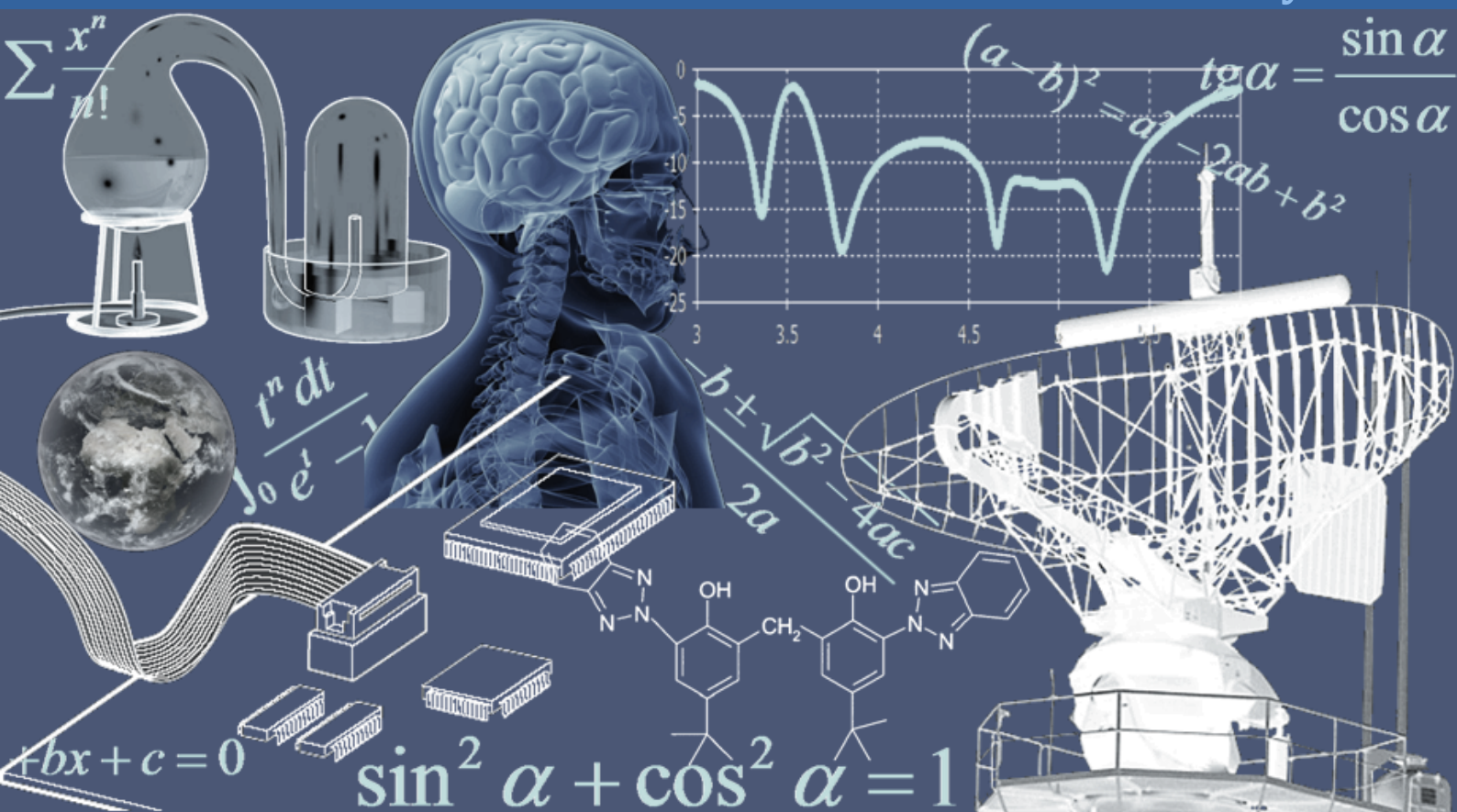


INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATION AND APPLIED STUDIES

Vol. 29 N. 2 May 2020



International Peer Reviewed Monthly Journal



International Journal of Innovation and Applied Studies

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

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

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

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

Editorial Advisory Board

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

Table of Contents

Aplicación móvil para control de maduración de frutillas utilizando algoritmo de procesamiento de imágenes de MATLAB	149-159
<i><u>Jimmy Sornoza Moreira, Fabricio Medina Palacios, Melina Fuentes Marmolejo, Kevin Labre Hidalgo, and Alfonso Vaca Chóez</u></i>	
Most effective preventive measure, key to reducing perinatal hepatitis-B virus, a global health strategy: Systematic review	160-167
<i><u>Clement Kwabena Apaw</u></i>	
Assainissement des sites universitaires du Sud-Ubangi (Obstacles et perspectives) : Cas de l'ISTM GEMENA	168-178
<i><u>MAMBESA BAINAMBOKA Martin, ADUGBIA LIKUNDU Malachie, MANGI BENDE Maurice, EKPIMBO MAMBOKOLO ETOMBO wa LINGOMBELE Jupis, MWALIKUTU MONDOMBELE Olivier, MOKOTO NYABWA Jeef, and BASILA ILENGI MBULA Jean-Pierre</u></i>	
L'Afrique et ses réalités électorales : Cas de la RD Congo	179-185
<i><u>KAYA NYEMBO MICHAEL, BANZE TWITE ARSENE, MAKOLO MAKOLO ETIENNE, and KANYINDA LWAMBWA FRANK</u></i>	
Durabilité écologique des systèmes piscicoles dans la vallée de l'Oué mé au sud du Bénin	186-196
<i><u>DASSOUNDO-ASSOGBA Cadoké Florent Jonas and YABI Afouda Jacob</u></i>	
De la justice pour une administration publique efficiente en Afrique	197-205
<i><u>BINI Essonam</u></i>	
Cartographie des zones à risque d'inondation dans la région de Tétouan: Cas du bassin versant de Oued Laou (Nord-Ouest du Maroc)	206-220
<i><u>Mounir Karrouchi, Mohammed Ouazzani Touhami, Mostafa Oujidi, and Said Bengamra</u></i>	
Majorité présidentielle et gouvernance en République Démocratique du Congo	221-235
<i><u>Mwembu Dibwe Ken Anastase, KAZADI KALONJI Gloire, SHABANI MORISHO Daouda, and MWAMBA MWAMBA Cléophas</u></i>	
EFFECT OF TILLAGE TOOLS (HAND HOE AND FORK) ON BANANA ROOTING SYSTEM OF THE EAST AFRICAN HIGHLANDS BANANA	236-239
<i><u>Tony Muku Muliele</u></i>	
Simulation numérique d'un séchage solaire sous serre à air convectif naturel : Application au séchage de fèves de cacao	240-256
<i><u>Karidioula Daouda, Koné Kisselmina Youssouf, Akmel Djedjro Clement, Assidjo Nogbou Emmanuel, TROKOUREY Albert, and Laquerre Jean-Claude</u></i>	
PERCEPTION DES HABITANTS DE NYANGEZI SUR LES SOINS OFFERTS PAR L'HOPITAL GENERAL DE REFERENCE DE NYANGEZI	257-266
<i><u>ZIRIRANA NGURUBE Jean Pierre, Alice BULAMBO KULILWA, BAMPORIKI CINYIGINYA Pascal, Marceline FUNDISHO BAHIZIRE, and MUNGUACIZA KABUNGA Benjamin</u></i>	
A SEMANTIC DIVERSITY OF SOME SHI VERBS: AN OBSTACLE TO PEOPLE LEARNING MASHI AS THEIR SECOND LANGUAGE	267-274
<i><u>Jean Pierre Polepole Bicuncuma and Bashimbe Baharanyi Jean-Pierre</u></i>	
Influence de la granulométrie sur la durabilité du Lit de Séchage à Ecoulement Non Saturé (LSENS) en traitement de boues de vidange des fosses septiques	275-286
<i><u>Ténéna Martial YEO, Kinanpara KONE, Théophile Gnagne, and Yves Kotchi BONY</u></i>	
Hygiénisation par stockage et valorisation agronomique des urines comme fertilisant en riziculture irriguée à Katiola	287-297
<i><u>Kinanpara KONE, Yves Kotchi BONY, and Théophile Gnagne</u></i>	
L'enseignement de la dérivée dans le processus d'apprentissage en 3ème des humanités scientifiques en République Démocratique du Congo	298-311
<i><u>Jean André MUANZA KAMUANGA</u></i>	

Aplicación móvil para control de maduración de frutillas utilizando algoritmo de procesamiento de imágenes de MATLAB

[Mobile application for strawberry maturation control using MATLAB image processing algorithm]

Jimmy Sornoza Moreira, Fabricio Medina Palacios, Melina Fuentes Marmolejo, Kevin Labre Hidalgo, and Alfonso Vaca Chóez

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

Copyright © 2020 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: Taking a strawberry harvesting process is tedious and requires a lot of time for dedication, because small periods of time must be followed for the strawberry harvesting process and these times go hand in hand with revisions of the fruit in its entirety. Situation that falls on the need for a system that helps the collector as the main entity to keep track of said process, that is, software that can differentiate and select between colors and characteristics to be able to collect the strawberry. This problem leads to the development of a system that complies by means of algorithm the whole process to choose the strawberry at its exact point of maturation. The implementation of the algorithm contains a methodology based on a sequence of subprocesses such as: Pre-Processed, Segmentation and Extraction of Characteristics to be able to decide by means of an algorithm that strawberry is minutes for its subsequent collection. The elaboration of the system was used in MATLAB because it has more familiar functions to image processing and many projects derived in this area are made or carried out in this tool. It will have data collection in MySQL and finally, the data will be displayed in an Android application for the internal interested party.

KEYWORDS: Pre-Processing, Segmentation, Extraction, Android, DATABASE.

RESUMEN: Llevar un proceso de recolección de frutilla resulta tedioso y requiere mucho tiempo de dedicación, debido a que se debe seguir pequeños períodos de tiempo para el proceso de recolección de la frutilla y estos tiempos van de la mano con revisiones de la fruta en su totalidad. Situación que recae en la necesidad de un sistema que ayude al recolector como entidad principal a llevar un seguimiento del dicho proceso, es decir, un software que pueda diferenciar y seleccionar entre colores y características para poder recolectar la frutilla. Esta problemática conduce al desarrollo de un sistema que cumpla por medio de algoritmo todo el proceso para escoger a la frutilla en su punto exacto de maduración. La implementación del algoritmo contiene una metodología basada en una secuencia de subprocessos como: Pre-Procesado, Segmentación y Extracción de Características para poder decidir mediante un algoritmo que frutilla está lista para su posterior recolección. La elaboración del sistema fue empleado en MATLAB debido a que posee funciones más familiares al procesamiento de imágenes y muchos proyectos derivados en este tema son hechos o realizados en esta herramienta. Contará con la recopilación de datos en MySQL y por último, los datos se mostrarán en una aplicación Android para la parte interesada interna.

PALABRAS CLAVE: Pre-Procesado, Segmentación, Extracción, Android, DATABASE.

1 INTRODUCCIÓN

La frutilla es uno de los frutos que su principal característica es tener una tasa respiratoria sumamente alta, lo que hace que no se conserve a largo tiempo, más bien, posee una efímera vida de almacenamiento. Todo esto a causa de su fina epidermis, mayor proporción de agua y gran metabolismo, volviéndola un punto apetecido para los microorganismos o el entorno en que se encuentre.

Frente al avance tecnológico, se espera cubrir una gran cantidad de necesidades con respecto al área de agricultura, poder disminuir tiempo y costos operacionales y, maximizar el ingreso; un sistema que permita darle seguimiento a los frutos o algún otro cultivo. Captar por imágenes si el cultivo está listo para el consumo o, por el contrario, separar de los demás para evitar problemas e incluso grandes pérdidas. Cada segmento especificará el proceso desde el procesamiento de imágenes en MATLAB hasta finalizar con la implementación de la aplicación en Android.

2 METODOLOGÍA DEL ALGORITMO EN MATLAB

2.1 PROCESOS

2.1.1 PERIODO DE LECTURA

Para cumplir con la funcionalidad de la obtención de imagen es necesario solicitar el uso de la función `imread` que se encuentra en la figura 1. La cual permite la recepción de una imagen y su posterior lectura. El autor como [1] menciona la imagen a leer debe encontrarse en la carpeta de trabajo de Matlab. Los formatos de imagen soportados por Matlab son: TIFF, JPEG, GIF, BMP, PNG, XWD.

```
3      %% Obtención de imagen original, escala grises y RGB.
4 -    imagen = imread('9.jpg');
5 -    figure
6 -    subplot(2,2,1);
7 -    imshow(imagen);title('Imagen Original');
```

Fig. 1. Lectura y Presentación de imagen mediante algoritmo

Una vez leída la imagen se tiene que obtener una imagen con escala de grises y tres vectores que representen al conjunto RGB para obtener las matrices de cada color. Estas matrices tendrán las valoraciones de los pixeles como se muestra en la figura 2. En [1] se señala que una imagen de color RGB se simboliza por tres matrices bidimensionales, dados a los planos R, G y B.

```
8 -    imagen_grises = rgb2gray(imagen);
9 -    imR = double(imagen(:,:,1));
10 -    imG = double(imagen(:,:,2));
11 -    imB = double(imagen(:,:,3));
```

Fig. 2. Obtención de imagen gris y vectores RGB por algoritmo

2.1.2 PRE-PROCESADO

Terminado el período de lectura, el proceso a llevar a cabo es del Pre – Procesado. En la figura 3 se aprecia el algoritmo del pre-proceso que comienza con obtener la capa que predomina más en una frutilla que es la capa de color rojo. Posterior a la obtención de la capa roja de la imagen se procede a realizar una transformación binaria de esta imagen. Para la eliminación de ruido fue de preferencia utilizar la función `medfilt2` que representa un filtro medio y dicha imagen filtrada es presenta en pantalla.

```
13     %% Pre-Procesado: Eliminación de ruido y filtro.
14 -    imagenC = imR - imG - imB;
15 -    imagen_binaria = imagenC>20;
16 -    imagen_binaria_filtrada = medfilt2(imagen_binaria);
17 -    subplot(2,2,2);
18 -    imshow(imagen_binaria_filtrada);title('Imagen binaria filtrada');
```

Fig. 3. Algoritmo del Pre-Proceso

2.1.3 SEGMENTACIÓN

Culminado el pre-proceso es momento de seguir con la segmentación. En la segmentación se realiza la eliminación de cosas con menor importancia y agregación de cosas relevantes. Por lo cual se realiza un relleno estructural mediante la función `strel` para rellenar huecos y otro para el mejoramiento del borde.

La imagen filtrada es dilatada en este proceso con la función `imfill`. Y dicha dilatación para por un proceso de relleno de píxeles que se encuentran en negro por su valoración de 0 y posterior se realiza la eliminación de píxeles aislados estos dos últimos por medio de la función `bwmorph` la cual utiliza `fill` para el relleno y `clean` para la eliminación.

Terminado el anterior proceso se obtiene un borde preliminar por medio de la función `sobel`. Para ayuda de mejoramiento del borde se procede a dilatar el borde con la función antes mencionada para este proceso. Parte del proceso de segmentación se refleja en algoritmo en la figura 4.

```

20 %% Proceso de Segmentacion: Histogramas, Dilatación
21 %%Relleno Interno de Píxeles, Eliminación de Píxeles Aislados, Borde.
22 - SE= strel('square',50);
23 - se = strel('octagon',3);
24 - dilatacion= imdilate(imagen_binaria_filtrada,SE);
25 - relleno = imfill(dilatacion,'holes');
26 - relle = bwmorph(relleno,'fill');
27 - rell = bwmorph(relle,'clean');
28 - subplot(2,2,3);
29 - imshow(rell);title('Imagen dilatada y con relleno');
30 - Borde= edge(rell,'sobel');
31 - d2=imdilate(Borde,se);
32 - subplot(2,2,4);
33 - imshow(d2);title('Borde');

```

Fig. 4. Proceso de Segmentación

En la figura 5 se observa la imagen original sobre la cual se trabaja para la prueba del sistema, también se aprecia la imagen filtrada, la imagen con relleno y dilatación es visible en la figura 5 y por último se refleja la imagen del borde de la frutilla.

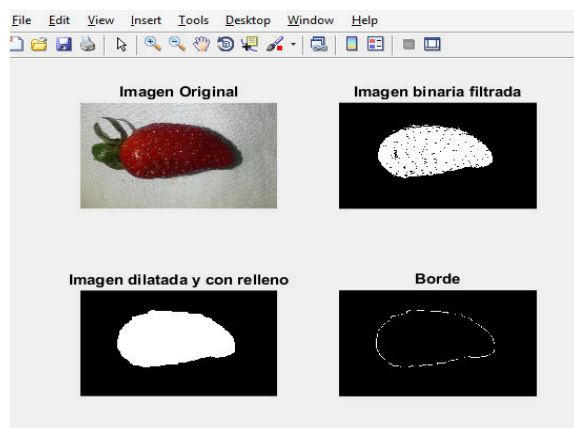


Fig. 5. Representación del proceso de segmentación y pre-proceso

Para mayor interpretación se implementa la visualización de histograma para la escala de grises, y los colores RGB. Dicha visualización se la realiza por algoritmo en la figura 6. Donde se obtienen los vectores RGB para sus respectivos histogramas, con su respectivo título de identificación y su representación en pantalla.

```

35 %% Proceso de graficación de histogramas RGB e Imagen Original.
36 - figure
37 - subplot(2,2,1);
38 - imhist(imagen_grises);
39 - title ('Escala grises');
40 - subplot(2,2,2);
41 - imhist(imagen(:,:,1));
42 - title ('Escala rojo');
43 - subplot(2,2,3);
44 - imhist(imagen(:,:,2));
45 - title ('Escala verde');
46 - subplot(2,2,4);
47 - imhist(imagen(:,:,3));
48 - title ('Escala azul');

```

Fig. 6. Algoritmo de histogramas RGB

En la figura 7 se aprecia la ejecución de este proceso para visualizar al detalle cual es el comportamiento que presentan los histogramas en sus respectivas capas y se logra apreciar que capa predomina sobre la otra.

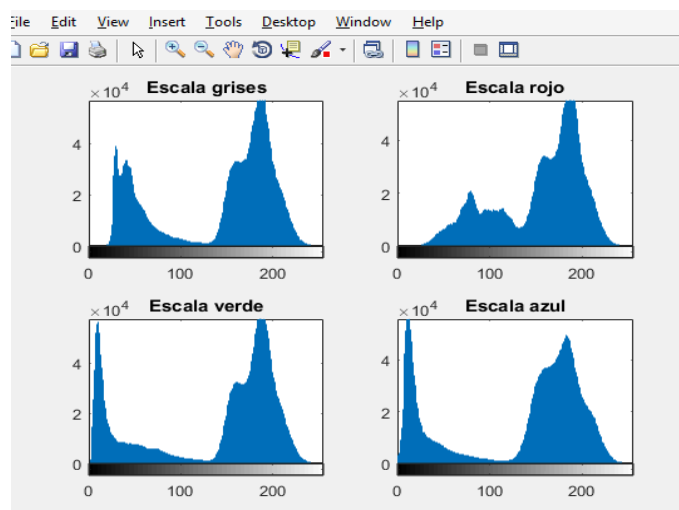


Fig. 7. Representación de histogramas

En [2] se dice que el histograma de una imagen f es una gráfica que representa los niveles de intensidad del color de f con respecto al número de píxeles presentes en f con cada intensidad de color. También dice en [2] el comando Matlab para realizar histograma de una imagen es `imhist`. El comando `imhist` debe usarse solamente con imágenes en escala de grises.

2.1.4 EXTRACCIÓN DE CARACTERÍSTICAS

Por último se lleva a cabo el proceso de extracción de característica. La función para obtener una caracterización y reconocimiento del objeto como tal es `regionprops` y la función `bwlabel`. Esta última recibe la imagen "rell" para proceder a identificar el objeto o los objetos que se presentan en la imagen binaria. Mientras `regionprops` se encarga de obtener y visualizar las propiedades del objeto como se ve en la figura 8.

```

51  %% Proceso de Extracción de Características.
52  imagen_C = bwlabel(rell);
53  figure;
54  imshow(label2rgb(imagen_C));title('Identificación del objeto');
55  propiedades = regionprops(imagen_C);
56  obj= size(propiedades);
57  for j=1:obj;
58      disp('Propiedades del objeto identificado');
59      disp(propiedades(1));
60  end
    
```

Fig. 8. Algoritmo para la caracterización del objeto

En la figura 9 se aprecia el objeto representado con color que fue obtenido en la imagen binaria y en la ventana de comando se visualiza los datos que arrojan las propiedades del objeto que se reflejan en la figura 10.

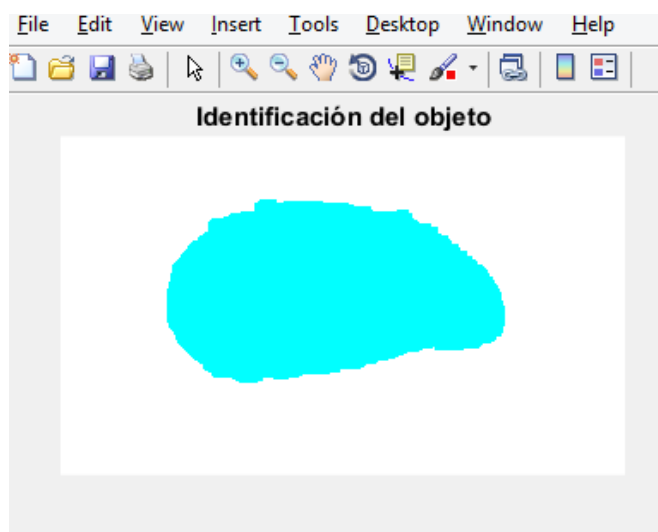


Fig. 9. Característica del objeto encontrado en la imagen binaria

```

Propiedades del objeto identificado
      Area: 964650
    Centroid: [1.2018e+03 705.3109]
  BoundingBox: [482.5000 287.5000 1534 830]
    
```

Fig. 10. Propiedades del objeto

3 RECOPIACIÓN DE DATOS

Como ya sabemos, todos los datos deben ser guardados esto para poder acceder luego a ellos de una manera rápida y precisa.

