nécessite d'être soutenue et modernisée pour qu'elle contribue au revenu national.

En Provinces du Bas-Uélé et du Haut-Uélé, la caractérisation des activités agro-pastorales se présente de la manière suivante : les paysans sont plus cultivateurs qu'éleveurs. Ils ont des savoirs et le système agro-pastoral traditionnel. L'élevage est une activité secondaire non intégré à l'agriculture. Il constitue l'épargne dans les ménages enquêtés. Ses grandes caractéristiques sont la divagation, sans soins vétérinaires, ni supplément alimentaire et sans logement adéquat. La totalité de paysan enquêté (100 %) pratiquent une agriculture traditionnelle itinérante sur brûlis avec des petites superficies de moins d'un hectare. Cette forme de l'agriculture à faible productivité est basée essentiellement sur l'autoconsommation orientée plus vers les cultures vivrières. Les cultures maraîchères et industrielles ou d'exportation sont minoritaires et sous-exploitées. Les femmes (89 %) sont plus occupées dans l'agriculture que les hommes. Peu de jeunes s'intéressent à l'agriculture. Presque moitié de la population (49 %), lors de l'enquête, ont constaté le changement climatique pendant la saison culturale. La presque totalité des ménages enquêtés (98,33 %) commercialisent les produits de leurs récoltes ou élevages et ne réservent pas des semences ou géniteurs pour les prochaines activités agro-pastorales. La totalité de paysans enquêtés (100 %) ont des difficultés pour le stockage, la transformation et le conditionnement de leurs produits agricoles ou d'élevages.

Voire de près, la caractérisation des activités agro-pastorales observée dans le bassin de l'Uélé est loin de valoriser les potentialités agro-pastorales, de produire des richesses pour réduire la pauvreté et l'insécurité alimentaire, et d'être le moteur du développement pour la population enquêtée. Il y a nécessité de reformer et sédentariser les activités agro-pastorales en redynamisant l'agriculture intégrée (association culture +élevage et l'agroforesterie) dans le bassin de l'Uélé.

A condition que la politique agro-pastorales vise nécessairement à:

- l'accroissement de la production vivrière pour arriver à l'autosuffisance alimentaire;
- l'accroissement de la production des produits agro-pastoraux servant de matière première aux industries locales;
- l'accroissement de la production des cultures d'exportation génératrices de devises;
- l'implication des jeunes, des hommes et des femmes dans le processus de la production agricole pour leur autonomisation ;
- la multiplication des semences et géniteurs de qualité ;
- la valorisation des ressources agro-pastorales.

Toutefois, les stratégies doivent nécessiter l'encadrement et l'organisation des paysans en coopérative.

REFERENCES

- [1] Tavayi, D., 2010. Agriculture et développement économique en République du Congo. In <http://www.zengamambu.org/liste9c25.html?categorie=ARTICLES>, 06/2016.
- [2] Badibanga, Th. & Ulimwengu, J., 2013. « Introduction: l'agriculture est un enjeu stratégique pour la République démocratique du Congo. Développement de l'agriculture en RDC: contraintes et opportunités ». CISRI-L'Harmattan, Dounia 6: p 8-11.
- [3] Lwoga, E.T., Ngulube, P., Stilwell, C., 2010. « Managing indigenous knowledge for sustainable agricultural development in developing countries: Knowledge management approaches in the social context ». In *The International Information & Library Review*, vol. 42, no 3, p. 174-185.
- [4] Ragasa, C., Kinwa-Muzinga, A. et Ulimwengu, J., 2012. Gender Assessment of the Agricultural Sector in the Democratic Republic of the Congo. IFPRI (collection « IFPRI Discussion Paper », 01201), 68 p.
- [5] Meith, N., 2012. Evaluation Environnementale Post-Conflict de la République Démocratique du Congo. Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNU). Nairobi, KENYA, 351 p.
- [6] Bokagne, F., 2006. Evolution et situation actuelle de l'agriculture. Rapport de synthèse, Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MINADER)-CAMEROUN, 98 p.
- [7] Charlier, S. et Warnotte, G., 2007. La souveraineté alimentaire. Régards croisés. UCL/Presses Universitaires de Louvain et Entraide et Fraternité, 11p.
- [8] Pauwel de Wachter, 2012. « Économie et impact de l'agriculture itinérante Badjoué [sud-Cameroun] », *Civilisations*, 44 | 1997, mis en ligne le 29 juin 2009, Consulté le 01 juillet 2012. Consultation en ligne de l'article [archive], mis en ligne le 29 juin 2009, Consulté le 01 juillet 2012. In <https://civilisations.revues.org/1611>, 09/2016, p 62-93.
- [9] Ntoto, R., Michel, B., Philippe, L., 2015. Quel développement agricole pour la RDC ? Paris: L'Harmattan, p. 45-63.
- [10] Kayumba, A.O., 2009. Politique Nationale de la Jeunesse. République Démocratique du Congo, Ministère de la Jeunesse et des Sports. Les éditions Jeune Congo, Kinshasa, 29 p.
- [11] Kasonia, L.M., 2013. Débats, échanges, réflexions en réseaux. Développement rural au Sud. Politiques Agricoles en République Démocratique du Congo. Réflexion sur la politique agricole congolaise, SOS Faim, Document de réflexion et articles de presse sur les politiques agricoles en RDC, 9 p.
- [12] Fearnside, P.M., Lima, P.M., Graça, A., Rodrigues, F.J.A., 2001. Burning of Amazonian rainforest: burning efficiency and charcoal formation in forest cleared for cattle pasture near Manaus, Brazil. *For Ecol Manage* 146: p 115– 128.
- [13] Colmet-Daage, F. et Lagache, P., (1965). Caractéristiques de quelques groupes de sols dérivés de roches volcaniques aux Antilles Françaises. Equipes de la carte des sols au 1/20 000 des Départements de la Martinique et de Guadeloupe (ORSTOM). In http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/cahiers/PTP/18300.PDF, 07/2016, p 91-121.
- [14] Landa, B.R.Z., (2015). Factors Responsible For Under Exploitation And Promotion Of Agriculture In Of The Lower And Upper Uele Districts, Article, *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, Volume – 3(3), Université de l'Uélé/ISIRO, Province Orientale, République Démocratique du Congo, <http://www.jebas.org>, p. 308-315.
- [15] Herderschee, J., Kaiser, K-A. et Samba, D. M., 2012. "Rapport de synthèse", dans Herderschee, J., Samba, D.M. et Tshibangu, M.T. (éditeurs), *Résilience d'un Géant Africain : Accélérer la Croissance et Promouvoir l'emploi en République Démocratique du Congo*, Volume I Synthèse, contexte historique et macroéconomique, MÉDIASPAUL, Kinshasa, p.1-91.
- [16] Wilson, P.N., Wade, J.C., JULIE P. Leones, J.P., 2010. « The economics of commercializing new industrial crops » [archive], Department of Agricultural and Resource Economics, The University of Arizona, Wiley Interscience, (consulté le 10 juin 2010), p 45–55.