3.1 VARIABLES

En [3] este caso se debe guardar cada etapa de la fruta en cuestión, con el dato a tomar en consideración, en este caso la más importante sería el color de la fruta, esto nos permitirá saber si la fruta está lista para su recolección o no.

Pero también existen otras variables a tomar en cuenta tales como:

- Color
- Tamaño

- Forma
- Tiempo de plantación

Los datos almacenados como el color, clasifican las frutillas, esto quiere decir que dependiendo si la frutilla presenta un tono aceptable está disponible para la recolección, en cambio si presenta otro tipo de tonalidad el sistema deberá evaluarlo. Con estos datos y a través del código se determina si la frutilla está lista para su recolección.

3.2 BASE DE DATOS

Para guardar los datos se usará 2 herramientas: XAMPP y MySQL.

En lo que respecta a XAMPP es un sistema de gestión de bases de datos en las cuales se encuentran MySQL con el servidor web apache en esta herramienta también se encuentran los intérpretes de lenguajes de script (conjunto de instrucciones) que son PHP y Perl. XAMPP es un acrónimo de sus participantes colocando la X al inicio para representar que puede funcionar en cualquier sistema operativo y con la inicial de cada uno Apache, MariaDB/MySQL, PHP y Perl.

Cuando se habla en [4] de MySQL se refiere a un sistema gestor de base de datos relacionales, MySQL no es desarrollado por toda comunidad, así como lo es apache, este es administrado por una empresa privada, esta posee su validación de propiedad privada o copyright en gran parte de su código, es utilizada sobre todo en aplicativos webs, tales como:

- Joomla
- WordPress
- Drupal
- phpBB,

3.2.1 CONEXIÓN MYSQL Y MATLAB

Para [5] enlazar la base de datos de MySQL en Matlab primero se debe crear una base de datos que posea un nombre característico para el proyecto, esto para facilitar la búsqueda de la base de datos creada. Se debe crear tablas que posea un nombre el cual identifique que posee la tabla, se crea las tablas dependiendo de cuantas se necesiten, estas tablas deben estar relacionadas entre sí. Una manera rápida de realizar las tablas es por el método grafico el cual permite crear tablas y relacionarlas creando el diagrama entidad relación. Pero cuando se crea de manera gráfica se debe convertir las tablas para ingresarlas en nuestra base de datos.

En [6] después de la creación de las tablas se debe seleccionar la conexión, colocar su usuario para acceder; en MySQL, el proceso es automáticamente seleccionado, con esto se puede avanzar con la selección de siguiente, la base de datos creada debe ser revisada en caso de que exista un error.

3.2.1.1 CONECTOR ODBC

Para realizar la conexión de Matlab a MySQL se necesita poseer un conector de nombre MySQL conector ODBC, este es un conector de MySQL, al momento de su instalación las opciones a seleccionar están designadas por defecto, para habilitar se debe ir a herramientas administrativas, se busca los orígenes de datos, este proceso envía a la sección del conector en el que se procede a llenar los campos estos son:

- Nombre
- Descripción
- Nombre de usuario
- Nombre de usuario de MySQL
- Contraseña

Después de llenar todo los campos se debe seleccionar la base de datos a la que se desea que Matlab realice la conexión, una vez la prueba finalice ya se puede trabajar con esta base.

Ahora para seguir con el proceso, se debe ingresar a Matlab y se ejecuta el comando dexplore en el comand window. Esto abre una ventana conect to a data source, en esta ventana se va a seleccionar la conexión creada con el conector ODBC, después se ingresa el nombre de usuario y contraseña. Esto abre la ventana donde se encuentra la base de datos, se debe crear un programa por cada base de datos. Ahora se escribe el código guide este abrirá una ventana para crear una nueva GUI (interfaz gráfica de usuario).

Para obtener una guía de un fondo con imagen se usa el botón Axes, esto se debe guardar , y se creara automáticamente un archivo .m donde se puede apreciar el código, se busca la parte del código que contenga el mismo nombre que nuestro

archivo .m , se borran los comentarios, cuando esto se realice se creara una variable con el nombre imagen esta guardara lo que se ingrese dentro del paréntesis en este caso se coloca el nombre de la imagen o texto que se desea , para poder ingresar una imagen, esta debe estar en la misma carpeta que el archivo .m, se debe desactivar axes para que al momento de ejecutar el programa presente la variable guardada.

Después se deben crear 3 (puede requerir más) aplicaciones para el ingreso de datos, para esto una vez creada las 3 aplicaciones, después se debe dirigir al archivo del menú principal , este archivo posee una extensión .fig, al dar clic derecho se busca la opción open un guide, esto permitirá que aparezca la ventana del archivo .fig, ingresando a la opción menú editor se debe seleccionar new menú, al crearse este menú se lo puede configurar si el menú se encuentra como se desea se presiona la opción view para ser enviado automáticamente la parte del código, se eliminan los comentarios y se escribe las siguientes líneas de código, close para cerrar y luego el nombre del archivo que se desea abrir, al ejecutar esta parte nos presentara un menú en la parte superior con el nombre que se le coloco esto re-direccionará a la opción que se colocó después del close.

Después de este proceso se retorna al archivo .fig y se le da clic derecho se selecciona la opción open in guide, esto para colocar los campos para la base de datos , esto se consigue con un static text para poder ingresar el título y un edit text por cada campo que posee una la tabla, para subir lo datos se puede usar un push butoon pero antes de subir los datos se deben visualizar para conseguir esto se construye una tabla creada con el botón table una vez creada la tabla se debe asegurar que hay las suficientes secciones en caso de que no sea así podemos aumentar columnas dando clic derecho sobre la tabla y elegir editor de propiedades de tabla , cada tabla debe tener su tamaño y su nombre.

Para la edición de los botones ya creados se puede acceder a las opciones dando clic derecho y dirigiéndose a view callbarks y callback, esto abre la sección al código que le corresponde al botón, para el código se crea una variable con un nombre dato 1 esto será igual a lo que se ingrese en una variable tag, esta es una variable creada por cada campo creada por el id , una vez que se sepa el tag se lo reemplaza en el código, esta operación se repite para ordenar los valores que se van a ingresar.

Pasando estos pasos se crea una variable que será igual al nombre de la base de datos a la que se realizó la conexión anteriormente, después se debe ingresar el nombre de la base de datos, el nombre de usuario y contraseña, se crea una variable para contener los valores de los datos y una variable para guardar que será igual al nombre de las columnas, en esta parte se tendrá el envío y guardado de datos, para saber que los datos han sido enviados o guardados exitosamente se puede crear un mensaje, con msgbox que enviara un mensaje dependiendo si se guardan o envían.

Los datos guardados son almacenados en mysql, estos datos pueden ser visualizados en la tabla, solo se debe importar, se realiza de la siguiente manera: desde el botón creado para mostrar se da clic derecho y se selecciona view callback , callback. Esto envía a la sección del botón mostrar, en data base explore se selecciona la tabla a la cual se desee importar los datos , una vez realizado esto se selecciona importar (generar scrip) esto crea un archivo .m este posee el código de importación, este es copiado y pegado en la sección del botón mostrar, esto con esto se coloca el tag donde se desea que se muestren los datos , junto con esto se coloca la variable de donde se importarán las datos permitiendo visualizar los datos que se ingresan a la base.

4 APLICATIVO MÓVIL (ANDROID)

En [7] señala a Android como un sistema operativo que trabaja bajo la plataforma Linux, la cual es de código abierto, brindando un amplio abanico en creación de funciones con lenguajes de programación distintas. En Android, se admite desarrollar en un entorno de trabajo (framework) de lenguaje JAVA. El lado beneficioso de Android es permitir la creación de un sin número de aplicaciones para lanzarlas al mercado o, utilizar dicha herramienta para alterar el sistema operativo.

4.1 VERSIONES

Desde su creación en el año 2005 hasta la actualidad, Android ha lanzado 17 versiones con nombres muy peculiares basados en deliciosos postres. Cabe recalcar que la primera versión tuvo un nombre acorde llamado “Android Beta” lanzado en el 5 de noviembre del 2007 pero, no fue hasta el año 2008 donde consiguió una versión más estable llamada “Android 1.0”, donde [8] indica que el primer teléfono con este sistema operativo fue HTC Dream / T-Mobile G1.

A partir del año 2008 con su versión estable 1.0 cuyo nombre de código era “Banana Bread” hasta en la actualidad, Android se convirtió en uno de los sistemas operativos mayormente usados en celulares, tanto para la marca Samsung, Xiaomi, entre otros. Desde aquí parten sus versiones con los distintivos nombres de postres, los cuales se detallan a continuación:

Tabla 1. Tabla de versiones de Android

NOMBRE (CÓDIGO)	NÚMERO DE VERSIÓN	FECHA DE LANZAMIENTO	NIVEL DE API
Apple Pie1	1.0	23 de septiembre de 2008	1
Banana Bread1	1.1	9 de febrero de 2009	2
Cupcake	1.5	25 de abril de 2009	3
Donut	1.6	15 de septiembre de 2009	4
Eclair	2.0 – 2.1	26 de octubre de 2009	5 – 7
Froyo	2.2 – 2.2.3	20 de mayo de 2010	8
Gingerbread	2.3 – 2.3.7	6 de diciembre de 2010	9 – 10
Honeycomb2	3.0 – 3.2.6	22 de febrero de 2011	11 – 13
Ice Cream Sandwich	4.0 – 4.0.5	18 de octubre de 2011	14 – 15
Jelly Bean	4.1 – 4.3.1	9 de julio de 2012	16 – 18
KitKat	4.4 – 4.4.4	31 de octubre de 2013	19 – 20
Lollipop	5.0 – 5.1.1	12 de noviembre de 2014	21 – 22
Marshmallow	6.0 – 6.0.1	5 de octubre de 2015	23
Nougat	7.0 – 7.1.2	15 de junio de 2016	24 – 25
Oreo	8.0 – 8.1	21 de agosto de 2017	26 – 27
Pie	9.0	6 de agosto de 2018	28
Android 10 3	10.0	3 de septiembre de 2019	29

Con lo que corresponde a API en la tabla 1, sus siglas significan **Application Programming Interface (Interfaz de Programación de Aplicaciones)**, según [9] es una especificación de la comunicación de dos componentes de software totalmente diferentes y así, poder receptor y enviar información entre ambos. Se tiene como ejemplo la API de la cámara, haciendo que el desarrollador evite consumir tiempo en la creación de una aplicación que le admita el acceso a la cámara, sino, solamente crear una aplicación a nivel general que permita acceder a lo que capta el sensor de la lente de cámara y tomar las fotos.

4.2 ESTRUCTURA DE LA APLICACIÓN

Esta aplicación ayudará al encargado del huerto de las frutillas minimizando el tiempo de inspección de las frutas, todo esto con la unión de la identificación de procesamiento de imágenes de MATLAB y su recopilación de datos en MySQL conectada a una aplicación Android.

Esta aplicación contará con las siguientes pantallas:



Fig. 11. Inicio y Registro de usuario

En la figura 11, el usuario al momento de abrir la aplicación le saldrá la pantalla de registro, en el cual si ya cuenta con uno y es aprobado por el administrador, sencillamente se ubicará a la opción de iniciar sesión.

Contará con los siguientes perfiles:

- **Perfil de administrador.** Aquí únicamente dueños del huerto podrán acceder a la información, sólo aquellos autorizados podrán aceptar el registro de nuevo personal.

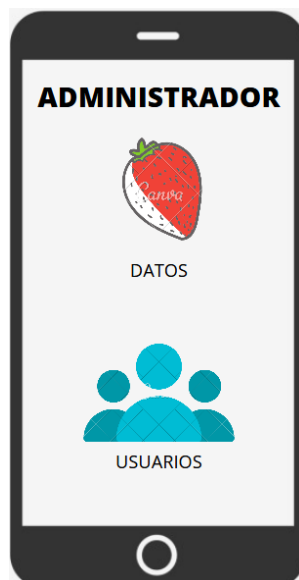


Fig. 12. Perfil principal de Administrador



Fig. 13. Pantalla de aceptación de usuarios

En la figura 12, el administrador tendrá dos opciones: visualizar los datos de su huerto de frutillas para prepararse a la recolección de tal o visualizar los nuevos usuarios que desean ingresar. En la figura 13 el administrador tendrá dividido en dos partes: usuarios registrados que son los que ya fueron aceptados y, los usuarios pendientes, que son aquellos nuevos registros que no han sido aprobados para ingresar al sistema de monitoreo de las frutillas. Esto se ideó de tal forma que únicamente los usuarios de mayor confianza o personas desconocidas no tengan acceso fácilmente al sistema, permitiendo un mejor control y mejorando la seguridad. Por el contrario, si una persona externa si observa detenidamente la información podrá sacar cuentas de los días donde la fruta esté lista y proceder a sustraer la misma con mayor precisión.

- **Perfil de usuario.** El nuevo personal podrá crear una cuenta, siempre y cuando el administrador lo habilite.



Fig. 14. Pantalla de aceptación de usuarios

En la figura 14, tanto el administrador como el usuario en general, cabe recalcar un usuario aprobado, podrán visualizar los datos actualizados de cada hilera, sea esta de 1 columna o doble, la aplicación se modificaría acorde a las especificaciones de la parte interesada en esta, haciendo que lleve el control de las frutillas antes de que pasen al proceso de putrefacción.

4.2.1 CONEXIÓN MYSQL CON ANDROID

Una vez teniendo claras las definiciones de la base de datos MySQL y Android, se procede al siguiente paso que corresponde a la conexión de ambas para lograr tener como resultado una aplicación que permita mostrar la cantidad de frutillas en sus 3 diferentes estados de maduración: verde, madura y podrida.

Los pasos a seguir para esta conexión con un gestor de base de datos externo, en este caso MySQL con una aplicación Android son los siguientes:

1. Para poder llevar a cabo la conexión se debe tener un servidor local para las correspondientes pruebas.
2. Agregar la librería 'mysql-connector-java-5.1.3X-bin.jar', para las distintas funciones que hay de conexión y el CRUD a crear, como lo que es la lectura, escritura o eliminación de algún elemento de la base de datos.
3. Al momento de escribir el código se debe tener en cuenta el import para las clases `java.sql.Connection` y `java.sql.DriverManager`, el driver correspondiente al conector JDBC.

Según [10] indica que las siglas JDBC significan Java Database Connectivity, la cual es una API que dará paso a las ejecuciones de las operaciones de las bases de datos, todo esto desde JAVA, sin importar el sistema operativo desde el que se está ejecutando.

4. Una vez cargado el driver, sólo queda establecer la conexión con el servidor de la base de datos escogida desde el inicio, es decir, MySQL. Se especifica todos los parámetros: usuario, contraseña, la url y la base de datos que irá conectada.
5. Como dato importante, es preferible cerrar sesión en cada acción que se haga en la base de datos.
6. Por último, en lo que corresponde la lógica de la conexión de la base de datos, todos es manejado desde la clase `MainActivity`.

5 DISCUSIÓN

En este documento se puede visualizar las ventajas del uso de MATLAB y MySQL, con estos resultado se muestra las diferentes ventajas de la base de datos escogida que junto con el programa cumplen la función deseada, esto se debe a la variedad de lenguajes que puede aceptar, puede trabajar con la base en diferentes aplicativos. Con esto la base de datos puede ser la misma en el aplicativo.

6 RESULTADO

Se tiene como resultado una aplicación Android, donde se visualizará por hileras, siendo estas de una o doble columna, las frutillas en su estado de maduración, arrojando la cantidad de cada etapa, es decir, si se encuentra en una hilera 10 frutillas en etapa temprana de maduración, se actualizará la base de datos y la aplicación marcará tal cantidad. Mismo proceso con las siguientes etapas. En sí, se ha enfocado más en la parte de software, para mayor resultado y minimizar costos operacionales como lo son la mano de obra, un buen mecanismo para esto es la creación de un robot incorporado con el algoritmo de MATLAB y a su vez pueda servir de recolector de las frutillas.

7 CONCLUSIÓN

Con la utilización de este aplicativo se podrá trabajar de una manera eficiente, esto reduciendo el tiempo de trabajo ya que conociendo el estado de la fruta los recolectores actuarían directamente en las frutillas maduras dejando frutas en mal estado atrás o también lograr retirarlas, esto para que no dañe al resto.

REFERENCIAS

- [1] B. M. Garfia, «Procesamiento de imágenes con MATLAB,» vol. 1, nº 1-20, p. 20, 2014.
- [2] A. Manna, Escritor, *Introducción al Procesamiento de Imágenes con MATLAB*. [Performance]. Departamento de Computación Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, 2016.
- [3] Paucar, Juanazo, and Freddy Alex. "Desarrollo de una herramienta informática basada en visión artificial para el reconocimiento del banano para la exportación aplicando procesamiento de imágenes digitales y su simulación en Matlab mediante redes neuronales". BS thesis. Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, 2019.
- [4] Santillán, Luis Alberto Casillas, Marc Gibert Ginestà, and Óscar Pérez Mora. "Bases de datos en MySQL." Universitat Oberta de Catalunya, 2014.
- [5] Vasquez, Y., et al. "Procesamiento de las Imágenes con Matlab (Venas de los dedos)."
- [6] Pérez López, César. *MYSQL para Windows y Linux*, 2004
- [7] M. Báez, A. Borrego, J. Cordero, L. Cruz, M. González, F. Hernández, D. Palomero, J. Rodríguez, D. Sanz, M. Saucedo, P. Torraldo, A. Zapata *Introducción a Android* 1ra Ed. EME Madrid, España, p. 2, 2012.
- [8] Iván Ramírez. *Historia y evolución de Android: cómo un sistema operativo para cámaras digitales acabó conquistando los móviles*.
[Online] Available: <https://www.xatakandroid.com/sistema-operativo/historia-y-evolucion-de-android-como-un-sistema-operativo-para-cameras-digitales-acabo-conquistando-los-moviles> (January 7, 2018)
- [9] Iván Linares. *Explicación de las API*.
[Online] Available: <https://elandroidelibre.espanol.com/2017/09/que-es-api-software-android.html> (September 4, 2017)
- [10] R. Chica. *Aplicación Android para la gestión de la compra*. p. 16, 2014.

Most effective preventive measure, key to reducing perinatal hepatitis-B virus, a global health strategy: Systematic review

Clement Kwabena Apaw

School of Public Health, Southern Medical University, Guangzhou, China

Email: backclac@gmail.com, Tel: +233209109683/+8613922715893

Copyright © 2020 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Background: over 240 million of people are chronic hepatitis B carriers globally, acquired basically through vertical transmission. The infection is proportionally represented in all continent across the global.

Purpose: The aim of this study is to systematically review articles to identify the most effective preventive measure to curb perinatal transmission of hepatitis B.

Methods: A systematic search was done in PubMed and Science Direct for review and research articles with keywords used in this review. The research was restricted to January 2016 to December 2019 for open access review and research articles. I also searched for bibliographies for original research and studies

Principal Results: Perinatal transmission hepatitis B is the main cause of chronic hepatitis B. Interventions like routine vaccination Hepatitis B virus (HBV) vaccine, combination of HBV vaccine and Hepatitis B Immunoglobulin, Antiviral therapy, and route of delivery (cesarean section and vaginal) has significantly influence in transmission of Hepatitis B to newborns. The combined interventions enumerated in World Health Organization (WHO) Health Strategy for curbing viral hepatitis is the ideal way to eliminate the disease by 2030

Major Conclusion: Identified preventive measure for curbing the spread of mother-to child transmission of Hepatitis B, singly not efficacious enough to eliminate the infection. Challenges identified in each implementation is solved with combination of two or more strategies put together. This is in agreement with WHO global health strategy 2030, for preventing viral hepatitis. More so, there is the need to identify the most effective preventive measure using meta-analysis.

KEYWORDS: Perinatal transmission, Hepatitis B, Global Health Strategy, Mother-to-Child-Transmission, Preventive Measure.