- [17] Lienard, N., 2000. Economie – Les facteurs de production. <http://nicolas.lienard.free.fr/cours/economie/eoent03.htm>, 02/2014, 10 p.
- [18] Dufumier, M. (1996). Les projets de développement agricole. Manuel d'expertise. Paris : CTA-Karthala, (coll. « Économie et développement »), 354 p.
- [19] D'aquino, P. et al. (1995). Système de production mixtes agriculture pluviale et élevage en zones humide et subhumide d'Afrique. Montpellier : CIRAD-EMVT, 117 p.
- [20] Kitsali, J.-H., 2013. « Modèle de fonctionnement des exploitations familiales pour le développement agricole et rural du Katanga ». Thèse de doctorat. Université de Lubumbashi, 300 p.

EVALUATION DE PERFORMANCE DE LA CHAÎNE DE TRAITEMENT D'EAUX DE SURFACE DE LA RIVIÈRE TSHOPO DANS LA RÉGION DE KISANGANI (RD Congo)

[THE PERFORMANCE EVALUATION OF TREATMENT LINE OF WATER ON THE SURFACE OF TSHOPO RIVER IN KISANGANI REGION (DR Congo)]

Joe Emmanuel Baofa LITUMANYA¹, Hubert Kunda KATAPULU², Tharcisse Ondongo MONAMA³, Zoé-Arthur Malumba KAZADI⁴, Phillipe TSALU³, and Lumami KAPEPULA⁵

¹Laboratoire de chimie des substances naturelles, Département de Chimie, Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani, Boite Postale 2012 Kisangani, RD Congo

²Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques de Kindu. B.P. 35 Kindu, RD Congo

³Laboratoire de Chimie, Département de Chimie et industrie, Faculté des Sciences de l'Université de Kinshasa, Boite Postale 190 Kinshasa XI, RD Congo

⁴Laboratoire de Microbiologie, Département de Biotechnologie, Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani, Boite Postale 2012 Kisangani, RD Congo

⁵Centre de Recherche en Hydrobiologie (CRH-Uvira), Département d'Hydrologie, section Hydrochimie, BP 73 Uvira, RD Congo

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

ABSTRACT: Our study is based on the performance evaluation of treatment line of water on the surface of Tshopo River with the characterization of not treated and treated water according to the level of reduction of chemistry substances and bacteria from fecal things not needed is the not treated water captured.

The obtained results prove that soft water of Tshopo River and treated are globally physic-chemistry quality good and very good but the not treated water is very microbiologically polluted. The rates of the reduction of medians very goods are higher than required in the Democratic Republic of Congo (DR Congo) about 80 % by the medians of the numbers very probable (NVP) of faeces streptococcus (FS) 28/100 ml and of the faeces coliforms (FC) 0/100 ml against norm of DR Congo about 0/100 ml. Hence, the water quality of Tshopo River has highly increased their two last tenths from the increasing people estimated at 294,37 %, the collector's absence and water treatment factories as well as the climate conditions particularly after the strong or heavy rains regular in the equatorial zone.

Then the necessity to install the good management of anthropic loss and a good way of cleanness of environment and also adapt, the days of intense rains, an adapted treatment to the changing to different parameters of first priority to analyze in order to improve the quality of water to produce according to the ways as given by the world organization of Health and the DR Congo norms.

KEYWORDS: Characterization, water treatment, Tshopo, Kisangani, rate of reduction, disinfectant.

RESUME: Cette étude est basée sur l'évaluation de performance de la chaîne de traitement des eaux superficielles de la rivière Tshopo par la caractérisation des eaux brutes et traitées en fonction de taux de rabattement (ou réduction) des substances chimiques et bactéries d'origine fécale indésirables présentes dans les eaux brutes captées.

Les résultats obtenus montrent que les eaux très douces de la rivière Tshopo et traitées sont globalement de qualité physico-chimique bonne et très bonne mais les eaux brutes sont très polluées microbiologiquement. Les taux de rabattement des médianes après traitement très bons sont supérieurs à la norme de la République Démocratique du Congo (RD Congo) de 80 % avec des médianes de nombres les plus probables (NPP) de streptocoques fécaux (SF) 28/100 ml et de coliformes fécaux (0/100 ml) contre la norme de RD Congo de 0/100 ml.

Donc, la qualité de l'eau de la rivière Tshopo a évolué énormément ces 2 dernières décennies suite une croissance démographique estimée à 294,37 %, l'absence des collecteurs et d'usines d'épuration d'eaux usées ainsi que les conditions climatiques particulièrement après de très fortes pluies fréquentes dans la zone équatoriale.

D'où la nécessité d'instaurer une bonne gestion des déchets anthropiques et une bonne politique d'assainissement de l'environnement et aussi adapter, les journées de pluies intenses, le traitement aux changements de différents paramètres de première urgence à analyser pour améliorer la qualité de l'eau à produire selon les directives de l'OMS et les normes RD Congo.

MOTS-CLEFS: Caractérisation, traitement des eaux, Tshopo, Kisangani, taux de rabattement, désinfectant.

1 INTRODUCTION

La protection des ressources en eaux dans un milieu devient un sujet d'actualités trop sensible car scientifiquement il est reconnu que l'eau polluée reste la première cause des maladies et de mortalité [1]

La ville de Kisangani en République Démocratique du Congo (RD Congo) connaît une montée démographique sans précédent avec production de plus de déchets anthropiques particulièrement en amont du site de captage d'eaux des usines exploitant les eaux de surface de la rivière TSHOPO. On assiste à un manque de station d'épuration d'eaux usées et un dysfonctionnement de gestion de ces déchets produits par l'homme et ses activités dans la région. De 1993 à 2015, la population de Kisangani estimée est passée de 406.249 à 1.602.144 habitants soit une croissance démographique de 294,37 % alors que la capacité installée des usines Tshopo n'a pas changé depuis 1980 [2], [3].

Naturellement, l'or bleu est un milieu complexe dont la composition dépend de celle des sols et des couches géologiques qu'elle avait traversé. La composition chimique des eaux naturelles est fortement corrélée à la composition chimique du substratum quelque soit leurs origines [4].

Les enjeux sur l'eau forment un ensemble de pression qui la rend vulnérable. La gestion éthique et durable des ressources en eau exige un changement de comportement, des nouveaux critères de base pour une gestion et utilisation durable de l'eau [5]

Les maladies liées à l'eau sont dues au manque d'eau potable, aux inondations généralement à la suite des pluies diluviennes ou à des raz-de-marée provoqués par des tremblements ou à des éruptions volcaniques sous-marines causes principales de pollutions chimiques et microbiologiques [6]

L'eau est la source de vie et des conflits. Elle tue plus que la guerre.

Le retard de l'Afrique et de la République Démocratique du Congo en matière d'approvisionnement en eau potable ne s'est pas significativement comblé après la colonisation malgré les investissements massifs dans le secteur. Plusieurs systèmes sont mis hors fonctionnement à cause de problèmes de maintenance, problèmes de guerre (pillage ou sabotage des installations), croissance démographique excessive,[7]

Une des préoccupations majeures des traiteurs d'eaux est de produire et d'assurer le maintien de la qualité de l'eau produite au cours de sa distribution selon les directives de l'OMS et les normes nationales ou internationales de potabilité connues et dans le souci de préserver la santé publique [8]

Les eaux superficielles de la rivière TSHOPO subissent 2 types de traitement d'épuration:

1° Physique : par dégrillage, décantation et filtration

2° Chimique: Par coagulation-floculation, désinfection et la correction du pH par ramené de l'eau traitée à l'équilibre carbonique (pH 6,5 à 8,5).

Dans la présente étude sur les grandes usines de la ville de Kisangani, on doit déterminer les caractéristiques d'eaux superficielles de la rivière TSHOPO et celles traitées ainsi qu'évaluer la performance (efficacité) des chaînes de traitement

d'eaux des usines Tshopo par le taux de rabattement ou de réduction (TR) de 16 paramètres dont 2 bactériologiques, d'une part. D'autre part, l'évaluation de la désinfection des eaux traitées par l'Hypochlorite de Calcium en fonction du pH et de la température du milieu pour apporter tant soit peu les solutions pour ce faire.