1 INTRODUCTION

Globally, it is projected that, Hepatitis B virus (HBV) is found in 257 million individuals, which killed 887,000 people in 2015 and others live with complications and major risk factor deaths from liver cirrhosis and hepatocellular carcinoma (HCC),^[1-8] making it critical public health concern and major cause of chronic hepatitis, liver cirrhosis and hepatocellular carcinoma.^[6, 7, 9-11] The infection is grouped into four phases, *namely immune tolerance phase, immune activation phase, low or non-viral replication phase and reactivation phase.*^[12] More so, over 240 million individuals are chronic hepatitis B carriers, acquired basically through vertical transmission.^[12-18] This occurs in the process of giving birth or immediately after delivery. The Hepatitis B surface antigen (HBsAg) is found in the following, body fluid, cord blood, breast milk, amniotic fluid, vaginal fluid and infant gastric content.^[19]

In regions where the prevalence rate of Hepatitis B more than 7%, chronic form of the disease is acquire, mainly through mother to child transmission.^[12, 20, 21] Hepatitis B infected pregnant women also infected their babies during delivery. Infected babies become chronic carriers. Studies have elucidated that, the possibility for an infection to become chronic depends largely on the age of the person.^[1] Infected children under 6years are likely to develop chronic hepatitis due to vertical transmission from their mothers.^[1] About 80 – 90% of babies develop chronic infection within the first year of life, of which 30-50% of them get chronic infection before age 6, unless they are vaccinated at birth.^[1, 4, 12] Majority of chronic hepatitis is common among developing countries with the highest occurrence in western Pacific and African sub region, with prevalent rate of 6.2% and 6.1% respectively.^[6] The projection Hepatitis B virus among the general public in Europe, South-East Asia, and Eastern-Mediterranean is 1.6%, 2.0% and 3.3% respectively.^[1, 6] A systematic review done by JJ Otta, shows that, there was an increase

in chronic HBV infection among children 0 – 14 years in Southern Sub Sahara Africa and Eastern Sub Sahara Africa, with prevalence rate of 9% and 7% respectively.^[2]

However, there are strategies recommended by WHO to curb this worrying condition. Perinatal transmission has been reduced by 10-15% by implementing active-passive immune-prophylaxis strategy, administering antepartum antiviral drugs to chronic infected patient with increased viral loads within the third trimester of pregnancy, given hepatitis B vaccine to babies immediately after delivery.^[13, 19, 22] Combine administration of Hepatitis B immunoglobulin (HBIG) within 24 hours after delivery with 3 dose vaccination scheduled of Hepatitis B viral vaccine (HBV).^[1, 19]

Studies have shown that, caesarean section as route of delivering babies has a significant influence reducing the cause of chronic hepatitis B infection but criticize by others too. It has been proven by some studies that, these strategies by WHO has substantial impact on preventing mother to child transmission of chronic hepatitis B.^[19] The yeast-recombinant vaccine is more efficacious than plasma-derived vaccines, as proven by analyses of US trials of HBIG and HBV vaccine in high-risk infants. Scientists in South-eastern Asia (specifically in Taiwan) have recorded intense decrease in new cases of HBV-related conditions among infants, proven that vaccine can prevent HCC, following the universal childhood immunization implemented in the mid-1980s.^[23]

About 50 million new cases are been diagnosis globally each year, through prenatal transmission, notwithstanding the vaccination program and other preventive measures practice worldwide.^[6, 20] Some scientist are of the view that, these are not entire efficient, for instance, inoculation of HBV vaccines with the HBIG given within first day of life, to babies whose mothers are HBsAg-positive, was not efficacious. The study which was conducted in China with 214 infants, unequivocally state that, those babies who were infected through intrauterine transmission, were not protected by immunoglobulin and the vaccination.^[19, 24] New cases of the infections is reduced through vaccination United State of America (USA) and elsewhere, however, about 250 million of people with chronic hepatitis B do not have protection from the vaccines given.^[25] Vaccination is also ineffective if the viral load in the mother's blood or body fluid is very high.^[26] Granting the fact that, authorities in this study area recommend that, prophylaxis should be administered to pregnant women within 6 – 9 months, who are suspected to transmit HBV to their newborns. The argument remains, about the appropriate antiviral drug, the ideal viral load that needed treatment, when to start and end the treatment during and after delivery respectively.^[27] This review seeks to bring to bear the most effective method of preventing chronic hepatitis B by use systematic review of other review articles in relation to the WHO 2030 global health strategies to eliminating viral Hepatitis.^[28]

1.1 MODE OF MOTHER TO CHILD TRANSMISSION AND EFFECTS

HBV spreads, when uninfected person get into contact with the body fluid and mucosal exposure of infected blood. Body fluids such saliva, menstrual, vaginal, seminal fluids and content of placenta, it can also spread through skin contact.^[1, 26, 29] More so, the disease is transmitted among unimmunized individuals who have sex with multiple partners or commercial workers. The use and reuse of contaminated sharp objects like syringes, razors, tooth brush and activities like some medical surgical and dental procedures can spread the infection.^[1, 9, 30, 31]

The virus is still infectious outside the body of an infected individual for one week with an incubation period of 1 to 6 months,^[1] which attach the liver and causes both acute and chronic form of the disease.^[1] Before age 5 years, hepatitis B positive mother are likely to infect their babies which develop into chronic infection. This is perinatal transmission is common in areas where there is high prevalence if hepatitis B infection.^[1]

The mechanism of mother to child transmission can be categories into 3 possible route, according to Panpan Yi and colleagues.^[16, 32] Namely, translucent transmission of HBV in utero (intrauterine) natal transmission during delivery (intrapartum) and postnatal transmission during care or through breast milk (postpartum).^[16] Intrauterine transmission occurs in instances where there is placenta damage by contraction of muscle of the womb, like in threaten abortion, amniocentesis, infections like toxoplasma, and genetic transmission, sperm cell and oocytes. Intrapartum transmission on the other hand, is seen in the act of delivery, when the newborn gets into contact with the mother's body fluids or blood and can also occur threatened preterm labor, where contraction of uterus may cause laceration of the placenta. The third route which is postpartum transmission, is realized when the newborn suckles the breast milk or get into contact with the body fluid of the infected mother.^[16, 32]

Daniel Candotti et al, used the plasma samples of some pregnant women Ghana, and paired umbilical cord blood, for testing HBV surface antigen and deoxyribonucleic acid (DNA). Mother to child transmission was identified among 17 out of 204 (8.3%) paired HBV carrier women.^[32] Africa, plasma samples, obtained at delivery from 1368 pregnant Ghanaian women and paired umbilical cord blood or newborn whole blood samples, were tested for HBV surface antigen (HBsAg) and DNA. A 16% prevalence of HBV chronic carriers, defined as detectable HBsAg and/or HBV DNA, was found, 80% contained less than 1 $\times$ 10⁴

IU ml⁻¹ HBV DNA and 99% were infected with genotype E strains. HBV maternofetal transmission was documented in 17 out of 204 (8.3 %) paired HBV carrier women–cord blood/newborn samples.

A study by Yongjun and colleagues, where mice were used to determine mechanism of mother to child transmission of Hepatitis B infection, found out that, HBV-specific cytotoxic T lymphocyte response of HBV-negative mice born to a HBV-positive mother, was impaired. This led to identification of HBV in these mice when HBV DNA was introduced into their system. This confirms the study conducted by Le Ye Lee and friends, that, the umbilical cord HBV DNA increased with maternal HBV DNA has an association with maternal HBeAg positivity.^[29] It was also realized that, the presence or absence of virus depends on the existence or nonappearance of maternal HBeAg shows how hepatic macrophages of offspring mice were polarized by HBeAg.^[5] The transmission mechanism of viral Hepatitis B gives us a clear understanding, of the effective intervention to implement in order to prevent this deadly infection.^[16]

2 PREVENTIVE MEASURES

Elimination of Viral Hepatitis B infection needs a number of plans such as appropriate treatment given to chronic HBV patient, bridging the transmission route and vaccinating individuals at risk, a strategic pillar recommended by WHO to prevent Viral Hepatitis infection.^[1, 33] A detail package of measures to eliminate perinatal transmission of HBV has been created, which includes the administration of antiviral drugs and on viral hepatitis testing for pregnant women, mothers and infants.^[1, 14, 15] It is recommended by WHO that, all babies should be given HBV vaccine, immediately after delivery or latest 24 hours after delivery. Studies have elucidated that, the low incidence of chronic HBV infection among children less than age 5 years, is sequel of this approach proposed by WHO to member countries.^[1, 9, 33] For instance, it was estimated in 2015 that, there was a reduction prevalence rate from 1.3% compared to pre-vaccination period of 4.7% among under 5 years children.^[1]

2.1 HEPATITIS B VIRUS VACCINE

This strategy has been implemented by member countries in order to immunize by vaccinating children at birth and 3 doses before age 5 years for protection which will last for at least 20 years.^[1, 30, 33-35] Hepatitis B vaccination is critical plan for elimination of mother to child transmission of the infection in epidemic.^[14, 15] A retrospective survey review by Alison and colleagues in Haimen, China, depict that, out 183 fully vaccinated babies born of HBsAg positive mothers, had a serological test done of which 175 test were available. The result indicated that, 171 (80.1%) babies were negative.^[11] After 20 years of implementing this idea,^[36] prevalence rate in Taiwan reduced drastically from 9.8% to 0.5% among children less than 15 years.^[37] Similarly, there was a reduction prevalence of 83% among children younger than 15 years in China.^[21] However the potency of the vaccine should be maintained especially within 2 to 8 degrees Celsius or 40 degrees Celsius when using the controlled Temperature Chain strategy recommended by WHO.^[38]

Inoculation of hepatitis B virus vaccine to infants of highly infected HBeAg-positive mothers (16.8%) are likely to be infected, which leads to chronic form of the infection, regardless of proper immunization compared to babies born to HBeAg Negative mothers (1.6%).^[21] High maternal viral load of > 7log₁₀ copies/ml, about 10% of infants born to HBeAg-positive HBsAg mother acquire chronic hepatitis B regardless of the doses of vaccination received. A higher viral load (> 9log₁₀ copies/ml) will result in 30% of vaccinated infants to develop form of the infection.^[33] A study in China, also recommends booster of vaccine to given to children at high risk of developing the infection, when their anti-HB has disappeared.^[39] Genotype C mothers with high viral loads are more likely to give birth to babies who will be infected despite being immunized.^[35] Genotype C is also identified as an independent factor for chronic hepatitis B in Shanghai, China.^[40] It is therefore, documented by Paganelli et al, that, vaccination are therefore changing the HBV genotype distribution. This might defeat the WHO 2030 global strategy to eradicate HBV infection unless other preventive measures and policies are put in place.^[21, 33] In agreement, Cochrane review done in 2006, recorded that, hepatitis B vaccine alone is not potent as compared to combination of HBIG with Hepatitis B vaccine, preventing the transmission of the virus.^[41] Compliance rate for hepatitis B vaccination is one of the challenges identified by Jeanne S. Sheffield and colleagues. Compliance is high among children but less than 50% among adults, especially sex workers.^[42]

2.2 COMBINATION OF HEPATITIS B IMMUNOGLOBULIN AND HEPATITIS B VIRUS VACCINE

In order to bridge the gap identified in given HBV vaccine alone, WHO has recommended the addition of Hepatitis B immunoglobulins (HBIG) to babies of HBsAg-positive mothers within 24 hours. Combined administration of vaccination with Hepatitis B immunoglobulin (HBIG) is implemented as standard protocol for newborns whose mother are Hepatitis B positive.^[21] A study compared HBIG and HBV vaccine in high risk babies in USA, it proven that, yeast-recombinant vaccine is efficacious than plasma-derived vaccine^[23], which is given routine as part of Expanded Immunization Program worldwide. It therefore recommended by Z. Shi et al that HBIG should be given to complement the routine HBV vaccine given to infant, due to its effectiveness and safeness to interrupt HBV intrauterine infections.^[24] Combined administration of hepatitis B

immunoglobulin and vaccination within 12 hours after delivery, has decreased the rate of vertical transmission from >90% to <10%.^[17] There is reduction in the risk of occurrence of hepatitis among infants born of HBeAg-negative mothers but not change in entire protection rate, when given HBIG.^[14, 21] It was also affirmed by Alison et al, after review Haimen City CDC unpublished data that, 4 babies still tested HBsAg after been given Hepatitis B vaccine and HBIG within 24 hours after delivery. Their mothers were HBeAg, with a viral load between 8×10^6 and 5×10^7 [11]

2.3 ANTIVIRAL DRUGS THERAPY

Maternal serum HBsAg titer and mode of delivery, influence perinatal transmission of Hepatitis B. Elective cesarean section and vaginal delivery as mode of delivery 10.2% and 28% risk of mother to child transmission of the infection respectively. It has been suggested by studies that, antepartum antiviral treatment like, nucleoside analogs, telbivudine and tenofovir disoproxil fumarate, should be given to chronic hepatitis B patient with high viral load. During 6 -9 months of pregnancy, mothers with high viral load are given either lamivudine, telbivudine or tenofovir to reduce transmission rate.^[13, 21, 33, 40, 43] It is also shown elsewhere that, nucleoside or nucleotide analogs, as the first line of treatment, is helpful and safe in decreasing the incidence of vertical transmission among pregnant women with high HBV DNA load,^[3, 33] but it is ineffective against HBsAg seroclearance, hence a high risk of post-treatment virology failure.^[44] Siemienut RA, et al Randomized Control Trial, state that, combination of Antiretroviral Therapy reduce the risk of mother to child transmission of infection, such Hepatitis B and HIV.^[45]

Prevention of chronic hepatitis through management of perinatal transmission comes with a lot of challenges, such as, the failure of passive-active immunoprophylaxis in newborns, effect and necessity of periodical HBIG injection to mothers, safety of antiviral prophylaxis with nucleoside, benefit of different delivery ways and safety of breastfeeding are some concerns raised in these management.^[16]

More so, there are numerous factors that leads to antiviral drug resistance. High viral load, resistant variants, slow response, prior therapy with nucleoside analogue leading cross resistance, high body mass index, patient immune status and compliance have been as factors which contribute to drug resistance.^[35] Notwithstanding immunoprophylaxis against viral hepatitis in pregnancy, mother to child transmission is occur persist in at least 10% of infants born to mother with high viral load.^[43] Aslam et al in a study documented that, HBV can resurface during pregnancy and postpartum period, when advanced chronic HBV positive pregnant mothers suspend the antiviral treatment. During pregnancy, the cell mediated immunity is suppressed, which prevent the denial of the semi-allogenic fetus. This contributes to rise in HBV replication and elevated level of aminotransferases during pregnancy and immediately after delivery.^[43] It is recorded by two different studies conducted in USA that, in real clinical setting, HBeAg seroconversion rate is expressively low, especially in entecavir treated patient and 10% for nucleoside analogue.^[3]

3 ROUTE OF DELIVERY

The influence of mode of delivery (cesarean section and vaginal deliveries) to, mother to child transmission of hepatitis B, has also been assess to ascertain a number of researchers. A study with meta-analysis conducted in China, revealed that, cesarean section has significant impact for reducing perinatal transmission of hepatitis B. Out of 5105 women who delivered through cesarean section, 223 of them transmitted the infection to their newborns, representing 4.37%. On the other hand, 447 women transmitted the infection to their babies, out of 4801 mothers who had vaginal delivery, representing 9.31%.^[46] However, other authors are of the view that, cesarean section as mode of delivery, has no significant effect on mother to child transmission of viral hepatitis B.

By and large, greater population of susceptible or infected persons do not access to prevention services, not tested, do not use or adhere to regimen, and cannot access chronic care services.^[14, 15] Several articles reviewed under preventive measures in this writing revealed that, although, the measures are somewhat effective, there some significant gaps identified in their implementation. About 9% -20% of babies born of HBeAg mothers are still infected with the infection.^[16, 46]

4 WORLD HEALTH ORGANIZATION 2030 AGENDA ON PREVENTING VIRAL HEPATITIS B

As part of the efforts to attain universal health coverage under the sustainable development goal 3 (target 3.3), WHO has developed a strategy to prevent spread of viral Hepatitis especial Hepatitis. Studies have shown that, hepatitis B is main of cause of chronic hepatitis B with over 240 million carriers globally.^[13-15, 47, 48] Wide-ranging plan is needed to reduce the incidence of mother to child transmission of hepatitis B to zero, by preventing pregnant women with chronic hepatitis B virus infection, injecting hepatitis B vaccine to babies the first 24 hours after delivery, safe delivery practices, improving maternal and child health services, and development of new interventions to prevent trans based on antiviral treatment.^[14, 15] This strategy seeks to achieve a lot of health target including 2030 agenda.^[14, 15] It is estimate that, over 20 million deaths will occur within the 2015 and 2030, with the high level for over 40 years, if preventive measures are not expanded and scale-up to curb

this menaces.^[14, 15] The worrying trend is that, less than 5% of individuals living with chronic hepatitis know the status.^[14, 15] It therefore necessary to create awareness and make diagnostic service easily accessible to all.

4.1 GLOBAL VISION

The vision strategy is to have viral hepatitis transmission free world, with already infected people having easy access to safe, affordable and effective prevention, care and treatment service.^[14]

4.2 GOAL

Reducing viral hepatitis to zero level of infection, as key public health threat by 2030. It is targeted that, 10 million infections will be reduced to 0.9 million infections by 2030, of which hepatitis B virus infections reduced by 95% and 90% prevalence rate reduction of among HBsAg children,^[14, 23] by increasing vaccination coverage at birth by 90%.^[49]

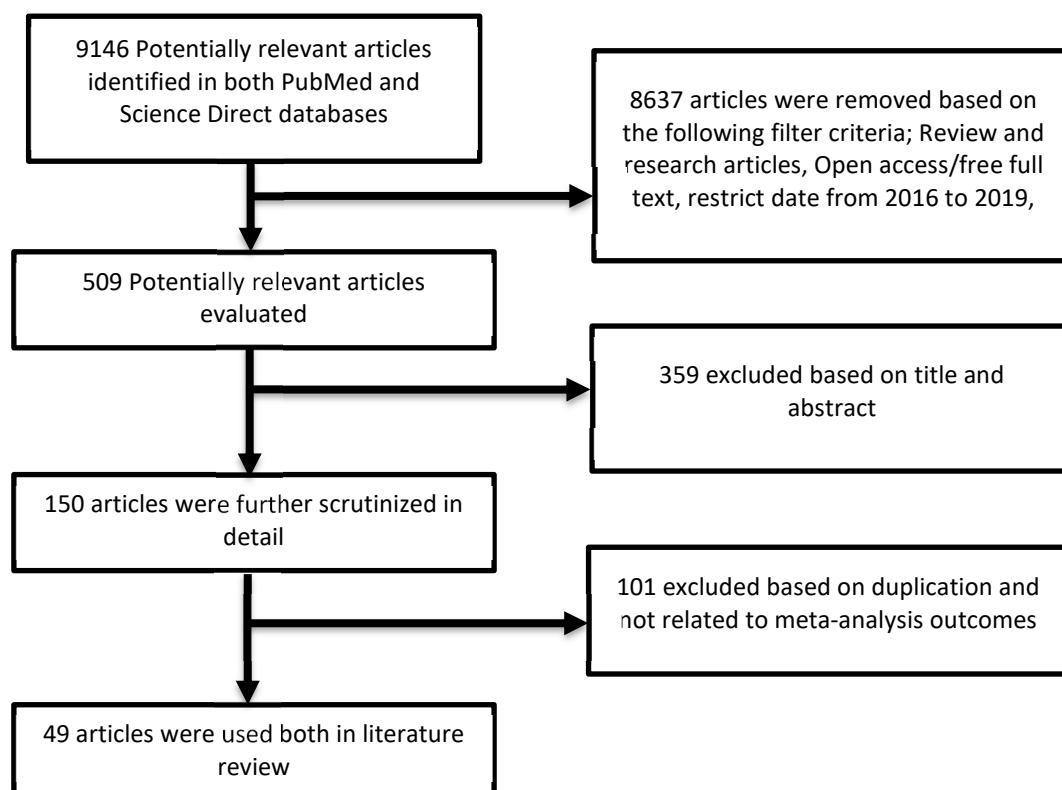
5 STRATEGIC DIRECTION

To achieve the goals set, five strategic directions were fixed to guide critical actions by member countries. These strategies are; *information for focused action (know your epidemic and response)*, *interventions for impact (covering the range of services needed)*, *delivering for equity (covering the populations in need of services)*, *financing for sustainability (covering the financial costs of services)*, *Innovation for acceleration (looking towards the future)*.^[14]

As part of the specific goals set by WHO to expand provision of vaccine given within 24hours after delivery, from 39% in 2015 to 50% in 2020 and 90% by 2030. This service is delivered together with “hepatitis B testing” of pregnant women and “development of new approaches to strengthen antiviral therapy.”^[23] These plans suggest that, prevention of viral hepatitis needs diverse measures and if not most effective one, to eliminate this deadly infection before 2030.

6 METHOD

A systematic search was in done in PubMed and ScienceDirect for review and research articles with following key words; “Mother- to Child Transmission” AND “Hepatitis B”, “vertical transmission” AND “Hepatitis B”, “Perinatal transmission” AND “Hepatitis B”, “Maternal-fetal transmission” AND “Hepatitis B”, “Transmission mechanism” AND Hepatitis B”, “Mother to child transmission” AND “Hepatitis B” AND “Meta-Analysis”. The research was restricted to January 2012 to April 2019 for open access review (free full text) and research articles.



Algorithm for systematic review of articles

7 CONCLUSION

The fact has been established by numerous studies that, perinatal transmission hepatitis B is the main cause of chronic hepatitis B. however, there interventions recommended by WHO and proven by number of studies to effective. Interventions like routine vaccination HBV vaccine, combination of HBV vaccine and HBIG, Antiviral therapy, and some even document that, route of delivery has significantly influence in transmission of Hepatitis B to newborns. These and other interventions suggested by various studies have challenges which hinders the goal of eliminating viral hepatitis from the globe. It is therefore, recorded in the health strategy to combine preventive measures to fight the spread of this deadly infection by 2030.