Elle vise à amener la sphère politique et dirigeante à bien appréhender les problèmes environnementaux liés à la gestion de nos ressources en or bleu et renforcer les mesures d'hygiène et d'assainissement de la ville. Ceci contribue à une gestion intégrée de la rivière Tshopo.

2 METHODOLOGIE

2.1 MILIEU ET MATÉRIEL DE TRAVAIL

Kisangani, jadis appelé Stanleyville, est Chef lieu de l'actuelle Province de la Tshopo (0°31'N, 25°E, 428 m) [3].

Dans la région de Kisangani, le climat est équatorial du type Afi (Chaud, Humide et très faible amplitude thermique) et les précipitations sont abondantes mais irrégulièrement réparties avec des maxima moyens de 1915,4 mm (de Mars à Mai et de Septembre en Novembre) et des minima moyens de 1.417,5 mm (de Décembre à Février et de Juin à Aout) [9].

Notre matériel est l'eau de la rivière TSHOPO captée et traitée dans la région de Kisangani (RD Congo).

2.2 ECHANTILLONNAGE

Dans la présente étude on s'est intéressé à l'étude de 2 types d'eaux (avant et après traitement) le choix de ces eaux a été motivée par la mauvaise gestion des déchets anthropiques et l'érection des nouvelles maisons d'habitation en amont du captage d'eaux brutes 40 ans après la construction de la dernière grande usine (Tshopo II) de traitement des eaux superficielles de la rivière Tshopo à Kisangani.

L'échantillonnage a été réalisé durant toute l'année 2014 et avons analysé 16 paramètres par échantillon dont 2 bactériologiques (CF et SF) pour caractériser notre eau avant et après processus de traitement des eaux et évaluer l'efficacité de ce dernier.

P1 : PRISE EAU BRUTE TSHOPO : captage d'eau brute à la rivière Tshopo.

P2 : SORTIE USINES TSHOPO I & II : sortie d'eau traitées des usines après traitement.

2.3 ANALYSES

2.3.1 ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

Pour déterminer la qualité physico-chimique des eaux analysées les paramètres suivants ont été mesurés au laboratoire selon les modes opératoires décrits par HACH, REGIDESO (Régie de distribution d'eau de la RD Congo), la Fondation Nationale de Santé du Brésil et RODIER (2009) : couleur, turbidité, Fer-total, ions nitrites NO_2^- , ions nitrates NO_3^- (ions nitrates), les Matières Oxydables (MO), la quantité des matières en suspension (MES) par litre d'eau, la température (t°) (en $^\circ\text{C}$), Le titre alcalimétrique simple (TA), le titre alcalimétrique complet (TAC), le dioxyde de carbone libre (CO_2 -libre), le titre hydrotimétrique total ou dureté totale (TH_t) et le chlore-libre (Cl_2 -libre) [10], [11], [12], [13]

2.3.2 ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

La détermination de la qualité bactériologique consiste à dénombrement des coliformes fécaux CF (sur bouillon lactosé à 44°C) et les streptocoques fécaux SF (sur lait de Sherman à 37°C) par fermentation à tubes multiples (FTM) après 24 h d'incubation. La loi de POISSON a permis d'estimer statistiquement les NPP des CF et SF supposés distribués dans l'eau de façon aléatoire et ceci en fonction des 3 tubes à essai de chaque série en ensemençant des dilutions successives (1, 1/10 et 1/100) de milieu de culture liquide dans l'eau à analyser. [14], [15]

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

Dans le tableau 1, avons regroupé les paramètres descripteurs de la qualité en 2 groupes (physico-chimiques et bactériologiques) pour interpréter nos résultats d'analyses dans le tableau 1 selon les normes de la République Démocratique du Congo (RD Congo).

Considérant que nos échantillons ont été prélevés dans circonstances et conditions différentes nous avons utilisé la moyenne ($\bar{X}$) et la médiane (Me) de distribution des résultats expérimentaux comme fonctions statistiques pour interpréter nos données sur la caractérisation des eaux analysées. Le taux de rabattement (ou de réduction) (TR) des médianes de résultats nous ont permis d'évaluer la performance du processus de traitement d'eaux de surface de la rivière Tshopo.

La moyenne des résultats vaut : $\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ où $\sum x_i$: somme des résultats (données) x et n : nombre d'échantillons.