RECOMMENDATION

There is the need to fully implement the WHO Health strategy 2030, for preventing viral Hepatitis in all countries. It is comprehensive and recommend implementation of different plans at a go, to ensure effective elimination of viral hepatitis by 2030. Secondly, detail meta-analysis review should done, using preventive measure the outcome of the analysis. This will help us determine the most effective intervention to prevent mother to child transmission of hepatitis B.

ACKNOWLEDGEMENT

Prof. Peng, Hong-Juan, Director of Pathogen biology and Prof. Meng, Xiao-Jing Deputy director of Occupational Health and safety, of School public Health, Southern Medical University, are acknowledge for their support and words of encouragement

CONFLICT OF INTEREST

The author has no interest in any of the issues raised or in relation with any of the institutions mentioned in this article

FUNDING

this work is solely funded by the author.

REFERENCES

- [1] WHO, *Hepatitis B*. World Health Organization 2018.
- [2] Ott, J.J., et al., *Global epidemiology of hepatitis B virus infection: new estimates of age-specific HBsAg seroprevalence and endemicity*. *Vaccine*, 2012. **30**(12): p. 2212-9.
- [3] Yu, W., et al., *Predictors of HBeAg seroconversion after long-term nucleos(t)ide analogues treatment for chronic hepatitis B: a multicenter study in real clinical setting*. *Braz J Infect Dis*, 2017. **21**(3): p. 213-218.
- [4] Wang, T., et al., *Discrepancy in impact of maternal milk on vertical transmission between Hepatitis B virus and Human cytomegalovirus*. *Int J Infect Dis*, 2015. **37**: p. 1-5.
- [5] Tian, Y., et al., *Maternal-Derived Hepatitis B Virus e Antigen Alters Macrophage Function in Offspring to Drive Viral Persistence after Vertical Transmission*. *Immunity*, 2016. **44**(5): p. 1204-14.
- [6] Stanley, M., *Tumour virus vaccines: hepatitis B virus and human papillomavirus*. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 2017. **372**(1732).
- [7] Nagashima, S., et al., *Acquisition rate of antibody to hepatitis B surface antigen among medical and dental students in Japan after three-dose hepatitis B vaccination*. *Vaccine*, 2019. **37**(1): p. 145-151.
- [8] Li, M.R., et al., *Correlations between serum hepatitis B surface antigen and hepatitis B core antibody titers and liver fibrosis in treatment-naïve CHB patients*. *J Chin Med Assoc*, 2018. **81**(12): p. 1052-1059.
- [9] Ali, S.A., et al., *Hepatitis B and hepatitis C in Pakistan: prevalence and risk factors*. *International Journal of Infectious Diseases*, 2009. **13**(1): p. 9-19.
- [10] Cho, E.J., et al., *Current status and strategies for hepatitis B control in Korea*. *Clinical and Molecular Hepatology*, 2017. **23**(3): p. 205-211.
- [11] Evans, A.A., et al., *Prevention of perinatal hepatitis B transmission in Haimen City, China: Results of a community public health initiative*. *Vaccine*, 2015. **33**(26): p. 3010-5.
- [12] Zhong, Y.W., et al., *Hepatitis B virus basal core promoter/precore mutants and association with liver cirrhosis in children with chronic hepatitis B virus infection*. *Clin Microbiol Infect*, 2016. **22**(4): p. 379 e1-379 e8.
- [13] Chen, Z.-X., et al., *Clinical course and perinatal transmission of chronic hepatitis B during pregnancy: A real-world prospective cohort study*. *Journal of Infection*, 2017. **75**(2): p. 146-154.
- [14] WHO, *Global Health Sector Strategy on Viral Hepatitis 2016-2022 towards ending Viral Hepatitis*. World Health Organization, 2016.
- [15] Europe, W.H.O., *Action plan for the health sector response to viral hepatitis in the WHO European Region*. World Health Organization Europe, 2017.
- [16] Yi, P., et al., *Management of mother-to-child transmission of hepatitis B virus: Propositions and challenges*. *J Clin Virol*, 2016. **77**: p. 32-9.
- [17] Terrault, N.A., et al., *AASLD guidelines for treatment of chronic hepatitis B*. *Hepatology*, 2016. **63**(1): p. 261-283.
- [18] Ramiere, C., et al., *Evolution of the incidence of hepatitis B virus infection and immunization rates in a large French cohort born between 1960 and 1994*. *Clin Microbiol Infect*, 2016. **22**(10): p. 889 e1-889 e7.
- [19] Lu, L.-L., et al., *Maternal transmission risk and antibody levels against hepatitis B virus e antigen in pregnant women*. *International Journal of Infectious Diseases*, 2014. **28**: p. 41-44.
- [20] Maraolo, A.E., et al., *Current evidence on the management of hepatitis B in pregnancy*. *World J Hepatol*, 2018. **10**(9): p. 585-594.
- [21] Paganelli, M., X. Stephenne, and E.M. Sokal, *Chronic hepatitis B in children and adolescents*. *Journal of Hepatology*, 2012. **57**(4): p. 885-896.
- [22] Dube, E., et al., *Strategies intended to address vaccine hesitancy: Review of published reviews*. *Vaccine*, 2015. **33**(34): p. 4191-203.
- [23] Stevens, C.E., et al., *Eradicating hepatitis B virus: The critical role of preventing perinatal transmission*. *Biologicals*, 2017. **50**: p. 3-19.
- [24] Shi, Z., et al., *Hepatitis B immunoglobulin injection in pregnancy to interrupt hepatitis B virus mother-to-child transmission-a meta-analysis*. *Int J Infect Dis*, 2010. **14**(7): p. e622-34.
- [25] Block, T.M., et al., *Research priorities for the discovery of a cure for chronic hepatitis B: Report of a workshop*. *Antiviral Research*, 2018. **150**: p. 93-100.
- [26] Seeger, C. and W.S. Mason, *Molecular biology of hepatitis B virus infection*. *Virology*, 2015. **479-480**: p. 672-686.
- [27] Njei, B., et al., *Comparative efficacy of antiviral therapy in preventing vertical transmission of hepatitis B: a network meta-analysis*. *Liver Int*, 2016. **36**(5): p. 634-41.
- [28] Dakic, Z., et al., *Validity of hepatitis B and hepatitis C case definitions*. *J Infect Public Health*, 2019.
- [29] Lee, L.Y., et al., *Maternal HBeAg positivity and viremia associated with umbilical cord blood hepatitis B viremia*. *Pediatr Neonatol*, 2019.

- [30] Owiti, J.A., et al., *Illness perceptions and explanatory models of viral hepatitis B & C among immigrants and refugees: a narrative systematic review*. BMC Public Health, 2015. **15**(1).
- [31] Paoli, J., et al., *HBV epidemiology and genetic diversity in an area of high prevalence of hepatitis B in southern Brazil*. Braz J Infect Dis, 2018. **22**(4): p. 294-304.
- [32] Candotti, D., K. Danso, and J.P. Allain, *Maternofetal transmission of hepatitis B virus genotype E in Ghana, west Africa*. J Gen Virol, 2007. **88**(Pt 10): p. 2686-95.
- [33] Locarnini, S., et al., *Strategies to control hepatitis B: Public policy, epidemiology, vaccine and drugs*. J Hepatol, 2015. **62**(1 Suppl): p. S76-86.
- [34] Jooste, P., et al., *Screening, characterisation and prevention of Hepatitis B virus (HBV) co-infection in HIV-positive children in South Africa*. Journal of Clinical Virology, 2016. **85**: p. 71-74.
- [35] Abbas, Z. and A.R. Siddiqui, *Management of hepatitis B in developing countries*. World J Hepatol, 2011. **3**(12): p. 292-9.
- [36] Wang, F., et al., *Investigation of the risk factors associated with the failure of hepatitis B vaccination of neonates in Yunnan province, China*. Int J Infect Dis, 2018. **77**: p. 90-95.
- [37] Tseng, C.H., et al., *Quantification of serum hepatitis B core antibody to predict off-entecavir relapse in patients with chronic hepatitis B*. J Formos Med Assoc, 2018. **117**(10): p. 915-921.
- [38] Scott, N., et al., *Cost-effectiveness of the controlled temperature chain for the hepatitis B virus birth dose vaccine in various global settings: a modelling study*. The Lancet Global Health, 2018. **6**(6): p. e659-e667.
- [39] Wang, Y., et al., *Cost-effectiveness analysis of hepatitis B vaccine booster in children born to HBsAg-positive mothers in rural China*. Int J Infect Dis, 2019. **78**: p. 130-139.
- [40] Rajoriya, N., et al., *How viral genetic variants and genotypes influence disease and treatment outcome of chronic hepatitis B. Time for an individualised approach?* J Hepatol, 2017. **67**(6): p. 1281-1297.
- [41] Physician, A.A.o.F., *Caring for Pregnant Women and Newborns with Hepatitis B or C*. 2010.
- [42] Sheffield, J.S., et al., *Efficacy of an accelerated hepatitis B vaccination program during pregnancy*. Obstet Gynecol, 2011. **117**(5): p. 1130-5.
- [43] Aslam, A., et al., *Management of chronic hepatitis B during pregnancy*. Gastroenterol Rep (Oxf), 2018. **6**(4): p. 257-262.
- [44] Kho-Herman, S.G.R. and H.L.-Y. Chan, *Stopping nucleos(t)ide analog treatment in chronic hepatitis B — Who and when?* Liver Research, 2017. **1**(2): p. 135-139.
- [45] Siemieniuk, R.A., et al., *Antiretroviral therapy for pregnant women living with HIV or hepatitis B: a systematic review and meta-analysis*. BMJ Open, 2017. **7**(9).
- [46] Yang, M., et al., *Cesarean section to prevent mother-to-child transmission of hepatitis B virus in China: A meta-analysis*. BMC Pregnancy and Childbirth, 2017. **17**(1).
- [47] Xing, T., et al., *miRNA-548ah promotes the replication and expression of hepatitis B virus by targeting histone deacetylase 4*. Life Sci, 2019. **219**: p. 199-208.
- [48] Leroi, C., et al., *Prevalence of chronic hepatitis B virus infection in Thailand: a systematic review and meta-analysis*. Int J Infect Dis, 2016. **51**: p. 36-43.
- [49] Petit, D., et al., *Countries' interest in a hepatitis B vaccine licensed for the controlled temperature chain; survey results from African and Western Pacific regions*. Vaccine, 2017. **35**(49 Pt B): p. 6866-6871.

Assainissement des sites universitaires du Sud-Ubangi (Obstacles et perspectives) : Cas de l'ISTM GEMENA

[Sanitation of university sites in South Ubangi (Obstacles and perspectives): Case of ISTM GEMENA]

MAMBESA BAINAMBOKA Martin¹, ADUGBIA LIKUNDU Malachie², MANGI BENDE Maurice³, EKIMBO MAMBOKOLO⁴, ETOMBO wa LINGOMBELE Jupis⁵, MWALIKUTU MONDOMBELE Olivier⁶, MOKOTO NYABWA Jeef⁷, and BASILA ILENGI MBULA Jean-Pierre⁸

¹Licencié en sciences infirmières/EASI, RD Congo

²Licencié en sciences infirmières/EASI, RD Congo

³Licencié en sciences infirmières/EASI, RD Congo

⁴Licencié en sciences infirmières/EASI, RD Congo

⁵Licencié en sciences infirmières/EASI, RD Congo

⁶Licencié en sciences infirmières/EASI, RD Congo

⁷Licencié en Droit, RD Congo

⁸ Ph.D en environnement, RD Congo

Copyright © 2020 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 focused on sanitation in a university environment deals with both the material and the functional components necessary for students, future professionals and development agents to adopt behaviors favorable to sanitation and the promotion of environment and, through them, the community is brought to change.

KEYWORDS: Sanitation, university sites, South Ubangi.

RESUME: Ce travail focalisé sur l'assainissement en milieu universitaire traite à la fois de la composante matérielle et de la composante fonctionnelle nécessaires pour que les étudiants, futurs professionnels et agents de développement adoptent des comportements favorables à l'assainissement et à la promotion de l'environnement et, qu'à travers eux, la communauté soit amenée au changement.

MOTS-CLEFS: Assainissement, sites universitaires, Sud-Ubangi.

1 INTRODUCTION

L'environnement et son assainissement sont à ces jours l'un des enjeux majeurs qui préoccupent les décideurs du monde car, parler du développement durable (Objectifs de développement durable, ODD 6, 13 et 14), implique impérativement la protection et la promotion de l'environnement ou son assainissement. L'homme ne vit pas en tant qu'être isolé de son biosphère ; tout ce que l'homme fait est lié dans une quelconque dimension à son environnement. (Marie-Françoise LEGENDRE, 2008).

Pour réussir, l'homme est tenu d'assainir son environnement c'est-à-dire lui doter d'un cadre approprié (adapté à des activités spécifiques) et veiller contre toute menace vis-à-vis de celui-ci (pollution de l'environnement).

Le milieu universitaire est ce milieu où l'homme (le citoyen du monde) suit sa formation (BAULANA MOSUBI R., 2014). Il se doit être un milieu par excellence, une source d'inspiration, un milieu de référence car, il est présomptif d'être une référence pour quiconque y fréquente aussi bien sur le plan culturel, social que sur la gestion de l'environnement (assainissement).

L'homme, comme soutient le Professeur BASILA, n'est qu'un être au sein d'un biosphère (dimension physique) au sein duquel, on rencontre plusieurs autres êtres avec lesquels l'homme est tenu d'apprendre à composer et à vivre (BASILA ILENGI MBULA J.P., 2012).

A l'ère du socioconstructivisme, on trouve, en dehors de 3 composantes du triangle didactique tel que généralement reconnus dans l'approche de pédagogie par objectifs (APO), une autre composante non négligeable qui est l'environnement (Edutechwiki.unige.ch/fr/socio-constructivisme).

En outre, la construction d'un savoir, bien que personnelle, s'effectue toujours dans un cadre social. Les informations sont en lien avec le milieu social, le contexte culturel et proviennent à la fois de ce que l'on pense et de ce que les autres (environnement) apportent comme interactions. (Anastassis Kozanitis, 2005).

2 RÉSUMÉ DU TRAVAIL

Assainir, c'est conférer un cadre approprié à une action spécifique. L'université se veut un cadre par excellence, un creuset pour la formation de l'élite du lendemain, des citoyens du monde. L'action de cette formation ne doit jamais s'isoler de l'environnement dans lequel ce processus se passe. Il (le site universitaire) doit donc être assaini. Pour être efficace, cet assainissement, doit être traité dans une approche holistique. L'assainissement et les pratiques hygiéniques doivent être prévues et intégrées dans le processus formation/apprentissage de la jeunesse c'est-à-dire, ne pas être utilisées seulement de manière ponctuelle ou parce qu'elles existent mais faire partie intégrante du processus et servir des leçons pour les apprenants, des modèles à copier et à faire véhiculer par ceux-ci dans la vie. C'est pourquoi, à notre avis, l'assainissement, notamment des universités, requiert une attention particulière. Des bons résultats en matière de développement exigent entre autre la prise en compte de l'assainissement et de l'environnement au même titre que les droits à l'éducation, à la santé, au logement, au travail...L'homme (l'universitaire de surcroît) doit être au centre de cette action, et ce, bien sûr, en constance avec ce qui l'entoure (son environnement)...au risque d'être voué à l'échec, d'autant plus que l'homme (universitaire, citoyen du monde) n'est pas formé dans un cadre assaini et n'est pas, non plus lui-même assaini (débarrasser de ses impuretés). (BASILA ILENGI J.P, op.cit).

3 PROBLÉMATIQUE

« L'environnement a de la fièvre et l'homme en est le virus » (RUCKEL SHAUS, 1992).

L'environnement à ces jours et son assainissement sont des questions qui touchent à l'ensemble des êtres vivants. L'humain étant au centre.

L'université est l'un des milieux qui favorise le rassemblement des plusieurs personnes et des plusieurs horizons, et est, de ce fait, un lieu de production de nombreux déchets et donc une des sources importantes de la pollution de l'environnement, vecteur de la pollution si ces déchets (des différentes catégories) ne sont pas bien gérés. C'est de cette gestion que découle l'assainissement, qui suppose rendre, tenir et maintenir un écosystème sain. Le monde est sous menace de changement climatique. L'Afrique et la RDC n'en sont pas épargnées.

Les universités et institutions d'enseignement s'évertuent d'enseigner la citoyenneté, l'environnement et l'hygiène alors qu'elles sont, elles même gangrénées par la pollution de toutes sortes.

Dans la province du Sud Ubangi, les institutions dites universitaires pullulent partout, tant dans les milieux urbains que ruraux ; autant des privées que celles dites publiques ou appartenant à l'Etat. Les cadres dans lesquels ces futurs universitaires sont formés, laissent à désirer.

En parcourant de regard le site universitaire de l'ISTM Gemena, tout observateur, tout chercheur ou simplement tout curieux ne doit que se poser la question sur l'état de l'assainissement de celui-ci en particulier et des sites universitaires du Sud-Ubangi en général surtout quand on sait que c'est le milieu où se passe le processus formation/apprentissage, à priori, des professionnels de santé. On y trouve pourtant, des mauvaises herbes qui poussent au gré de la nature ; l'état des infrastructures scolaires et les bâtiments administratifs n'offre aucun confort ;

Les deux installations sanitaires que disposent l'ISTM Gemena (2 urinoirs et 1 W.C) largement insuffisantes sont utilisées aussi bien par les étudiants, les dirigeants voire les visiteurs et ne dénotent en rien d'une institution de formation de l'élite intellectuelle de demain ;

Dans ces installations « sanitaires », l'on se fait accueillir par des mouches et des cafards ; certaines bêtes parfois venimeuses (serpents, araignées, scorpions, lézards...) y trouvent leur logis et l'état de ces infrastructures n'offre aucune garantie des « sanitaires » ; Pas d'observance quant à l'utilisation des installations (sanitaires). Les douches sont utilisées en lieu et place des W.C.

Loin d'être un fait du hasard, il y a des étudiants (principaux usagers de ces installations), qui persistent et signent sur leurs habitudes (mauvaises) qu'ils tiennent comme des bonnes ; la cour même de l'institution est sillonnée par des serpents surtout en période de sécheresse où ils (serpents) ne savent plus se contenir dans leur habitat naturel.

Les enseignements sont dispensés sous arbres, exposés à tout risque d'insolation, d'intempéries, d'inhalation de la poussière produite par les véhicules, les motos, les vélos et les piétons qui circulent l'artère principale (avenue MAMA MOBUTU) située à plus ou moins 80 mètres seulement de la cour de l'institution ; de la pollution sonore à cause des bruits et la déconcentration qu'ils provoquent (atterrissage des avions, passage des véhicules, bruits du générateur installé à un pas seulement des bureaux et des auditoires) ; on peut y ajouter, la vente et la consommation de l'eau en sachet ainsi que certains produits manufacturés (biscuits, bonbons...) par les petits marchands ambulants.

Cette liste n'a rien d'exhaustif, beaucoup d'autres faits et observations peuvent être ajoutés à ceux repris ci-haut.

Ce sont ces faits et ces constats qui ont retenus notre attention et nous ont amené à cerner les obstacles qui font que ce milieu d'aussi grande valeur éducative (creuset, thermomètre, miroir qui sera reflété par ceux qui y sont formés) ne soit pas assaini, dès lors que l'approche socioconstructiviste (pédagogies actives) rappelle l'influence que peut revêtir le comportement environnemental sur la formation de l'homme surtout quand on sait que l'environnement a une part importante dans l'édification de la personne et de sa personnalité (formation holistique). Aussi, il est impératif que ce lieu soit le mieux organisé, le mieux assaini possible.

L'action de l'éducation ne doit jamais s'isoler de l'environnement dans lequel celle-ci se passe. Ceci évoque l'idée d'un processus qui se déploie dans le temps et dans l'espace. L'homme en tant qu'un système ouvert (dimension humaine) (OMANYONDO OHAMBE M-C, 2013). L'homme ne peut s'isoler de son environnement du quel, il puise et construit les différents savoirs..., Tout ne se passe pas seulement dans la tête de la personne. (De Ketele, 2014).

Ainsi, la construction d'un savoir implique que des ressources externes (humaines ou matérielles et même physiques) aussi bien que des ressources internes y participent. (Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport/Sénégal, 2005).

Croiser ces théories avec le socioconstructivisme conduit à l'idée selon laquelle le processus de formation/apprentissage ne se limite pas seulement à ce qu'est la matière, ni à ce qu'est l'apprenant, ni à ce qu'est le maître c'est-à-dire à sa capacité de transposer le contenu-matière aux apprenants mais, au-delà de tout ceci, l'influence que joue l'environnement dans ce processus. D'où, cette inquiétude de TearFund : « Il n'est pas étonnant que les investissements des fonds très colossaux des diverses agences des nations unies ainsi que des bailleurs des fonds n'eussent produits leurs effets (Andy Peal, Barbara Evans et Carolien Van der Woorden, 2011).

Quelques questions suivantes peuvent être posées :

1. Quels sont les obstacles à l'assainissement de l'ISTM GEMENA?
2. Quelles sont les perspectives (vision et stratégies) des dirigeants de l'ISTM Gemena pour assainir ce milieu?
3. Quels sont les potentialités disponibles (forces et opportunités) pour assainir l'ISTM Gemena ?