Pour les analyses organoleptiques et physico-chimiques : n = 10 et n = 2m ; m = 10/2 = 5. Autrement, la médiane est la moyenne de 2 nombres du milieu.

$$M_e = \frac{X_5 + X_6}{2} \quad \text{avec } X_{m+1} = X_6 \text{ et } X_m = X_5$$

Pour les analyses bactériologiques : n = 3 et n = 2m + 1 avec m = 2/2 = 1. Ici, la médiane est la valeur du milieu.

$$M_e = X_{m+1} = X_2 [16]$$

$$\text{Le taux de rabattement (ou de réduction) } TR(x) = \frac{x_1 - x_2}{x_2} \times 100.$$

- x_1 : variable avant traitement (eau brute)
- x_2 : variable après traitement final (eau traitée). [17]

Tableau 1 : Moyenne eau traitée et taux de rabattement (TR) des médianes de divers indicateurs de potabilité

Indicateurs de potabilité			Moyenne/ Eau traitée			Médiane		
		Norme RDCongo	Min	Max	Moy	EB	ET	TR (%)
Physico-chimique	Couleur	0 - 15 Hazen	0	18	3	112	1	99,107
	Turbidité	0 - 4 NTU	0	5	1,1	20,5	0,5	97,561
	MO	0 - 2,2 mgO ₂ /l	0,6	2,5	1,12	6,2	1	83,871
	MES	0 - 25 mg/l	0,25	0,96	0,421	24,15	0,365	98,488
	T°(°C)	20 - 25°C	22	27	23,8	24	24	0,0
	pH	6,5 - 8,5	6,6	6,9	6,78	6,9	6,75	2,17
	Cl ₂ -libre	0,1 - 2 mgCl ₂ /l	0,9	1,9	1,46		1,45	-
	CO ₂ -libre		12,3	20,1	14,17	24,95	13,20	47,094
	TA	0 - 50 °F	0	0	0	0	0	0,0
	TAC	0 - 50 °F	1,2	1,9	1,48	1,4	1,4	0,0
	THt	0 - 15 °F	0,9	1,4	1,08	1,05	1,05	0,0
	NO ₂ ⁻	0 - 0,1 mgNO ₂ ⁻ /l	0	0,009	0,024	0,008	0,0015	8,125
	NO ₃ ⁻	0 - 50 mgNO ₃ ⁻ /l	0,03	0,15	0,09	0,16	0,09	43,750
	Fe-total	0 - 0,3 mgFe ⁺³ /l	0,01	0,1	0,034	1,6	0,03	98,125
Bactériologique	CF	0 - 10/100 ml	0	0	0	1.100	0	100,00
	SF	0/100 ml	0	28	476	1.400	28	98,0

Les résultats de notre étude sur l'aspect physico-chimique montre qu'à l'exception des échantillons prélevés les journées de forte pluie qui ont donné des valeurs élevées de Couleur, de Turbidité et Matières Oxydables (MO) avec des maxima 18 ; 5 et 2,5 ; tous les autres résultats d'eaux traitées sont dans les normes soit pour la moyenne que pour la médiane de tous les paramètres analysés.

Par contre prélevés les mêmes jours et dans les mêmes conditions, sur le plan bactériologique tous les coliformes fécaux CF ont été éliminés après désinfection à l'hypochlorite de Calcium tandis que les streptocoques fécaux SF ont donné des nombres plus probables (NPP) hors normes particulièrement les journées de forte pluie.

Pour la couleur, la directive de l'OMS est de 0 à 15 Hazen comme la norme RD Congolaise. Les eaux traitées à Kisangani (RD Congo) ne sont pas colorées donc elles sont dépourvues des ions métalliques pouvant complexer et très peu des MO pour donner la coloration à ces eaux et contribuer à la consommation excessive du désinfectant (TR (Fe) = 98,125 %, TR (MO) = 93,871 % et TR(Couleur) = 99,107%), le Fer a passé d'une médiane de 1,6 mg/l à 0,03 mg/l après traitement).

Pour la turbidité, la moyenne est de 1,1 NTU et la médiane est de 0,5 NTU conformes à la norme RD Congo. La turbidité étant un paramètre important pour apprécier l'efficacité ou la performance des étapes de la clarification et de filtration ainsi que la dégradation de la qualité surtout pendant la période des pluies intenses, La turbidité de 5 NTU obtenu comme maximum la journée de forte pluie exige aux traiteurs d'appliquer un traitement particulier en diminuant la vitesse de traversée de l'eau dans les décanteurs pour obtenir un TR plus que 97,561 %.

Pour les MO, la moyenne de 1,12 mg O₂/l et la médiane de 1,0 mg O₂/l sont dans la norme RD Congo de 0 à 2,2 mg O₂/l. Les MO ne sont pas élevés donc ne donnent pas une cause d'origine microbienne. Ces MO proviennent de la dégradation microbienne de la cellulose et des débris organiques. Les acides fluviques ont une masse petite que les acides humiques dans nos eaux. L'oxydabilité des eaux de surface variant entre 3 et 8 mgO₂/l, les eaux de la rivière Tshopo de médiane 6,2 aussi.

Pour les MES formés des matières décantables séparables par gravité ou coagulation avec une directive OMS de 0 à 25 mg/l comme la norme RD Congo, la moyenne de 0,421 mg/l et la médiane de 0,365 mg/l obtenues pour les eaux traitées avec un rabattement 98,488 %.