Nous avons aussi émis les hypothèses selon lesquelles, le manque d'assainissement de l'ISTM Gemena serait dû :

- Faible de sensibilisation (non appropriation et non implication) en matière d'assainissement ;
- Manque de motivation, d'outils adaptés, d'implication et de financement suffisant pour l'assainissement ;
- Résistance au changement (Non disponibilité des agents pour les nouvelles idées ou un quelconque changement, mauvaise perception ou attitude vis-à-vis de changement).

Nous aurons ainsi, à l'issue de ce travail :

1. Informer le monde scientifique de la nécessité l'assainissement du milieu universitaire qui doit faire des apprenants les émissaires sur la gestion de l'environnement et de l'assainissement (appropriation de la question de l'assainissement par les apprenants et les gestionnaires) ;
2. Stimuler ou éveiller l'esprit des dirigeants pour s'impliquer dans l'assainissement de ce milieu étant une des composantes non négligeables dans le processus formation/apprentissage.

4 MÉTHODOLOGIE

L'enquête prospective avec analyse FFOM (forces, faiblesses, opportunités et menaces) appuyé par une observation à travers un guide d'entretien structuré (questionnaire) élaboré pour la cause comme outil de collecte des données, ont été utilisés.

Nous avons fait recours à un échantillon-population dit aussi échantillon exhaustif de convenance, à cause du nombre limité de notre population d'étude (travailleurs ordinaires), 32 agents.

Pour conduire notre analyse, nous avons fait recours à la statistique descriptive pour le toilettage des données et pour l'obtention des mesures de tendance centrale : fréquence relative, moyenne, proportion, pourcentage. Nous avons ainsi utilisé le chi-carré de Pearson (calculé et tabulaire) à l'aide du logiciel SPSS 20.0 à travers la statistique inférentielle pour l'application de test d'hypothèse.

La recherche s'est effectuée à l'ISTM - Gemena, dans la province du Sud Ubangi en RDC. L'ISTM-Gemena est une institution d'enseignement supérieur public de la province du Sud Ubangi; crée depuis l'année 1993 sous L'arrêté ministériel N° ESU/CAMIN/043/93 du 02 octobre 1993 et N° ESU/CABMIN/0444/93 du 07 octobre 1993 dans le cadre de la politique d'essaimage initiée par son Excellence Monsieur le ministre **NDUNDI WA NDUNDI** sur demande du feu son Excellence Monsieur le Ministre Maurice **NYOKA BUSU NAEGO** (ex Ministre de l'Agriculture de la République du Zaïre, Originaire du Secteur de Bonwase, Territoire de Gemena, District du Sud-Ubangi, dans la Province de l'Equateur). Depuis son installation effective en 2000, l'ISTM-Gemena a été dirigé de 2000 à 2006 par le Chef de Travaux **Jacques SEGBEWI ZAMU** (actuellement Député National), ensuite de 2006 à 2007 par **SONGBO KWEDUGBU**, de 2007 à 2016 par le Chef de Travaux **Jean Boniface SOGE SAMBI** puis de 2016 à 2017 par le Chef de Travaux **DEDETEMO KPALAWELE Donatien** et de 2017 à ces jours par le Professeur **KUMUGO NGEMENA Ratisbonne**.

5 RESULTATS

ANALYSE DES DONNÉES MONO VARIÉES

Tableau 1. Répartition des enquêtés selon leurs tranches d'âges

Tranche d'âge (en an)	Nombre	%
26 – 30	02	7,4
31 – 35	01	3,7
36 – 40	08	29,6
41 – 45	08	29,6
46 – 50	03	11,2
50 et plus	05	18,5
Total	27	100 %

Nous lisons de ce tableau qu'il y a 2 tranches d'âge qui sont très représentées au sein de la population concernée par cette étude. Il s'agit de la tranche d'âge de 36 à 40 ans et de 41 à 45 ans avec, pour chacune 08 sujets soit 29,6 et que la classe la moins représentée est la classe de la tranche d'âge de 30 à 35 ans avec seulement 1 sujet soit 3,7 %. Ceci laisse déjà entrevoir que l'ISTM utilise une main d'œuvre qui est généralement jeune.

Tableau 2. Répartition des enquêtés selon leur sexe

Sexe	Nombre	%
Masculin	26	96,3
Féminin	01	3,7
Total	27	100 %

On découvre, au vu de ce tableau que parmi les personnes employées par l'ISTM comme des travailleurs ordinaires (exécutants), le sexe masculin est très largement représenté par rapport au sexe féminin qui ne compte qu'une seule unité soit 3,7 % contre 96,3 % des agents du sexe masculin. Ceci renvoie à deux hypothèses :

- La première c'est que les femmes ne se donnent pas trop pour ce genre de travail ;
- La deuxième c'est que le travail paraît très contraignant ou non commode aux femmes.

Alors qu'à notre avis, ce sont les femmes qui se chargent de ce genre de travail dans leurs domiciles et plus aptes à s'y adapter en société avec même, un peu plus de volonté que les hommes.

Tableau 3. Répartition des enquêtés selon leur statut matrimonial

Statut matrimonial	Nombre	%
Célibataire	02	7,4
Marié (e)	23	85,2
Divorcé (e)	01	3,7
Veuf (ve)	01	3,7
Total	27	100 %

Ce tableau révèle qu'il y a plus de mariés que les autres catégories, 23 sujets soit 85,2 % contre 1 soit 3,7 % des divorcés et le même taux pour les veufs (ves). Nous osons croire qu'il s'agit d'un groupe social responsable et en tant que tel, ils ne sont pas prêts à abandonner le travail même s'il s'opère des changements mais peuvent plutôt être disposés et réceptifs à ces derniers à condition d'être à même de prendre en charge leurs responsabilités.

Tableau 4. Répartition des enquêtés selon les grades et les postes occupés

Grade/Poste	Nombre	%
Cadre supérieur/Commandement	04	14,8
Cadre de maîtrise/collaboration	05	18,5
Exécutants	18	66,7
Total	27	100 %

Nous voyons à partir de ce tableau que les exécutants sont plus nombreux que les autres cadres. On compte dans cette classe 18 sujets soit 66,7 % comme la classe la plus représentée et que la catégorie qui compte moins des sujets est celle de commandement avec 4 soit 14,8 %.

Tableau 5. Répartition des enquêtés selon leur disposition à adopter des nouvelles idées ou un quelconque changement

Paramètres	Nombre	%
Favorable	07	25,9
Neutre	05	18,5
Non favorable	15	55,6
Total	27	100 %

Ce tableau nous fait découvrir qu'il y a moins de gens qui sont disposés et ouverts aux nouvelles méthodes de travail ou au changement. Ceci se lit par 15 soit 55,6 % des sujets non disposés ou non favorables aux nouvelles idées contre seulement 07 soit 27,9 % qui se disent être prêts pour accepter quel que changement dans le but de faire avancer les choses.

Tableau 6. Répartition des enquêtés selon leur motivation dans le travail

Attitude	Nombre	%
Très motivé	03	11,1
Pas motivé	05	18,5
Indécis	19	70,4
Total	27	100 %

Ce tableau nous révèle qu'il se compte parmi les agents un grand nombre d'indécis qui ne savent dire s'ils trouvent satisfaisant le travail qu'ils font ou non. Ils sont de l'ordre de 19 soit 70,4 % contre 03 soit 11,1 % qui se disent être satisfaits

et motivés pour le travail qu'ils font. Ceci peut nous pousser à la réflexion selon laquelle, beaucoup de ces agents sont là faute de mieux et que s'ils attrapent quelque chose d'autre ailleurs, ils seraient prêts à abandonner et à prendre d'autres engagements.

Tableau 7. Répartition des enquêtés selon leurs points de vue sur le financement de l'Etat en matière d'assainissement

Point de vue	Nombre	%
Suffisant	00	00
Insuffisant	19	70,4
Ne sait pas	08	29,6
Total	27	100 %

De ce tableau, il se dégage que, de tous les agents qui travaillent à l'ISTM Gemena, dans le domaine de l'assainissement, 19 soit 70,4 % sont d'avis que le financement que l'Etat donne ne suffit pas pour couvrir les besoins en assainissement contre 00 % qui pense que ce financement est suffisant.

Tableau 8. Répartition des enquêtés selon leurs différents obstacles à l'assainissement identifiés à l'ISTM Gemena

N°	Groupe d'obstacles	Nbre	%
Obstacles d'ordre stratégique		27	100
1	Pas de projet sur l'assainissement	06	22,2
2	Manque de politique sur l'assainissement	03	11,1
3	Manque de priorité pour l'assainissement	08	24,6
4	Pas de partenariat pour l'assainissement	02	7,4
Obstacles d'ordre budgétaire et temporaire		27	100
1	Pas de budget et des subventions de l'Etat	04	14,8
2	Pas de temps à consacrer pour l'assainissement	07	25,9
Obstacles d'ordre humain		27	100
1	Manque de formation en matière d'assainissement	27	100
2	Main d'œuvre suffisante	04	14,8
3	Insatisfaction pour le travail	18	66,7
4	Manque de confiance des uns et des autres	15	55,6
5	Résistance au changement (routine)	17	63,0
6	Manque de sensibilisation en matière d'assainissement	14	51,9
Obstacles logistiques		27	100
1	Outils de travail non adaptés	19	70,4
Obstacles d'ordre organisationnel		27	100
1	Manque des standards/indicateurs (IOV)	05	18,5
2	Manque de priorité pour l'assainissement	10	37,0
3	Pas d'équipes spécifiques pour les travaux d'assainissement	19	70,4
4	Absence d'un plan opérationnel	10	37,0
5	Pas d'implication des ONG et société civile pour l'assainissement	03	11,1

Ce tableau établit clairement les éléments qui font obstacles à l'assainissement. On découvre qu'il y a des obstacles qui ne sont pas très significatifs comme faisant blocage à l'assainissement alors que d'autres se sont révélés ne pas influencer l'assainissement selon les données récoltées auprès de nos enquêtés comme par exemple, le manque des standards, le manque de priorité pour l'assainissement, même s'il semble vrai que ce sont ces éléments-là qui sont à l'origine du manque d'assainissement.

Tableau 9. Relation entre les hypothèses et les résultats de l'étude (inférence statistique)

Paramètres	Nbre	%	X ² calc	ddl	X ² tab	IC ₉₅ %	S
Manque de formation en matière d'assainissement							
Oui	27	100,0					
Non	00	00,0	0,33	1,0	0,0039		***
Manque de motivation							
Oui	03	11,1					
Non	24	88,9	0,0	2,0	0,1026		***
Résistance au changement							
Oui	07	25,9					
Non	15	55,6	0,0	2,0	0,0201	99,0	***

Le X² calculé démontre clairement qu'il existe un lien entre les hypothèses et le manque d'assainissement.

LES RÉSULTATS DE L'ANALYSE FFOM

Tableau 10. Forces, Faiblesses, Opportunités et Menaces

Paramètres	Constats ou résultats de l'analyse
Forces	• Concession propre de plus ou moins 1 ha • Dispose des auditoires où les cours sont dispensés en toute quiétude • Dispose d'une main d'œuvre toute jeune • Terrain large et quasiment non exploité • Institution encore jeune et facile à se développer • Présence des instructions académiques du ministère de l'enseignement supérieur et universitaire reprenant entre autres la gestion des sites universitaires • Présence des latrines • Présences des quelques collecteurs des déchets fabriqués en bois
Faiblesses	• Manque de clôture • Insuffisance des infrastructures scolaires • Faible capacité d'accueil (nombre des places limité) • Insuffisance des mobiliers • Manque d'équipements adaptés au travail pour l'assainissement • Mauvaise organisation du travail • Insuffisance des latrines (en rapport avec le nombre des usagers) • Latrines non hygiéniques • Bâtiments administratifs moins spacieux • Proximité de la source d'énergie avec les bureaux (pollution sonore) • Manque de formation des agents en matière d'assainissement • Budget limité et insuffisant pour couvrir les besoins de l'institution en général et de l'assainissement en particulier • Pas de points d'adduction d'eau • Absence de lave-mains • Pas de mesures d'accompagnement des instructions académiques du ministère
Opportunités	• Bénéficie d'une forte crédibilité auprès de l'opinion • Main d'œuvre locale, facile à trouver • Avènement des nouvelles provinces • Investissements éventuels des agences des Nations Unies et des ONG internationales (UNESCO, PNUD, PNUF, UNICEF..., OXFAM, World Vision...) • Arrivée des nouveaux partenaires de l'éducation • Terre fertile, facile à planter et à modeler pour planter les arbres, la pelouse et créer un bon paysage

	• Ouverture envers les autres institutions universitaires du pays • Ouverture de l'espace Marketing d'Assainissement d'OXFAM qui peut utiliser ou prendre les sites universitaires comme des zones pilotes ou des stéréotypes à copier et à vulgariser ou à faire véhiculer par les usagers (les étudiants) • Installée au chef-lieu de la province • Accessibilité facile • Présence de la REGIDESO
Menaces	• Prolifération des institutions d'enseignement supérieur dans le Sud Ubangi (dispersion des moyens publics dans le financement des établissements de l'Etat) • Profil très pauvre et enclavé de la nouvelle province du Sud Ubangi • Manque d'investissement dans le domaine de l'éducation surtout à l'enseignement supérieur et universitaire • Insuffisance des subventions de l'Etat dans le financement des universités • Manque des fonds spécifiques de l'assainissement • Manque d'intérêt des investisseurs dans le domaine de l'assainissement et surtout du milieu universitaire • Niveau socioéconomique très bas de la population • Pas de culture de la gestion des déchets dans le chef des usagers du site universitaire

Cette analyse nous a permis de mettre en exergue les forces, les faiblesses, les opportunités et les menaces de l'ISTM qui peuvent être des ouvertures pour l'assainissement ou encore des blocages pour celui-ci.

Nous pouvons aussi dire à partir de cette analyse que le profil pauvre et enclavé de la nouvelle province du Sud Ubangi, loin d'être seulement une menace, peut par contre être transformé en opportunité, car, il intéressera les investisseurs pour son développement.

L'université est le lieu de tous les rêves car elle constitue un espace que les jeunes veulent conquérir, certes pour acquérir le savoir et la formation, mais surtout comme une passerelle constitutive de « la lutte des places ».

Ceci paraît vrai si l'université ne se force pas d'offrir à la jeunesse un cadre approprié à son avenir aussi bien par les enseignements qu'elle offre mais aussi par le socioconstructivisme qui se veut une approche généralisable, car il tient compte de tous les aspects nécessaires à la construction des savoirs par l'apprenant. Il importe d'aller au-delà de l'esprit de la réforme pour insister sur l'importance de la transformation. (NGOIE TSHIBAMBE G., op.cit).

Mais au-delà de tout ceci, un épineux problème se trouve être les conditions environnementales dans lesquelles cette formation est offerte. (MUKULU NDUKU Patrice Bénis, 2012).

Un autre facteur limitant souvent évoqué est le manque de fonds d'investissement. L'eau et l'assainissement se sont fait distancer par d'autres intérêts sectoriels en compétition pour les rares fonds publics.

(DSRP, 2006) Cela soulève la question de savoir s'il existe une volonté politique d'augmenter la priorité budgétaire pour l'assainissement.

En se basant sur le modèle que nous considérons socioconstructiviste de TEARFUND qui a mis en exergue l'interaction de 4 éléments ou facteurs desquels trouvent origine les obstacles à l'assainissement, nous pouvons, nous aussi construire un modèle mais cette-fois ci interagissant avec un élément ou facteur central qui est l'homme car, pour nous dans n'importe quelle dimension, il y a implication de l'homme en tant qu'acteur principal dans tous les processus.

Suivant ce modèle, nous pouvons bien lire l'entrée en jeu de l'homme en tant qu'acteur central dans le processus de l'assainissement à tous les niveaux.

Ainsi donc, les obstacles à un processus sont dus par des facteurs ou des éléments qui sont soit extrinsèques soit intrinsèques en interdépendance avec ce que la personne elle-même se fait comme idée de ce que doit être son milieu de vie. Il se révèle pourtant que l'homme se préoccupe plus de lui et non de ce qui l'entoure faisant semblant d'ignorer son interaction avec son environnement ou son assainissement qui lui permettrait de mieux vivre dans celui-ci.

ABSENCE DE MESSAGES FORTS

Promouvoir l'assainissement et l'hygiène représente un défi substantiel en matière de communication.

COMPLEXITÉ DES CHANGEMENTS COMPORTEMENTAUX

Bien qu'il soit important de décourager les mauvaises pratiques d'hygiène et d'encourager les bonnes, cela ne suffira pas : ce n'est pas parce que les gens ont déjà entendu parler des maladies et de leurs causes qu'ils feront nécessairement quelque chose à ce sujet. (François Grünewald et al., 2011).

La conduite quotidienne et régulière des individus et leurs habitudes sont basées, au moins en partie, sur des choix raisonnés dans leur façon d'organiser leur vie de tous les jours, en tenant compte des limites de temps et des ressources.

FACTEURS « CULTURELS »

En effet, au-delà des motivations individuelles, les obstacles potentiels supplémentaires auxquels fait allusion la documentation internationale, sont les facteurs culturels qui rendent les bénéficiaires des projets de promotion de l'assainissement et de l'hygiène réticents ou résistants aux nouvelles installations. Certaines différences culturelles sont dues au genre : les variations de perspective entre les femmes et les hommes concernant les dispositifs d'assainissement sont relevés par de nombreux commentateurs.

Socialement, les étudiants venant des différentes origines avec leurs « mauvaises » habitudes de vie, ont du mal ou bien, ont difficile à adopter des nouveaux comportements une fois dans le milieu universitaire. Cette situation s'aggrave s'ils ne trouvent, dans ce nouveau milieu aucune norme sur la gestion de l'assainissement, la protection et la promotion de l'environnement.

Vu les risques liés d'une part à l'ignorance et d'autre part au manque d'intérêt des scientifiques et des décideurs dans ce domaine, il y a lieu de plaider pour l'intégration de *civisme environnemental* comme une branche dans les écoles d'enseignement des sciences de santé et ce, dès le niveau de élémentaire. Car, nous estimons que ce domaine est très complexe et devrait accompagner l'homme durant toute sa vie.

6 VALIDATION DES HYPOTHESES

Partant de nos hypothèses :

- Le manque de formation des agents en matière d'assainissement ;
- Le manque de motivation, des outils adaptés et de financement pour l'assainissement ;
- Le manque de disponibilité des agents pour les nouvelles idées ou pour le changement ;

Les résultats obtenus de cette étude prouvent que les obstacles à l'assainissement du milieu universitaire seraient multiples et nous les avons regroupés en :

1. Obstacles d'ordre humain :

- Les dirigeants : manque des chefs d'équipes dynamiques et assidus à leurs tâches ;
- Travailleurs : nombre insuffisant ;
- Manque de supervision.

2. Obstacles d'ordre psychologique :

- Manque de motivation des agents (salaire ou prime non satisfaisant, complexe de subordination...) et des dirigeants en matière (crainte de s'imposer vis-à-vis des travailleurs, crainte d'être taxé comme étant méchant si on châtie les fautifs...) de l'assainissement et de la protection de l'environnement ;
- Sentiment de travail sous pression ;
- Manque de confiance des uns et des autres ;

3. Obstacles d'ordre logistique :

- Equipements insuffisants pour le travail ;
- Outils de travail non adaptés et qui nécessitent beaucoup d'effort ;

4. Obstacles d'ordre stratégiques :

- Pas de politique clairement définie pour la protection et la promotion de l'environnement (assainissement) ;
- Pas de partenaires à l'éducation qui s'investissent dans l'assainissement du milieu universitaire ;

5. Obstacles d'ordre budgétaires :

- Pas de fonds spécifiques pour l'assainissement et la protection de l'environnement des sites universitaires ;
- Pas de subventions suffisantes de l'Etat pour la promotion et la protection de l'environnement ainsi que l'assainissement des sites universitaires.

6. Obstacles d'ordre temporaire :

- Manque de temps par les dirigeants pour avoir un regard sur les activités visant l'assainissement et la protection de l'environnement ;
- Manque de temps suffisant par les Travailleurs Ordinaires (T.O) pour exécuter convenablement leurs tâches (multiples tâches à la fois).

7. Obstacles socio-culturels : on entend par là le blocage envers des idées ou concepts venus d'ailleurs voire de ses supérieurs hiérarchiques. L'ouverture des personnes ainsi que leur volonté de faire des concessions sont fortement encouragées (intolérance ou manque d'esprit d'ouverture).

A l'issue de notre enquête et au regard des résultats obtenus que nous avons présenté dans les tableaux ci-dessus, nous pouvons avec certitude, dire que toutes les hypothèses émises au départ de cette étude sont confirmées. (Tableau n° 13, Relation entre les hypothèses émises et les résultats obtenus [χ^2 : 0.33, 0.0, χ^2_{tab} : 0.0039, 0.02010, ddl : 1, 2 et 2] pour les 3 hypothèses).

Former cet homme ne suppose pas seulement, pour nous, enseigner les cours de l'hygiène, assainissement et environnement, mais prenant en compte l'approche pédagogique du socioconstructivisme, nous estimons cette formation doit se faire à priori à travers un cadre assaini, aménagé et adapté au contexte d'un citoyen du monde (un homme épanoui).

Dans l'analyse FFOM, nous avons découvert que le profil pauvre et enclavé de la nouvelle province du Sud Ubangi, loin d'être considéré simplement comme une menace, peut être transformé en opportunité, car, il peut servir de point d'attraction pour les investisseurs qui en trouveront certainement un terrain fertile. Ce qui sera bénéfique aussi bien pour la jeunesse à travers la formation dans les universités ainsi modernisées et assainies, ainsi que pour la province entière en la dotant des infrastructures neuves et modernisées.