Les CF avec une moyenne et une médiane égales à 0/ 100 ml (TR(CF) = 100 %) et les SF avec une moyenne de 476/100 ml et une médiane de 28 (TR (SF) = 98 %) prouve que la désinfection est bonne. Toutefois le maximum de 1.400/100 ml obtenue la journée d'une pluie intense et la médiane de 28/100 ml nous pousse à constater que la journée de pluie où les eaux sont trop chargées, le temps de contact eau-désinfectant doit être améliorée par une post-chloration pour passer de 1 à 6 heures de contact. En défaut, il y a lieu de diminuer la vitesse de traverser des eaux décantées et filtrées pour améliorer les résultats car on estime que les SF sont plus résistants au HClO que les CF. [13]

Les taux de rabattement (TR) des médianes de couleur, de turbidité, MO, MES, Fer total (Fe-total), CF et SF consignées dans le tableau 1 ci-haut sont dans les normes de la RD Congo c'est-à-dire supérieurs à 80 %, les autres paramètres (T°(°C), pH, CO₂-libre, CO₂-libre, TA, TAC, NO₂⁻ et NO₃⁻) dépendant du traitement chimique des eaux et le Cl₂-libre inexistant dans l'eau brute à traiter non pas été pris en compte.

Tableau 2 : Taux moyen d'élimination des substances indésirables après traitement des eaux.

Turbidité, Couleur, MES, DCO, DBO, Al, Cu, Cd, Pb, Hg, Phénol, Virus, Bactéries	F, Zn, Algues, Pesticides		
		Mn, Ba, Agents de surface	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻ , N ₂ , CN ⁻
➤ 60 %	20 à 60%	0 à 20 %	0 %

[17]

Globalement, les TR des médianes de paramètres de première urgence mêmes ceux analysés les journées de pluie intense (Tableau 1) étant tous supérieurs à 80 % et nous référant au tableau 2 ci-dessus, les chaînes de traitement des eaux de la rivière Tshopo sont efficaces. Y a nécessité d'améliorer le processus de désinfection des eaux à traiter pour éliminer totalement aussi les SF enfin d'obtenir une eau répondant aux normes RD Congo du point de vue physico-chimique que bactériologique.

La qualité globale des eaux de surface de la rivière Tshopo ont été évaluée en fonction des médianes (Tableau 1) et des indices dans la grille du Tableau 3 de T°(en °C), pH, MES, NO₃⁻ et Turbidité.

Tableau 3 : Grille pour évaluation de la qualité globale des eaux de surface [18]

Alteration N°	Classes de qualité	Excellente	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Très mauvaise
	Indices	100 80	80 60	60 40	40 20	20 0
1	Température					
	Temperature °C	0 – 20	20 – 25	25 – 30	30 – 35	35 – 40
2	Acidification					
	PH	6,5 – 8,5		8,5 – 9,2	3 – 6,5 et 9,2 à 10	
3	Matières organiques et oxydables (MO)					
	O ₂ dissous mgO ₂ /l	7 – 10	5 – 7	3 – 5	1 – 3	0 – 1
	DBO ₅ mgO ₂ /l	0,5 – 3	3 – 5	5 -10	10 – 25	25 – 1.000
	DCO mgO ₂ /l	1,5 -30	30 – 35	35 – 40	40 – 80	80 – 2.000
	NH ₄ ⁺ mg NH ₄ ⁺ /l	0 – 0,1	0,1 - 0,5	0,5 – 2	2 – 8	8 – 50
4	Matières phosphorées					
	PO ₄ ⁻³ mg PO ₄ ⁻³ /l	0 – 0,2	0,2 – 0,5	0,5 -1	1 – 5	5 – 20
5	Nitrates					
	NO ₃ ⁻ mg NO ₃ ⁻ /l	< 10	10 – 25	25 – 50	>50	
6	Minéralisation					
	CE à 20 °C µS/Cm	100 – 750	750 – 1.300	1.300- 2.700	2.700-3.000	3.000-7.000
7	Matières en suspension (MES)					
	MES mg/l	<50	50 – 200	200 – 1.000	1.000-2.000	2.000-10000
	Turbidité NTU	<15	15 – 35	35 – 70	70 – 100	>100

Suivant les tableaux 1 et 3 ci-haut, les eaux de surface de la rivière Tshopo sont globalement d'excellente qualité à part la température qui est bonne. Les médianes de 1.400 SF/100 ml et 1.100 CF/ 100 ml confirme que les eaux de surface de la rivière Tshopo sont de qualité mauvaise du point de vue microbiologique. Le manque des collecteurs et d'usine d'épuration surtout la mauvaise gestion des déchets anthropiques (élevage, fosses septiques construites sans abris ni isolement, ...), les constructions intenses de maisons au Nord-Est de la région c'est-à-dire en amont du captage d'eaux à traiter de la rivière Tshopo depuis plus ou moins une décennie risque de rendre très mauvaise la qualité des eaux de surface de la rivière Tshopo. Par conséquent si on ne prend pas des dispositions utiles au niveau du Pouvoir Public, de l'Entreprise qui s'occupe de la fourniture d'eau potable ainsi que les habitants de la région de Kisangani pour une gestion intégrée et durable accompagnée d'une politique rigoureuse d'assainissement de l'environnement, la région de Kisangani pourrait dans l'avenir victime des maladies microbiennes liées à l'eau. Au regard de nos résultats, il est apparait clairement que par manque des collecteurs d'eaux usées domestiques et de d'infrastructures d'assainissement mêmes les eaux des puits te/ou sources aménagées ou pas sont aussi exposés de la pollution microbiologique comme les eaux de surface de la rivière Tshopo.