7 CONCLUSION

Ce travail focalisé sur l'assainissement en milieu universitaire traite à la fois de la composante matérielle et de la composante fonctionnelle nécessaires pour que les étudiants, futurs professionnels et agents de développement adoptent des comportements favorables à l'assainissement et à la promotion de l'environnement et, qu'à travers eux, la communauté soit amenée au changement. La composante matérielle est l'ensemble des installations et des conditions disponibles dans et autour du site universitaire. La composante fonctionnelle représente l'ensemble des actions visant à améliorer les conditions qui règnent à l'école et qui doivent inciter le personnel de l'école, les étudiants et tous les usagers à adopter des comportements favorables à l'assainissement (un environnement sain).

Les faits et les constats relevés au sein du site universitaire de l'ISTM Gemena dans son environnement physique ont motivé la réalisation de cette étude à laquelle, nous avons associé l'approche socioconstructiviste.

La notion qui se dégage de cette étude, c'est que le manque d'assainissement est impérativement lié à l'homme, que nous appelons : HOMOCENTRIQUE, d'où la nécessité de travailler, de transformer et de faire approprier à l'homme la question de l'assainissement ; l'homme, surtout l'universitaire (le citoyen du monde) sur qui, l'on peut compter pour l'atteinte des objectifs de développement durable.

La situation alarmante de l'assainissement décrite dans les pages précédentes surtout quand il s'agit du milieu universitaire ou du milieu qui est l'épicentre de la formation de notre jeunesse et de l'homme que nous avons appelé « citoyen du monde ». Les efforts doivent être multipliés et portés à un important travail à accomplir, celui de toucher réellement l'homme dans son fort intérieur.

Pour réussir, nous estimons que la stratégie devrait définir trois domaines clés d'intervention qui ensemble, permettront d'améliorer la survie et le développement de l'enfant citoyen du monde et agent de développement, à savoir :

- Un environnement favorable : s'assurer que des politiques, des capacités, des partenariats, un secteur privé viable et une gestion décentralisée sont en place afin de faciliter un accès durable à l'assainissement ;
- Un changement de comportement : soutenir l'amélioration des habitudes d'hygiène et de la qualité de l'eau ainsi que les pratiques sanitaires respectueuses de l'environnement ;
- Les services pour l'eau et l'assainissement : assurer un plus grand choix et une utilisation accrue d'approvisionnement sûr et fiable en eau, ainsi que des installations sanitaires propres et respectant l'intimité de

la personne humaine. Tout ceci doit aussi être accompagné par une bonne motivation (psychologique, financière, matérielle...).

REFERENCES

- [1] AMULI JIWE et NGOMA MADEMVO O., (2014), Méthodologie de la Recherche Scientifique en Soins et Santé Tome II, Guide de la rédaction scientifique. Imprinted Millenium, Kinshasa RDC.
- [2] Anastassis Kozanitis (2005), Les principaux courants théoriques de l'enseignement et de l'apprentissage : un point de vue historique, Bureau d'appui pédagogique, École Polytechnique. Québec Canada.
- [3] Andy Peal, Barbara Evans et Carolien Van der Woorden, (2011), Introduction aux Stratégies participatives et de promotion en matière d'hygiène et d'assainissement. Genève Suisse.
- [4] BASILA ILENGI MBULA J.P., (2013), Hygiène, Assainissement et Environnement, Notes de cours destinées aux étudiants de G2 Sciences Infirmières ISTM GEMENA 2012- 2013. Inédit
- [5] BAULANA MUSUBI R., (2014), Recherche en pédagogie, Notes de cours destinées aux étudiants de L2 EASI ISTM GEMENA
- [6] Bureau régional WSP-Afrique (2006), L'Afrique et les O.M.D sur l'eau et l'assainissement, Hill Park Bulding. Upper Hill. Nairobi Kenya
- [7] Denis Désille, Jihane Rangama, (2013), Concevoir et mettre en œuvre une stratégie de sensibilisation à l'hygiène et de promotion de l'assainissement. Des repères pour l'action, *réalisée avec le soutien de l'Agence Française de Développement*. Rail Niger
- [8] Direction Générale ISTM Gemena (2014), Rapport académique 2014.
- [9] Eau et Assainissement pour l'Afrique (EAA), UNICEF et le Gouvernement de la RDC (2012), évaluation du programme école et village assainis, Rapport Final. Kinshasa RDC
- [10] Edutechwiki.unige.ch/fr/socio-constructivisme
- [11] François Grünewald et all. (2011), L'accès à l'eau et à l'assainissement pour les populations en situation de crise : comment passer de l'urgence à la reconstruction et au développement ?, Agence Française de Développement, Paris France.
- [12] Gohier C. et S. Laurin (2007), La formation fondamentale. Montréal : Éditions Logiques. Montréal Canada.
- [13] Jeff Conant (2005), Assainissement et propreté pour un environnement sain, Fondation Hesperian Addison St., Berkeley, California, USA.
- [14] KASULU V., (2009), La RDC et le changement climatique. Office Congolaise de Contrôle Kinshasa RDC.
- [15] Marie-Françoise LEGENDRE, (2008), Un regard socioconstructiviste à la construction du lien social, Université Laval, Québec, Canada.
- [16] Ministère de l'éducation, de Loisirs et de sports/Sénégal (2005), Cadre théorique curriculum de la formation générale de base, Dakar Sénégal.
- [17] Ministère de la santé publique RDC (2013), Politique nationale de l'hygiène et d'assainissement de base. Kinshasa RDC
- [18] Ministère des affaires étrangères, coopération internationale et francophonie/RDC (2012), Mise en œuvre du programme d'action en faveur des pays les moins avancés (PMA) pour la décennie 2011-2020. Rapport national. Kinshasa RDC.
- [19] MUKULU NDUKU Patrice Bénis, (2012), Partenariat éducatif et gouvernance universitaire en RDC : *Regard croisé sur le recrutement et la formation des étudiants à l'Université de Kinshasa*. Département des Sciences Politiques et Administratives, Université de Kinshasa RDC.
- [20] OMANYONDO OHAMBE M-C., (2013), Questions approfondies en Soins Infirmiers, Notes de cours destinées aux étudiants de L1 EASI ISTM GEMENA.
- [21] Organisation Mondiale de la Santé et UNICEF (2007), Atteindre les OMD relatifs à L'EAU POTABLE ET À L'ASSAINISSEMENT : le défi urbain et rural de la décennie, Genève, Suisse.
- [22] Ph. Jonnaert, 2001), Compétences et socioconstructivisme, Des nouvelles références pour les programmes d'études, UQÀM, Montréal, Québec Canada
- [23] Programme des Nations Unies pour l'Environnement (2006), L'Avenir de l'Environnement en Afrique, PNUE Bureau régional de l'Afrique. Nairobi Kenya.
- [24] TEARFUND, (2007), Assainissement et hygiène dans les pays en voie de développement : identifier les obstacles et y apporter des réponses. Kinshasa RDC.
- [25] TSHITADI MAKANGU A. (2000), Processus de l'intégration de la médecine traditionnelle dans le système sanitaire officiel de la République Démocratique du Congo « opinions des acteurs de la santé de la ville de Kinshasa », Mémoire de Licence en soins infirmiers, ISTM/Kinshasa.
- [26] TSHITADI MAKANGU A., (2014), Manuel de Didactique, mesures et évaluation dans une approche par compétence intégrée. Guide de didacticien de la santé. IV^{ème} édition révisée et augmentée Tome I. Edition CEREP-Kinshasa RDC.
- [27] UNICEF (1998), Vers une meilleure programmation, Un manuel sur l'hygiène et l'assainissement en milieu scolaire, New York, N.Y. 10017, USA.
- [28] Water Aid (2011), Plan cadre de l'assainissement, 47-49 Durham Street London, Royaume-Uni.

L'Afrique et ses réalités électorales : Cas de la RD Congo

[Africa and its electoral realities : Case of DR Congo]

KAYA NYEMBO MICHAEL¹, BANZE TWITE ARSENE¹, MAKOLO MAKOLO ETIENNE², and KANYINDA LWAMBWA FRANCK³

¹Département des sciences commerciales & administratives et informatique de gestion, ISP Lubumbashi, RD Congo

²Département des sciences politiques et administratives, UNILU, RD Congo

³Département de sociologie et anthropologie culturelle, UNILU, RD Congo

Copyright © 2020 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: In this article, we address the issue of the results of the elections held in Africa in general and in DR Congo in particular. It should be noted that each time there is an election, the results of the latter have always been contested because deemed not credible by the stakeholders, hence this article wants to suggest possible solutions so that it stops.

KEYWORDS: elections, electoral process, ballot boxes, electoral disputes and electoral body.

RESUME: Dans ce présent article, nous abordons la problématique des résultats des élections organisées en Afrique en générale et en RD Congo en particulier. Il sied de noter qu'à chaque fois qu'il y a élection, les résultats de ces dernières ont toujours été contestés car jugés non crédible par les parties prenantes d'où cet article veut proposer des pistes de solution afin que cela cesse.

MOTS-CLEFS: élections, processus électoral, urnes, contentieux électoral et corps électoral.

1 INTRODUCTION

Depuis la nuit de temps, il a toujours été constaté que l'Afrique a toujours eu à enregistrer des morts liés aux crises post électorales, et cela à la suite des proclamations des résultats contestés suite aux élections males organisées. Les élections organisées en Afrique en générale et en RD Congo en particulier, ne laissent dans la plupart des cas, un climat de paix in fine, du fait qu'à chaque fois que ces dernières sont organisées, elles ont tendance à pouvoir laisser une porte ouverte à la violence et, avec comme toile de fond, la non transparence dans les résultats publiés car, les parties prenantes à ces dernières ne s'accordent jamais le violon quant à ce.

Cette tendance, décrédibilise tous les processus électoraux des pays dits des jeunes démocraties et les exemples le plus tapants sont le cas du Kenya entre *UHURU KENYATA* et *Morgan TVANGIRAY*. Le cas de la Côte-d'Ivoire entre *OUATARA* et *Laurent BAGBO*, suivi de son incarcération à la CPI. Le cas du Gabon entre *jumping* et Ali bongo et enfin, le cas de la RD Congo entre 2006, 2011 et 2018 pour ne citer que cela.

Dans ce présent article, nous allons nous appesantir plus particulièrement sur les différentes crises post électorales qui ont secouées la RD Congo lors des élections de 2006, 2011 et 2018 afin de déceler les causes profondes et par ricochet, proposer des pistes de solution.

Il sied de noter qu'à chaque publication des résultats, surgit toujours des cycles de violences qui conduisent inéluctablement aux pertes des vies humaines inutile.

Pour la petite histoire, on a vu en 2006 Jean-Pierre BEMBA entré en guerre contre Joseph Kabila. En 2011, la crise s'est enraciner davantage jusqu'à voir vu l'un des perdants à ces élections s'autoproclamer président de la république, à tel enseigne qu'il est allé jusqu'à défier le pouvoir en prêtant même serment dans sa parcelle, nous citons, E. TSHISEKEDI en date du 23 décembre 2011. Et enfin, les élections chaotiques de décembre 2018 qui ont davantage enfoncé la crise postélectorale jusqu'à décrédibiliser tout le processus électoral, étant donné que l'un des perdants se réclamant comme élu, est allé jusqu'à parler d'une parodie d'élection dans laquelle on a eu à nommer jusqu'au sommet de l'Etat, nous citons *MARTIN FAYULU*, car dit-il, le président proclamé par la CENI a été purement et simplement nommé.

Donc, à chaque fois que les résultats sont annoncés, ils sont directement contestés, et cela amène toujours à la violence d'où, on se demande que si ces derniers sont réellement en conformité avec la réalité des urnes.

2 PROBLEMATIQUE

Compte tenu de ce tableau sombre lié au processus électoral en RDC, nous pouvons nous poser la question de savoir : Est-ce que les résultats qui ont toujours été publiés par la CENI RDC, sont-ils conformes à la réalité des urnes ? Sinon, qu'est-ce qu'il faut pour qu'enfin crédibiliser le processus électoral en Afrique en générale et en RDC en particulier ?

Telles sont les questions autour desquelles vont tourner nos analyses.

3 GENESE DES ELECTIONS

Après une longue période dictatoriale, le Congo RDC renoué avec la démocratie à l'aube du 21^è siècle malgré que Laurent Kabila ait promis d'organiser les élections dans les deux années qui suivaient sa prise du pouvoir.

C'est seulement en 2003 que les congolais purent espérer se rendre aux urnes dans un avenir proche. Ceci étant, c'est le dialogue inter congolais et la signature Del 'accord global et inclusif qui ont jeté les bases de la démocratie congolaise et elles ont été les premières grandes étapes du processus qui a mené la RDC aux élections de 2006.

C'est au court de cette même période qu'un gouvernement de transition fut mis en place et la présidence de ce dernier a été confiée à Joseph KABILA fils de LD Kabila. Ce dernier partageait le pouvoir avec quatre vices présidents représentant les principaux mouvements d'opposition. La première épreuve de ce nouveau régime, fut l'organisation du référendum sur la constitution en 2005 et c'est cette dernière qui devait régir la vie politique en RDC après la transition.

Le nouveau texte fondamental fut approuvé à 84,3% par la population congolaise.¹ Le test décisif du renouvellement de la démocratie en RDC allait cependant être la campagne électorale à la fois législatif et présidentielle de 2006.

Après ce qui vient d'être dit, force est de noter que le processus électoral en RDC a eu comme origine le dialogue inter congolais car c'est lors de ce dialogue que les belligérants se sont mis d'accord afin d'opter pour la démocratie, c'est-à-dire que le pouvoir devait commencer à se prendre par la voie des urnes et dès lors, le coup d'état devait être prohibé.

4 CENI/ RDC

On ne peut s'évertuer de parler des élections en RDC sans qu'on ne dise un mot sur l'origine Del 'organe habilité à organiser les élections en RDC qu'est la CENI.

La commission électorale nationale indépendante (CENI) appelé CEI jusqu'en mars 2011 est l'une des institutions d'appui à la démocratie de la république démocratique du Congo, créé à la suite de la constitution de la transition et de l'accord global et inclusif. Cet organisme de droit public congolais est autonome sur le plan administratif, neutre et doté de la personnalité juridique.

La CENI alors CEI à l'époque, a reçu pour mandat de garantir l'organisation des élections libres et démocratiques. Elle a organisé en premier lieu le référendum constitutionnel le 18 et le 19 décembre 2005 et une année plus tard, les premières élections démocratiques Del 'histoire de la république démocratique du Congo.

Cette dernière, a été tour à tour présidée par l'abbé MALUMALU de 2003 à février 2011, par le pasteur MULUNDA de février 2011 à juin 2013. Encore par l'abbé MALUMALU de juin 2013 à Octobre 2015 et enfin, par Corneille NANGAA. On peut d'ores

et déjà comprendre que la CENI est l'organe habilité à organiser les élections en RDC et cet organe demeure indépendant jusqu'à preuve du contraire.

4.1 CADRE ELECTORALE

Il sied de noter que les élections en RD Congo sont régies par la loi N° 15 /001 du 12 février 2015 modifiant et complétant la loi N° 06/006 du 09 mars 2006 portant organisation des élections présidentielles, législatives, provinciales, urbaines, municipales et locales telle que modifiée par la loi N° 11/003 du 25 juin 2011 et la loi électorale N° 017/013 du 24 décembre 2017 complétant la loi N° 06/006 du 09 mars 2006.

A ceci il faut souligner que depuis la loi de 2011, le président de la république est élu au scrutin uninominal majoritaire à un tour pour un mandat de cinq ans renouvelable une seule fois. Le scrutin se tient quatre-vingt-deux jours avant l'expiration du mandat du président de la république en exercice, et il faudrait ajouter à cela le fait que la loi électorale de 2006 prévoyait le scrutin à deux tours avant qu'elle ne soit amendée en janvier 2011.

4.1.1 ELECTION DE 2006

Après le dialogue inter congolais, suivi de la signature de l'accord global et inclusif, la RDC a eu à organiser pour la toute première fois de son histoire, des élections démocratiques et inclusives en 2006. Le président de la république est d'ores et déjà élu au scrutin uninominal majoritaire à deux tours pour un mandat de 5 ans renouvelable une seule fois.

Du 29 juin au 28 juin 2006 s'est déroulée la première campagne électorale démocratique en RDC depuis 1965. La campagne en elle-même été sans accrocs majeurs mais, c'est plutôt l'annonce des résultats qui a fait monter la tension.

En effet, le 30 juillet, des combats ont éclaté près du siège de la CEI puis, le 20 Aout à Kinshasa, des affrontements opposant les forces armées de deux principaux candidats Kabila et BEMBA ont durés quelques jours.

Bien que les élections présidentielles aient eu lieu en juillet, les résultats officiels devraient être publiés le 09 septembre 2006. D'ici-là, les résultats préliminaires nous indiquent Joseph KABILA avec 44,8% des voix suivi de BEMBA avec 20% des voix qui devraient se retrouver aux deuxièmes tours étant donné que personne n'a réalisé la majorité absolue.⁴

Selon le calendrier électoral, le deuxième tour devrait avoir lieu le 29 oct. Notons par ailleurs que, lors de la publication des résultats par la CEI, diverses altercations sont intervenues en 2006 et 2007 entre les troupes de Joseph Kabila et celles de Jean-Pierre BEMBA dans la capitale de la RDC.

Le président de la CEI l'abbé MALUMALU doit proclamer les résultats de la présidentielle à 20h00 heure locale mais, cette proclamation n'interviendra que plus tard dans la soirée.

Des émeutes avec coups de feu étant intervenues dans le courant de la soirée, suite à la contestation des résultats par Jean-Pierre BEMBA. Les affrontements entre les troupes de BEMBA et KABILA ont fait trois jours donc du 20 aout au 22 aout et pendant ce temps, les troupes de ces deux se bombardent mutuellement.

Selon le ministre de l'intérieur de l'époque Mr Théophile MBEMBA, le combat auraient fait 23 morts et 43 blessés essentiellement à Gombe et dans les environs du boulevard du 30 juin mais, certains témoins de ces affrontements estiment que le nombre réel de morts remonte à plus 500 et annoncent que les résultats officiels auraient été faussés pour ne pas semer la panique. Deux chars de combat et une jeep de l'armée étaient capturés par la garde de Jean-Pierre BEMBA⁵.

Le 22 aout, Karel DEGUCHT, ministre belge des affaires étrangères, s'est dit particulièrement préoccupé par la dégradation du climat politique en RDC et plus particulièrement à Kinshasa : « les candidats aux élections présidentielles ont le devoir de ne pas trahir l'énorme espoir que la population congolaise a placé dans un processus électoral démocratique, ils doivent impérativement renoncer à toute forme de violence ».⁶

Et c'est grâce à l'intervention de la MONUC et le dialogue prôné par la CENCO que le calme est revenu à Kinshasa.

4.1.2 ELECTION DE 2011

Les observateurs sont unanimes, que les élections couplées de la présidentielle et législative de novembre 2011 en RDC ont été calamiteuse, pires que celles de 2006.

Les USA, la France, la fondation carter, la commission européenne, la conférence épiscopale du Congo, les ONG de tous horizons se rejoignent pour déplorer les ratés de la première consultation organisée par les congolais eux-mêmes, à la différence du scrutin de 2006 encadré par la communauté internationale.

La MONUC (mission des nations unies au Congo) et le CIAT, leur emboitant les pas. La presse occidentale a à l'unisson dénoncé le fiasco électoral, l'opacité des opérations de dépouillement mettant en cause la crédibilité même des résultats.

Dans l'entre temps, les perdants ont naturellement crié à la fraude. Arrivé deuxième, l'opposant Etienne TSHISEKEDI s'est officiellement autoproclamé président de la république, ajoutant à la confusion qui régnait déjà. Kinshasa a été le théâtre de violence post-électorale qui n'a été de bon augure, pour le second mandat de Joseph KABILA.

A l'issue de ces élections, Joseph KABILA a été proclamé vainqueur avec 48,9 % suivi de TSHISEKEDI Etienne avec 32,3%.⁷

D'aucuns peuvent se demander, comment est-ce que quelqu'un pouvait être proclamé président de la république avec moins de 50% et à cette question, la réponse est simple car, en janvier 2011, une révision constitutionnelle fut opérée et qui a permis qu'on puisse passer du scrutin uninominal majoritaire à deux tours, du scrutin uninominal majoritaire à un tour et celui-ci permet qu'à celui qui a plus des voix que les autres, d'être proclamé vainqueur. Donc avec ce système, il suffit d'avoir seulement la majorité simple pour être proclamé vainqueur.

Après les résultats publiés par la CENI et directement contesté par Etienne TSHISEKEDI, la mission d'observation de l'UE menée du 19 octobre au 13 janvier 2012 laisse entendre que : « les résultats publiés par la CENI ne sont pas crédibles à la lumière des nombreuses irrégularités et fraudes constatées lors du processus ».

Le rapport final de la mission d'observation électorale de la conférence épiscopale du Congo va aussi dans le même sens : « L'on a noté plusieurs défaillances, des cas de tricheries avérées et vraisemblablement planifiées, de nombreux incidents malheureux entraînant la mort d'homme, des cafoillages et à exploiter à dessein pour bourrer les urnes, ces résultats sont inacceptables et une honte pour notre pays (...) Eu égard à ce qui précède, nous estimons que le processus électoral a été entaché de graves irrégularités qui remettent en cause les résultats publiés ».⁸

4.1.2.1 CONTEXT DANS LEQUEL LES ELECTIONS DE 2011 FURENT ORGANISEES

Pendant les élections de 2011, il y a un fait important qu'il faudrait signaler, il s'agit du changement du mode de scrutin. Si en 2006, il fallait faire deux tours au cas où aucun des candidats n'avait atteint la majorité absolue, tel n'a pas été le cas en 2011 du fait que pendant ce deuxième cycle électoral, nous sommes passés du scrutin uninominal majoritaire à deux tours vers le scrutin uninominal majoritaire à un tour. Donc, aux élections de 2011, le verrou de la majorité absolue est tombé et le législateur a opté pour la majorité simple et le motif avancé était celui de réduire le coût du scrutin alors que l'opposition y voyait un avantage à se targuer par le président sortant afin d'être réélu plus facilement qu'en 2006 face à une opposition divisée.

Alors que la constitution prévoyait qu'une nouvelle élection soit convoquée 90 jours avant l'échéance du mandat courant, mais hélas, la CENI n'a pas pu avancer une date en septembre 2011 invoquant des problèmes techniques et finalement fixé le 28 novembre 2011.

Comme pour la convocation du corps électoral, la publication aussi des résultats de ces élections fut aussi reportée à plusieurs reprises. Initialement prévu pour mardi 06 décembre, c'est finalement vendredi le 09 décembre que ces résultats furent publiés, donnant Joseph Kabila pour vainqueur.

Après son échec, Etienne TSHISEKEDI, refusa de saisir la cour suprême qui siégeait en lieu et place de la cour constitutionnelle pour contestation des résultats, considérant qu'elle était trop proche de KABILA et s'autoproclamant président élu.

Notons que comme pour les élections de 2006, les élections aussi de 2011 ont laissé place à la violence car étant contesté pour non transparence dans le traitement de résultats.

A la lecture des résultats détaillés par provinces et circonscriptions électorales, les principales suspicions de fraude concernent les deux bastions du président sortant, le Katanga, sa province d'origine et le BANDUNDU acquis à son allié le parti lumumbiste unifié d'Antoine GIZENGA.

Au Katanga par exemple, on note une mobilisation exceptionnelle et des résultats quasiment unanimes dans le nord de la province ; 100% à Kabongo et 99,9% à MANONO. Le président sortant réalise des progressions figurant que l'analyse politique rationnelle à quelques maux a expliqué.⁹

4.1.3 ELECTION DE DECEMBRE 2018

Légalement prévu en 2016, le troisième cycle électoral n'a finalement lieu le 30 décembre 2018 et après plusieurs reports et plusieurs morts enregistrés.

Il sied cas même de signaler que cette élection a comme mérite, l'effet d'avoir permis une passation pacifique du pouvoir entre le président entrant et le président sortant, chose qui ne s'était jamais réalisé dans l'histoire moderne de la république démocratique du Congo.

Notons par ailleurs que, ces élections ont été organisées dans un climat de total méfiance entre les acteurs au processus électoral car, l'opposition à conditionner sa participation à ce scrutin, par l'épuration du fichier électoral de tous les enrôlés sans empreinte digital qui étaient considérés pour des fictifs et aussi l'abandon de la machine à voter qui n'était pas prévu dans la loi électorale et enfin, la démission de l'équipe NANGAA qui n'exprimait pas confiance quant à la transparence .

Avant d'arriver à l'organisation effective de ces élections, il a fallu organiser deux dialogues qui ont mis les acteurs au processus au tour d'une même table en vue d'améliorer le processus électoral et de régler par ricochet, les contradictions des résultats afin de prévenir les crises politiques pouvant en découler.

Il s'agit d'abord du dialogue Del 'OUA (organisation Del 'unité africaine) du 18 octobre 2016 convoqué par l'ordonnance N° 15 /084 du 24 novembre 2015 du président de la république portant convocation du dialogue politique national inclusif qui fut coordonné par EDEM KODJO facilitateur du dialogue désigné par l'UA mais, froidement renoncer par une partie importante de l'opposition car le considérant comme partiale.

Et aussi par le dialogue dit de la saint sylvestre faciliter par les évêques de la CENCO (conférence épiscopale nationale du Congo) qui a été plus inclusif que le premier.

Et ce dernier avait pour objectif, de désamorcer la crise politique que traversait le RDC depuis la réélection de Joseph KABILA en 2011 qui s'est accentuée le 19 décembre 2016, date marquant la fin du mandat du chef de l'Etat.

Mais, nonobstant l'organisation de ces deux dialogues, le pire pourtant éviter est devenu inéluctable, dans la mesure où que le statu quo toujours observé dans l'histoire politique du Congo est encore intervenu par le non-respect des engagements pris lors du dit dialogue car, la violation Del 'accord était au rendez-vous juste après sa signature le 31 décembre 2016 du fait que certains ont parlé de signature sous réserve.

Donc, les pratiques non démocratiques ont refait surface avec le système de débauchage des membres de l'opposition.

Comme dit ci-haut, il est à noter qu'avant la tenue de ces élections, quelques problèmes majeurs ont emmaillés le processus électoral et il s'agit de la problématique de l'utilisation de la machine à voter qui n'était pas prévu dans la loi électorale que d'autres appelés, machine à tricher, qui n'avait d'ailleurs pas recueilli le consensus de toutes les parties prenantes aux élections, et aussi du fichier électoral considéré comme pollué de six millions d'électeurs sans empreintes digitales.

Si le gouvernement et la CENI pouvaient être confiant, mais le doute continué a persisté quant à un processus électoral inclusif, démocratique et apaisé car le maintien coûte que coûte de l'utilisation de la machine à voter inconnu du public, et l'exclusion des certains candidats en l'occurrence Moïse KATUMBI et Jean-Pierre BEMBA ont davantage décrédibiliser le processus.

Onze candidats étaient retenus par la CENI, mais de ces onze, trois seulement étaient considérés comme candidats sérieux. Il s'agit de Martin FAYULU candidat de la plateforme LAMUKA soutenus par les ténors de l'opposition en l'occurrence, Moïse KATUMBI et Jean-Pierre BEMBA largement favoris. De Felix TSHISEKEDI, candidat soutenu par Vital KAMERHE ancien speaker de la chambre basse du parlement et enfin, RAMAZANI SHADARI candidat de la mouvance présidentielle soutenu par le président sortant Joseph Kabila.

Avec 38% de suffrage exprimé, selon le résultat de la CENI, Felix TSHISEKEDI devance Martin FAYULU largement favoris dans le sondage mais qui en recueille au final 35% de suffrage exprimé et Emmanuel SHADARI arrivé en troisième position avec 28%.

Dès l'annonce des résultats, ceux-ci sont comme toujours, vivement contestés par le candidat de la coalition LAMUKA qui est arrivé en deuxième position et par la conférence épiscopale du Congo annonçant par ailleurs que ces derniers ne correspondaient pas aux résultats collectés par ses 40000 observateurs déployés sur toutes l'étendue du pays.

Dans l'entre temps, le candidat malheureux de la coalition LAMUKA saisi la cour constitutionnelle en contestation des résultats.

Le 20 janvier 2019, la cour constitutionnelle rend son arrêt en confirmant les résultats publiés par la CENI donnant Felix TSHISEKEDI pour vainqueur.

Prenant la parole dans la même nuit, Martin FAYULU laisse entendre que : « par son arrêt de cette nuit, la cour vient de valider les faux résultats provisoires de l'élection présidentielle du 30 avril 2018 publiés par la CENI en violation de la loi électorale. Par cet effet, la cour vient de confirmer qu'à l'instar de la CENI, qu'elle est aussi au service d'un individu et d'un régime qui ne respecte ni les lois du pays, ni les règles les plus élémentaires de la démocratie et de morale ».10

Il continue en disant : « la cour et la CENI ont falsifiés les résultats puis contré la vérité des urnes pour servir une cause injuste et pérenniser un régime (...) c'est un coup d'état constitutionnel car, il porte à la magistrature un non élu ».11

Il a par la suite demande à la communauté internationale et au peuple congolais de ne pas reconnaître le président proclamé par la cour constitutionnelle et continuant à se considérer comme le seul président légitime de la RDC et par ricochet, il demande au peuple congolais de ne pas reconnaître tout individu qui se prévaudrait illégitimement de cette qualité de président de la république ni moins obéir aux ordres qui emmèneraient de lui.

Bien avant cela, l'union africaine avait à son tour appelé la cour constitutionnelle de bien vouloir suspendre le processus de confirmation des résultats définitifs des élections du 30 décembre 2018 en RDC, en raison : « des doutes sérieux sur la conformité des résultats annoncés le 10 janvier par la CENI ».12

Il sied de noter que selon certaines sources, le régime Kabila est accusé d'avoir devant l'impossibilité de faire élire son candidat, choisi de faire gagner l'un de ses opposants le moins hostiles au régime et de ce fait, un accord serait conclu entre TSHISEKEDI et KABILA attribuant au premier, la présidence de la république et au second le contrôle du gouvernement et des plusieurs secteurs régaliens de l'Etat grâce à sa majorité au parlement.

Voilà pourquoi nous disons que si tous ces faits s'avèrent vrai, il y a lieu de remettre en cause tout le processus électoral et la question de légitimité des institutions risque de se poser avec acuité car, il est impassable de voir un non élu ou sans légitimité du peuple être proclamé comme vainqueur au nom d'un deal diabolique au détriment de celui qui a été réellement élu par le peuple.

Avec ce tableau sombre des élections en Afrique en général et en RD Congo en particulier, il y a lieu de parler d'une parodie d'élection que d'élection car, le peuple vote de manière protocolaire du fait qu'on connaît déjà le vainqueur ou le vainqueur est déjà choisi avant même les élections et par là, on comprendra dès lors, l'origine de contestations des résultats.

Ceci étant, force est de constater que l'annonce de ces résultats de l'élection du 23 décembre 2018, a suscité dans le chef des congolais une certaine haine tribale à l'égard des lubas tribut du président proclamé par la cour constitutionnelle et cela, a conduit à des violences postélectorales.

A l'égard des résultats proclamés par la CEI puis CENI depuis l'organisation des premières élections en 2006, il s'avère que ceci remet en doute la crédibilité de ces dernières car, dans la plupart des cas, ceux-ci ne se conforment pas à la réalité sur terrain puisqu'il a toujours été constaté que c'est les non favoris qui l'ont toujours remporté et cela serait dû à cette opacité du système électoral congolais emmaillé par la corruption, et se constituant dans la plupart des cas en une caisse de résonance du pouvoir politique.

Par ailleurs, en Afrique en générale et en RD Congo en particulier, force est de constater que les élections se sont toujours accompagnées par des pratiques non démocratiques, en l'occurrence la cooptation. Raison pour laquelle, ces dernières ont toujours été contestées par les parties prenantes

5 CONCLUSION

Dans cet article, nous avons abordé la problématique des élections organisées en Afrique en général et plus particulièrement en RD Congo car, nous avons eu à constater qu'à chaque fois que les élections sont organisées dans ce pays, les résultats ont toujours été remis en cause aussi bien par les candidats que par la communauté internationale, et pour motif, que ces dernières ne reflètent pas la réalité des urnes.

En soit, quand organise les élections, c'est pour qu'à l'issue, qu'il y est la cohésion mais hélas, les élections organisées en RD Congo divisent d'avantage le peuple au lieu de les unir, car les troubles ou violence postélectorales, ont toujours été au rendez-vous et avec comme toile de fond, la non-conformité des résultats publiés et ceux collectés sur terrain.

Eu égard à ce qui précède, nous suggérons aux acteurs au processus électoral, de bien vouloir commencer toujours par créer un climat de confiance entre eux et surtout en évitant bien évidemment l'opacité dans le traitement des données

collectées sur terrain et cela, permettra tant soit peu à bannir la violence provoquée par la contestation des résultats des élections males organisées qui cause dalleurs des pertes en vies humaines de trop.

Pour la petite histoire, il sied de noter que la plupart des crises politiques enregistrées dans ce pays, ont toujours eu comme cause, la non-légitimité des institutions et de ses animateurs

Ceci étant, nous suggérons l'organisation des élections réellement transparentes et démocratiques afin de bannir définitivement ce cycle de violence qui n'est pas de bon augure.

REFERENCES

- [1] Ecole de politique appliquée, faculté des sciences des lettres et sciences humaines, université du Sherbrooke, Québec, canada.
- [2] Election en RDC, Wikipédia le 22 avril 2019
- [3] Loi électorale n° 06 /006 DU 09 mars 2006 portant organisation des élections présidentielles, provinciales, municipale... telle que modifié par n°11/003 du 25 juin 2011
- [4] Op.cit.
- [5] www.lesoir.be
- [6] Op.cit.
- [7] Roland pourtier, les élections 2011 en RDC, entre cafouillage et tripatouillage. Ed. Armand colin, paris, 2012
- [8] www.cenco.cd
- [9] Jeune Afrique
- [10] www.radiookapi.net
- [11] www.tv5monde.fr
- [12] www.radikapi.net

Durabilité écologique des systèmes piscicoles dans la vallée de l'Ouémé au sud du Bénin

[Ecological sustainability of fish farming systems in the Ouémé valley in southern Benin]

DASSOUNDO-ASSOGBA Cadoké Florent Jonas and YABI Afouda Jacob

Laboratoire d'Analyse et de Recherche sur les Dynamiques Economiques et Sociales (LARDES), Faculté d'Agronomie (FA),
Université de Parakou (UP), BP 123 Université de Parakou, Benin

Copyright © 2020 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The development of fish farming in Benin is facing enormous constraints. For sustainability of fish farming systems, these constraints must be removed. The objective of this research is to identify the determinants of the ecological sustainability of fish farming systems in the Ouémé valley in southern Benin. For this, 300 fish farmers randomly selected were surveyed in four communes of the Ouémé Valley. These are the communes of Ouinhi, Bonou, Adjohoun and Dangbo. The Ecological Sustainability Score (EDS) was calculated using the IDAqua Approach that uses the sustainability indicators in aquaculture. Then a multiple linear regression was used to identify the factors determining the level of ecological sustainability of fish farming systems. The results indicate globally, fish farmers have an ecological sustainability score of 39.25 out of 100. The regression carried out showed that the level of ecological sustainability of fish farming systems in the Ouémé valley in southern Benin are economic efficiency, the level of primary schooling, the level of higher education and fish farming as the main activity. The results suggest that the authorities are putting in place policies where fish farmers are themselves trained to produce the foods they use while minimizing production costs. Under these conditions, one could expect an improvement in the ecological sustainability of fish farming systems.

KEYWORDS: Fish Farming, Ecological Sustainability, IDAqua, Ouémé Valley, Benin.

RESUME: Le développement de la pisciculture au Bénin est confronté à d'énormes contraintes. Pour une durabilité des systèmes piscicoles, il faut donc lever ces contraintes. L'objectif de cette recherche est d'identifier les déterminants de la durabilité écologiques des systèmes piscicoles dans la vallée de l'Ouémé au sud du Bénin. Pour cela, 300 pisciculteurs choisis de façon aléatoire ont été enquêtés dans quatre communes de la vallée de l'Ouémé. Il s'agit des communes de Ouinhi, de Bonou, d'Adjohoun et de Dangbo. Le score de durabilité écologique (SDE) a été calculé en utilisant l'Approche IDAqua qui utilise les indicateurs de durabilité en aquaculture. Ensuite une régression linéaire multiple a été utilisée pour identifier les facteurs déterminants le niveau de durabilité écologique des systèmes piscicoles. Les résultats indiquent globalement, les pisciculteurs ont un score de durabilité écologique de 39,25 sur 100. La régression effectuée a montré que le niveau de durabilité écologique des systèmes piscicoles dans la vallée de l'Ouémé au sud du Bénin est l'efficacité économique, le niveau de scolarisation primaire, le niveau de scolarisation supérieur et la pisciculture comme activité principale. Les résultats suggèrent que les autorités mettent en place des politiques où les pisciculteurs sont eux même formés à fabriquer les aliments qu'ils utilisent tout en minimisant les coûts de production. Dans ces conditions, on pourrait donc s'attendre à une amélioration de la durabilité écologique des systèmes piscicoles.

MOTS-CLEFS: Pisciculture, Durabilité écologique, IDAqua, Vallée de l'Ouémé, Bénin.

1 INTRODUCTION

La production de poisson par l'aquaculture offre une opportunité de contourner le défi mondial du déclin des stocks des masses d'eau naturelles en raison de la surpêche [1]. Malgré les efforts pour la promotion de cette activité, elle est encore au stade embryonnaire, alors que les pays en développement disposent d'importantes ressources en eau constituant un important potentiel de développement de l'aquaculture.

Au Bénin, malgré l'énorme potentiel des ressources naturelles et de la disponibilité de main-d'œuvre pour la pisciculture, le pays n'est toujours pas en mesure de combler l'écart entre la production totale de poisson et la demande intérieure. Selon les statistiques de la direction des pêches, la production halieutique interne est passée de 29 900,3 tonnes en 1997 à 19432,8 tonnes en 2015 [2] et qui ne couvre que 37% de la demande.

Il se pose le problème de la faible productivité des exploitations piscicoles. Cette faible productivité est attribuée à l'utilisation d'intrants de qualité médiocre, en particulier les aliments pour poissons qui incluent largement des matières disponibles localement. Le coût élevé des aliments justifie aussi cette faible productivité [3]. En outre, ces défis sont aggravés par le manque de compétences des pisciculteurs en matière d'entrepreneuriat et le manque de crédit [4].

A ce jour, les efforts scientifiques qui lui ont été consacrés se sont intéressés à l'étude des méthodes endogènes de pisciculture, afin de proposer une méthode durable qui prend en compte l'environnement [5]; à l'analyse des systèmes piscicoles afin de ressortir les différentes techniques piscicoles mises en œuvre, leur productivité et le système auquel elles appartiennent [6].

La pertinence de cette recherche réside dans le fait qu'elle permettra de ressortir les facteurs clés influençant de façon significative la durabilité des systèmes piscicoles dans la vallée de l'Ouémé au sud du Bénin.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 ZONE DE RECHERCHE

Cette recherche a été menée dans quatre communes au sud du Bénin située entre 9° et 12° latitude Nord et 2° et 4° longitude Sud (Figure 1). Le principal critère de choix de ces communes est la disponibilité en permanence de l'eau tout au long de l'année. Ainsi les communes de Dangbo, d'Adjohoun, de Bonou et de Ouinhi avaient été choisies. Ces communes sont traversées par le fleuve Ouémé qui offre de cadre propice pour le développement d'activités agro-piscicoles menées par les populations. Ce fleuve est le plus grand bassin fluvial du Bénin [7]. Son cours principal a une longueur de 510 km environ ; il prend sa source dans les monts Tanéka et reçoit deux affluents principaux, l'Okpara (200 km) et le Zou (150 km). La figure suivante présente la zone de recherche.

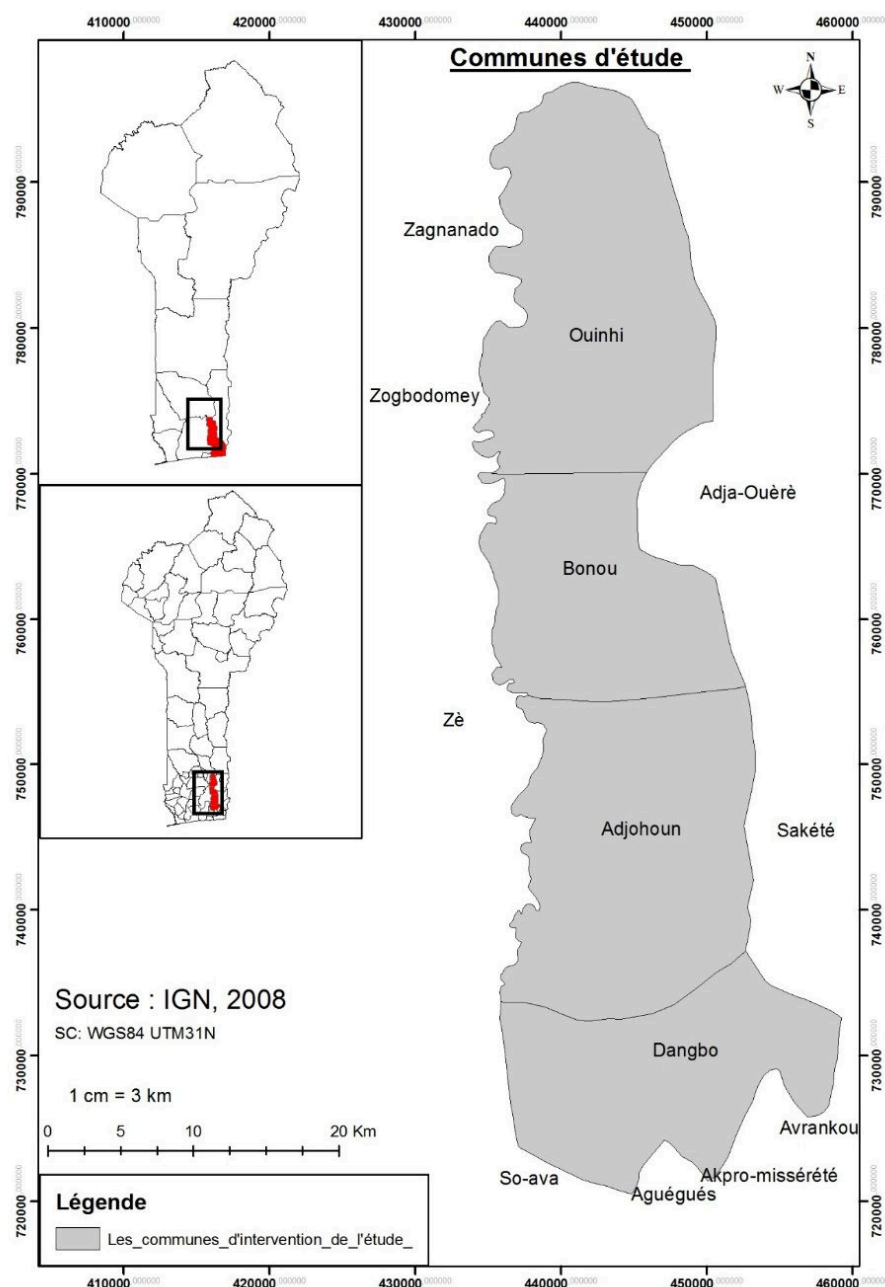


Fig. 1. Zone de recherche

2.2 ÉCHANTILLONNAGE ET DONNÉES COLLECTÉES

L'unité d'observation de la recherche était le pisciculteur chef de ménage. Dans chaque commune, soixante-quinze (75) pisciculteurs ont été enquêtés, soit un total de 300 pisciculteurs sur l'ensemble des quatre communes d'enquêtes. En effet, à l'échelle de la commune, les pisciculteurs ont été premièrement recensés. Ensuite, la liste des pisciculteurs au niveau communale a été soumise à la table des nombres aléatoires pour l'échantillonnage. Les données ont été collectées en deux étapes. La première consistait à collecter les données qualitatives et d'ordre général en focus group. La deuxième étape consistait à approfondir ces données à l'aide de questionnaire structuré auprès de chaque pisciculteur échantillonné.