Les tableaux 6 et 7 ci-bas a permis d'évaluer le processus de désinfection des eaux traitées

Tableau 5 : Evaluation de la désinfection en fonction du pH et de la température des eaux

Paramètre	Echantillon	EAU BRUTE			EAU TRAITEE		
		E1	E2	E3	E1	E2	E3
T°(°C)	20 – 25°C	24	23	23	24	24	24
pH	6,5 – 8,5	6,9	6,9	6,8	6,6	6,7	6,9
Cl ₂ -libre	0,1 – 2 mgCl ₂ /l				0,9	1,8	1,4
CF	0 – 10/100 ml	1.400	11	1.100	0	0	0
SF	0/100 ml	120	1.400	1.400	28	1.400	0

Tableau 6 : Répartition de 2 formes de chlore libre dans l'eau pure en fonction du pH à 25 ° C [13].

pH	5	6	7	7,5	8	9	10
% HOCl	99,8	97,8	81,3	50	30,3	4,2	0,4
% ClO ⁻	0,2	2,2	18,7	50	69,7	95,8	99,6

Suivant les tableaux 1, 5 et 6, le pH de l'eau traitée varie entre 6,6 à 6,9 et le Cl_2 -libre varie entre 0,9 à 1,8 contre les Nombre Plus Probable (NPP) des CF variant entre 0 à 1.400/100ml.

D'une part on constate qu'à cet intervalle du pH la forme $HClO$ pour une bonne désinfection varie entre 81,3 à 97,8 % d'une part. D'autre part, les NPP des CF et SF sont nuls avec une teneur en Cl_2 -libre égal à 1,4 mg Cl_2/l contre un TR des SF égal 0% à une teneur en Cl_2 -libre égal à 1,8 mg Cl_2/l pour un échantillon (E) prélevé la journée d'une pluie intense où les MO, la turbidité et la couleur étaient égales à 2,5 mg O_2/l , 5 NTU et 18 Hazen.

La désinfection ou oxydation, utilisée sur les eaux ayant une forte charge en Matières Organiques aurait servi à casser les longues chaînes carbonées en petites chaînes biodégradables (élimination des herbicides, pesticides, fongicides, des microalgues, des œufs des protozoaires, etc.).

4 CONCLUSIONS

D'une manière générale c'est dans les pays en voie de développement comme la RD Congo que les risques de pollution chimique sont moindre voire inexistant par rapport à ceux de la pollution microbiologique connue y a plus d'un siècle dans les pays développés. Le changement de la qualité des eaux naturelles exige l'adaptation des procédés de traitement des eaux pour produire une eau d'excellente qualité suivant les normes et directives de potabilité de l'Organisation Mondiale pour la Santé [19].

L'évaluation de la performance de la chaîne de traitement d'eaux des usines Tshopo dans la région de Kisangani a montré que l'agrandissement de la ville particulièrement en amont du point de captage d'eaux brutes de la rivière Tshopo et sa croissance démographique associé à l'absence du réseau de collecte d'eaux usées (égouts) (6,7,8) et des stations de traitement de celles-ci avant leur rejet dans la rivière TSHOPO aurait une incidence négative sur la qualité microbiologique des eaux traitées.

Les taux de rabattement (TR) des médianes de paramètres de première urgence (turbidité, couleur, MO, MES, Fe, CF et SF) évalués varient entre 83,871 à 100 %. Suivant la norme RD Congo, le $TR \geq 80\%$ et le tableau 2 indiquant 60 % pour la turbidité, couleur, MES et les bactéries ainsi que 0 % pour les ions NO_3^- et NO_2^- , la qualité des eaux traitées produites par les usines Tshopo est bonne, si on considérait les médianes de distribution de nos résultats. Par contre, selon les directives de l'OMS et les normes de potabilité de la RD Congo, la médiane des NPP de SF est un peu élevée (28 au lieu de 0/100 ml) avec une valeur minimale qui est dans la norme. Ceci démontre que la qualité de l'eau traitée n'est pas la même chaque jour et les journées de pluies intenses l'eau traitée est chargée et parfois hors normes avec des valeurs maximales suivantes (Couleur = 18 Hazen, Turbidité = 5 NTU, MO = 2,5 mg O_2/l et SF = 0/100ml).

Les TR des médianes du pH , TA, TAC et THT varie entre 0,217 % et leurs valeurs médianes (6,75 ; 0 ; 1,4 et 1,05) par rapport aux normes RD Congo nous pousse à conclure que les eaux traitées légèrement acides, très douces et moins chargées sont favorables pour une meilleure désinfection.

Par rapport à la fiche du nouveau système d'évaluation des eaux (tableau 3) et les médianes (tableau 1), la qualité des eaux de surface de la rivière Tshopo dans la région de Kisangani est globalement bonne avec une pollution microbiologique forte les journées d'intenses pluies. La forte pression anthropique en amont du captage, avec l'agrandissement de la ville particulièrement au Nord – Est de la région de Kisangani, pourrait à la longue altérer d'avantage la qualité microbiologique des eaux brutes et traitées à l'absence des activités industrielles de ce côté, d'une part. D'autre part, le temps de contact désinfectant – eau à traiter doit être amélioré par une chloration au niveau de l'injection d'eau filtré de la Tshopo I dans les citernes Tshopo II (à pH 4,8 à 6,1 de l'eau filtrée) loin du point d'injection de l'eau de chaux (à pH 6,7 à 6,9 de l'eau traitée).

L'inconvénient principal lié à la pré-chloration est la formation des sous produits organochlorés cancérogènes [4].

Nous suggérons qu'on préconise l'implantation d'un système de collecte d'eaux et des usines de traitement d'eaux usées, une gestion responsable des déchets anthropiques et un renforcement des mesures d'hygiène et assainissement dans la ville de Kisangani. La gestion intégrée de l'eau (le GIRE) encourage la mise en valeur et la gestion coordonnée des ressources en eaux, des terres et des ressources associées pour maximiser le bien-être socio-économique de façon équitable sans compromettre la durabilité des écosystèmes vitaux. Le GIRE est, au niveau planétaire, considéré comme la solution durable aux problèmes de gestion de nos ressources en eaux [5].

REMERCIEMENTS

Nous remercions à BINANA LIMBELE, André TSHITENGE, Faustin ETUTU.

RÉFÉRENCES

- [1] revue de presse thématique N° 27 : Les maladies hydriques. Recherche et Gestion des savoirs. RGS/AGC/SS , Mars 2003.
- [2] Institut National de Statistique : Kisangani/Province Orientale, RD Congo, 2015.
- [3] KAZADI : Contribution à l'étude de la qualité et de la gestion de l'eau de boisson dans la Région de KISANGANI, Thèse de doctorat en Sciences, Université de Kisangani, RD Congo, P4. 2012.
- [4] BEHRA P. : Chimie et environnement. Cours, études de cas et exercices corrigés. Campus LMD. Edition DUNOD, PARIS, 2013. 416pages. 2013
- [5] HUGONIN P, (2011) : Introduction aux thématiques de l'eau. © ISE UNIGE. pp1-23. P31
- [6] AUBRY P., et GAUZERE B. A.: Maladies liées à l'eau. Médecine tropicale de l'Océan Indien, pp1-3. 2012.
- [7] ZOUNGRANA D, NOVEMBRE : Cours d'approvisionnement en Eau Potable. Ecole Inter-états d'Ingénieurs de l'Équipement Rural (GROUPE DES ECOLES E.I.E.R-ESTHER). Département Infrastructures, Énergie et Génie Sanitaire (I.E.G.S). Burkina Faso. 03 B.P. 7023 Ouagadougou 03. p143. 2003
- [8] GAUTHIER F, : Biofilms et Qualité microbiologique de l'eau potable au cours de sa distribution, Mémoire de DESS. Qualité et Gestion de l'Eau, Université de Picardie – Amiens, p1. 2002.
- [9] LOMBA, B. : Contribution à l'étude de la phytodiversité de la Réserve Forestière de Yoko (Ubundu, R.D.Congo). Mémoire de D.E.S. Inédit, UNIKIS. 60p. 2007.
- [10] HACH : Hach Handbook of water Analysis, 232p. 2000.
- [11] REGIDESO : Recueil des modes opératoires d'analyses. Centre de Formation. Kinshasa, Zaïre, 18p. 1985.
- [12] Fondation Nationale de la Santé. (2013) : Manuel Pratique d'Analyse de l'Eau. 4^{ème} édition. Brésil. Ministère de Santé. Département de santé environnementale. Contrôle et coordination de la qualité de l'eau (<http://www.funasa.gov.br>). 2013
- [13] RODIER J., LEGUBE B., MERLET N. *et coll*, : Analyse de l'eau. 9^{ème} édition, © Dunod, Paris, 1579p. 2009.
- [14] RODIER J., Analyse de l'eau naturelle, eau résiduaire et eau de mer. Dunod, éd, Paris. 1135p. 1978.
- [15] LAMBERT : Microbiologie des aliments. Université Catholique de Louvain – La – Neuve, 123p. 1989.
- [16] NGANDI LITANGA Alphonse : Approche chimiométrique des résultats d'analyse chimique. Cours inédit. D.E.S. Chapitre IV. 2015
- [17] ILUNGA B, : Cours de traitement des eaux (module II). REGIDESO/DFO. p27, 50 – 57. 2012
- [18] SEE : Fiche sur le nouveau système d'évaluation de la qualité des eaux. Maroc, 5p. 2008
- [19] OMS: Directives de la qualité de l'eau de boisson. 2^{ème} Ed. Vol 2. Critères d'hygiène et documentation à l'appui. Genève. 1050p. 2000.