Les données collectées sur les pisciculteurs sont relatives à ses caractéristiques socioéconomiques et démographiques (âge, sexe, niveau d'instruction, l'accès aux crédits, l'ethnie, le contact avec les ONGs, le contact avec les projets etc...), aux formations reçues en pisciculture, expérience dans le domaine de la pisciculture, le type d'infrastructure (Trou à poisson,

étangs vidangeables, étangs non vidangeables), le milieu habitant la ferme piscicole (bas fond, plateaux), le type de poisson produit (tilapia, Clarias, tilapia et Clarias), le mode d'élevage pratiqué (monoculture, polyculture), utilisation d'aliment non conventionnel (reste des nourritures de l'homme, feuille de manioc, feuille de moringa, de taro, fiente de volaille, asticots, viscères), utilisation de sous-produit de récolte, utilisation aliment commerciaux importés, utilisation aliment commerciaux fabriqué par les pisciculteurs eux-mêmes. Les données relatives aux indicateurs de durabilité écologique ont été collectées. Il s'agit de la gestion des ressources en eau (approche technique), la gestion des ressources en eau (approche réglementaire), conflit sur la ressource en eau ces quatre dernières années, indice de conversion (hors étangs, valorisation des déchets, prise de mesure préventive, utilisation d'antibiotique, pratique thérapeutique, survie du poisson hors étangs, bonne productivité du poisson commercialisable

2.3 APPROCHE THEORIQUE DU FONCTIONNEMENT DES SYSTEMES PISCICOLES

L'approche de la durabilité écologique des systèmes piscicoles dans le cadre de cette recherche est basée sur la théorie de l'interaction symbolique et la théorie de l'engagement des parties prenantes. Selon la théorie de l'interaction symbolique, les êtres humains n'agissent pas individuellement mais interagissent les uns avec les autres, réagissant ainsi les uns aux autres. Cette perspective est centrée sur l'idée que la communication - ou l'échange de sens à travers le langage et les symboles - est la manière dont les gens donnent un sens à leur monde social. Comme l'ont souligné [8], ce point de vue considère les personnes comme étant actives dans la construction de leur monde, plutôt que comme des entités auxquelles la société agit [8]. Cette approche considère la société et les gens d'un point de vue micro-économique. L'utilisation de la théorie de l'interaction symbolique dans l'étude aidera à analyser le comportement des pisciculteurs vivants dans une même communauté face à la question de la durabilité des systèmes piscicoles. Pour la théorie de l'engagement du pisciculteur, [9] ont déclaré que le pisciculteur peut influencer sur le fonctionnement, les objectifs, le développement et même la survie en prenant des décisions pour la durabilité de son exploitation. [10] soutient que ce processus n'est pas réellement linéaire; il s'agit plutôt d'un processus itératif dans lequel le pisciculteur apprend et améliore sa capacité à atteindre les objectifs notamment celui de la durabilité de son exploitation. Pour [11], les disponibilités des intrants, la disponibilité et l'accessibilité de la technologie combinés au niveau d'instruction, de formation et aux facteurs socioéconomiques et culturels du pisciculteur étaient les facteurs pouvant influencer la durabilité des exploitations piscicoles. [1] ont également montré que la mauvaise sélection de sites d'étang, une configuration et une construction peu satisfaisante, des étangs trop petits, une faible croissance des espèces de tilapia et une connaissance insuffisante des pratiques de gestion appropriées des étangs affectaient négativement la durabilité écologique des systèmes piscicoles

2.4 PROCEDURE DE CALCUL DES SCORES DE DURABILITE ECOLOGIQUE

Pour calculer les scores de durabilité écologique, IDAqua qui est l'Indicateur de Développement de l'Aquaculture a été utilisé. IDAqua reprend la base des indicateurs IDEA (Indicateurs de Développement des Exploitations Agricoles), adapté à la pisciculture [12]. L'outil a été découpé en fonction des thématiques et comporte 11 indicateurs économiques, 9 indicateurs socio-territoriaux et 15 indicateurs environnementaux. IDAqua aborde les 3 notions du développement durable :

- Durabilité **économique** : équilibre financier, rentabilité de l'activité, performances zootechniques, respects des pratiques sanitaires, transmissibilité, ...
- Durabilité **socio-territoriale** : intégration de l'activité dans le territoire, implication personnelle dans la vie locale, emploi, ...
- Durabilité **écologique** : gestion de la ressource en eau, indice de conversion, bien-être animal, préservation du milieu récepteur, ...

Dans le cadre de cette recherche, il est mis un accent spécifique sur la durabilité écologique.

La méthode part des principes pour définir des critères d'où ressortent les indicateurs ou composantes et ensuite les scores associés.

A chaque composante sont associés un ou plusieurs objectifs mesurés grâce à des indicateurs. Chaque indicateur se présente sous forme d'une fiche à remplir et, en fonction de critères et du barème de notation, un score (1 à 10) est affecté à l'indicateur concerné. Chaque indicateur répond à un principe et des objectifs [12].

Cette méthode a l'avantage d'être simple et efficace, même si elle présente des limites, notamment pour l'établissement et l'interprétation des poids attribués à chaque critère [13], [14]. Le score total est calculé en faisant la somme des critères pondérés avec une valeur maximale définit en tenant compte des réalités des exploitations [15]. Cette méthode est d'autant plus pertinente qu'à l'issue de l'enquête, on peut constater qu'aucun de ces déterminants pris séparément n'est suffisamment

discriminant pour expliquer la durabilité écologique de l'exploitation piscicole [15]. Dans le cadre de cette étude, les critères théoriques suivants ont été identifiés sur la base de l'approche IDAqua: Il s'agit des critères relatifs à la protection de l'environnement, à la protection du poisson et à la diversité écologique locale. Il est associé à chaque critère des indicateurs. Pour le critère protection de l'environnement, nous avons les indicateurs tels que la gestion des ressources en eau (approche technique), la gestion des ressources en eau (approche réglementaire), conflit sur la ressource en eau ces quatre dernières années, indice de conversion (hors étangs), indice de conversion (étangs), performance énergétique. Pour ce qui concerne le critère de protection du poisson, les indicateurs comme la gestion sanitaire des flux, organisation de la défense sanitaire, utilisation d'antibiotique, pratiques thérapeutiques, survie du poisson du poisson commercialisable (hors étangs) et productivité en poisson commercialisable en étangs ont été identifiés. Enfin pour le critère de diversité écologique locale, les indicateurs comme la Polyculture-intégration, la préservation de l'écosystème de la pisciculture et la conservation de la diversité génétique.

En s'inspirant des travaux de [16] ; [17], ces indicateurs ont été adaptés et pondérés de façon participative aux réalités de la zone de recherche. En effet, ces critères ont été soumis aux pisciculteurs lors de discussions en focus groups dans les villages d'étude pour appréciation. Les pisciculteurs ont identifié les critères importants qui peuvent s'appliquer aux conditions du milieu. Ensuite, l'importance de chaque modalité de chaque indicateur a été évaluée sur une échelle de cinq points. Deux critères et dix indicateurs ont été finalement retenus par les pisciculteurs eux-mêmes. Il s'agit de la gestion des ressources en eau (approche technique), la gestion des ressources en eau (approche réglementaire), conflit sur la ressource en eau ces quatre dernières années, indice de conversion (hors étangs, valorisation des déchets, prise de mesure préventive, utilisation d'antibiotique, pratique thérapeutique, survie du poisson hors étangs, bonne productivité du poisson commercialisable. Ces travaux ont permis d'établir un système de score présenté dans le Tableau No. 1. Le score total maximal possible est de 100 points avec un score maximum de 10 points par indicateurs.

Tableau 1. Principes, critères et indicateurs ayant servi au calcul du score de durabilité écologique

Principe	Critères	Indicateurs
Ecologique	Protection de l'environnement	Gestion des ressources en eau (Approche technique)
		Gestion des ressources en eau (Approche réglementaire)
		Conflits sur la ressource en eau sur les 4 dernières années
		Indice de conversion (hors étangs)
	Protection de l'animal	Valorisation des déchets
		Prise de mesure préventive
		Utilisation d'antibiotique
		Pratiques thérapeutiques
		Survie de poisson commercialisable
		Productivité en poisson

Source : (CIPA/ITAVI 2011)

2.5 MODELISATION DES DETERMINANTS DE LA DURABILITE ECOLOGIQUES DES EXPLOITATIONS PISCICOLES

En se référant à l'approche théorique utilisée dans le cadre de cette recherche, le niveau de durabilité écologique est fonction du niveau d'efficacité économique des exploitations, de l'éducation du pisciculteur et des facteurs socio-culturels comme le nombre de personnes vivants dans le ménage et la pisciculture considérée comme activité principale du pisciculteur [18], [10] ; [8] et [9]et Ainsi, on a :

$$SDE_i = F(EE_i, Edu_i, FSc) \quad (1)$$

Avec SDE_i = Score de la durabilité écologique du pisciculteur i , EE_i = Efficacité économique du pisciculteur i , Edu_i = Education du pisciculteur i , FSc_i = Facteurs socio-culturels du pisciculteur i ,

Selon la théorie de la production, la production brute est affectée par la quantité de travail impliquée et par la quantité de capital investi conjointement avec les matériaux intermédiaires. Cela implique que la quantité de production dépend du coût des intrants. Ces intrants comprennent le capital investi, les coûts de fonctionnement quotidiens et le coût du travail. Lorsque les coûts des intrants sont bas ; le niveau de production augmente. Cela signifie à son tour que les projets sont rentables et donc durables à long terme [18]. La réduction des coûts des intrants signifierait une meilleure efficacité économique de la production, ce qui affecterait positivement la durabilité de l'exploitation piscicole.

Selon [18], l'éducation prend en compte l'instruction et les formations reçues. Les recherches ont montré une corrélation positive entre le niveau d'instruction élevé, les compétences, les connaissances qui représente l'éducation du pisciculteur et la durabilité de la pisciculture. Les résultats de [19], ont montré que le manque de connaissances et de compétences, constituaient un problème pour les exploitations piscicoles. Les facteurs socioculturels présentaient la plus forte corrélation positive de 0,421 avec la durabilité de la pisciculture [11]. De même, pour [20], les facteurs culturels auraient causé l'échec de l'exploitation piscicole soutenu par les programmes de l'USAID au Guatemala et au Panama.

L'équation (1) peut donc être mathématisée comme suit :

$$SDE_i = \gamma_0 + \gamma_1 EE_i + \gamma_2 \text{nivprim}_i + \gamma_3 \text{nivseco1} + \gamma_4 \text{nivseco2}_i + \gamma_5 \text{nivsupérieur}_i + \gamma_6 \text{Formationsuiviquitéeau}_i + \gamma_7 \text{Formentretieninfra}_i + \gamma_8 \text{Pisci_acti_principal}_{ij} + \gamma_9 \text{NPVM}_i + \epsilon_i \quad (2)$$

où EE_i = l'efficacité économique du pisciculteur i ; nivprim_i = Niveau primaire du pisciculteur i , nivseco1_i niveau secondaire premier cycle du pisciculteur i , nivseco2_i = Niveau secondaire deuxième cycle du pisciculteur i , $\text{Formationsuiviquitéeau}_i$ = Avoir reçu une formation sur le suivi de la qualité de l'eau i , $\text{Formentretieninfra}_i$ = Avoir reçu une formation sur l'entretien des infrastructures i , $\text{Pisci_acti_principal}_i$ = Pisciculture comme activité principale du pisciculteur i , NPVM_i = Nombre de personnes vivants dans le ménage du pisciculteur i .

Selon [21] :

$$\text{LNEE}_i = \delta_0 + \delta_1 \text{nivprim}_i + \delta_2 \text{secon1} + \delta_3 \text{secon2} + \delta_4 \text{supe} + \delta_5 \text{AP}_{\text{pisci}} + \delta_6 \ln \text{NPVM} + \delta_7 \widehat{\text{alimentnaturel}}_i + \delta_8 \widehat{\text{alimentsousproduit}}_i + \delta_9 \widehat{\text{alimentimporté}}_i + e_i \quad (3)$$

Dans l'équation 2, il y a donc un problème d'endogénéité entre l'efficacité économique et les niveaux d'éducation du pisciculteur. Pour contourner ce problème, la probabilité de prédiction de l'efficacité économique a été introduite dans l'équation 2. L'équation 2 devient donc :

$$\text{LnSDE}_i = \mu_0 + \mu_1 \widehat{\text{LNEE}}_i + \mu_2 \text{nivprim}_i + \mu_3 \text{nivseco1} + \mu_4 \text{nivseco2}_i + \mu_5 \text{nivsupérieur}_i + \mu_6 \text{Formationsuiviquitéeau}_i + \mu_7 \text{Formentretieninfra}_i + \mu_8 \text{Pisci_acti_principal}_{ij} + \mu_9 \ln \text{NPVM}_i + \pi_i \quad (4)$$

La variable SDE_i est une variable quantitative définie sur un intervalle plus ou moins réduit de l'ensemble des nombres réels. Ainsi, sa distribution est étroite. Le logarithme népérien a été appliqué à cette variable ainsi qu'à toutes les variables explicatives quantitatives pour élargir la distribution [22].

L'équation a été estimée en utilisant des spécifications robustes qui corrigent les éventuels problèmes d'hétéroscédasticité. Les estimations ont été faites à l'aide du logiciel STATA13.

3 RESULTATS

3.1 SCORE DE DURABILITE ECOLOGIQUE ET SYSTEMES PISCICOLES

La figure N°2 présente le score de durabilité écologique selon les différents systèmes piscicoles existants dans la vallée de l'Ouémé au sud du Bénin.

Les résultats montrent que le système piscicole où on produit à la fois du Clarias et du tilapia dans un étang non vidangeable (SyPiClatEN) a le meilleur score de durabilité écologique (41,5 sur 100) tandis que le système où on produit dans les trous à poissons du Clarias (SyPiClat) a le score le plus faible de durabilité écologique (37,52 sur 100). Les scores de durabilité obtenus sont inférieurs à 50% et montrent que les systèmes piscicoles en général ne sont pas durables. Ce niveau de durabilité peut s'expliquer. Néanmoins le système piscicole SyPiClatEN est plus durable écologiquement que les autres systèmes piscicoles. Ces résultats montrent que le score de durabilité écologique augmente avec le niveau de modernité du système piscicole. Les

systèmes piscicoles plus modernes ont tendance à durer écologiquement. Le système piscicole SyPiClaTEN reste encore peu intensif. C'est pourquoi, malgré un score de durabilité supérieur au score des autres systèmes, le niveau de durabilité reste inférieur à 50 sur 100 et donc faible. Les contraintes majeures liées à l'adoption de système plus intensif peuvent expliquer le niveau de durabilité faible des systèmes piscicoles.

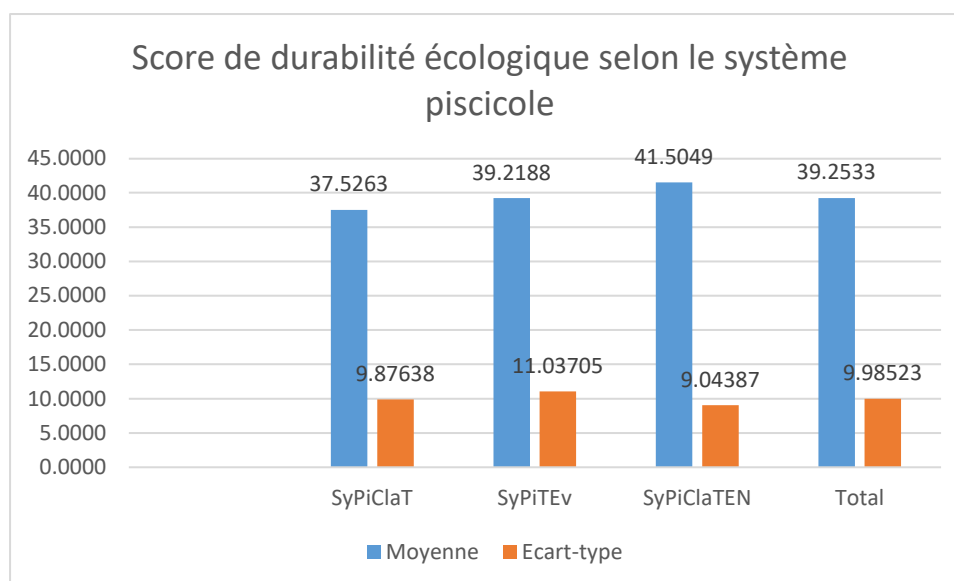


Fig. 2. Score de durabilité écologique selon les systèmes piscicoles

3.2 SCORE DE DURABILITE ECOLOGIQUE SELON DIFFERENTES COMBINAISONS DE CHOIX D'ALIMENTS OPEREES PAR LES PISCICULTEURS

Le tableau N°2 suivant présente les scores de durabilité écologique selon différentes combinaisons d'aliments opérées par les pisciculteurs. Il s'agit de l'utilisation de tous les types d'aliments à la fois (**Alimenttouttype**), de la combinaison d'aliment naturel non conventionnel, d'aliment sous forme de sous-produit de récolte, et d'aliment industriel importé (**Alimnat sousproduitimporté**), de la combinaison d'aliment naturel non conventionnel, d'aliment sous forme de sous-produit de récolte, et d'aliment fabriqué par le pisciculteur lui-même (**Alimentnat sousproduitfabriqué**), de la combinaison d'aliment naturel non conventionnel, d'aliment industriel importé et d'aliment fabriqué par le pisciculteur lui-même (**Alimentnatimportéfabriqué**), de la combinaison d'aliment sous forme de sous-produits, d'aliment industriel importé et d'aliment fabriqué par le pisciculteur lui-même (**Aliments sousproduitimportéfabriqué**). Les pisciculteurs ont aussi utilisés la combinaison deux à deux d'aliments naturels et d'aliments sous forme de sous-produit (**Alimentnat sousproduit**), la combinaison d'aliment naturel et d'aliment importé (**Alimentnatimporté**), la combinaison d'aliment naturel et d'aliment fabriqué par le pisciculteur lui-même (**Alimentnatfabriqué**), la combinaison d'aliments sous forme de sous-produits et d'aliments importés (**Aliments sousproduitimporté**), la combinaison d'aliment sous forme de sous-produits et d'aliments fabriqués par le pisciculteur lui-même et enfin la combinaison d'aliments importés et d'aliments fabriqués par le pisciculteur lui-même.

Les résultats du tableau montrent que les pisciculteurs qui utilisent la combinaison d'aliment naturel non conventionnel, d'aliment sous forme de sous-produit de récolte, et d'aliment fabriqué par le pisciculteur lui-même (**Alimentnat sousproduitfabriqué**) (42,79 sur 100), qui utilisent la combinaison d'aliments importés et d'aliments fabriqués par le pisciculteur lui-même (**Alimentimportéfabriqué**) (42,96 sur 100) ont des scores de durabilité écologique meilleure à ceux qui utilisent les autres types de combinaisons d'aliments. Les résultats montrent que lorsque le pisciculteur dans sa combinaison d'aliments inclus les aliments que lui-même a fabriqué, on constate une amélioration du score de durabilité écologique de son exploitation piscicole. Ce résultat peut s'expliquer par le fait que le pisciculteur maîtrise tous les éléments qu'il a utilisé. Dans fabrication de l'aliment, le pisciculteur tient compte d'un certain nombre de facteurs à savoir : le choix des matières premières et autres ingrédients pour une alimentation équilibré, le respect de la proportion de chaque élément entrant dans la fabrication de l'aliment, l'hygiène lors de la fabrication, la forme de l'aliment qui peut être sous forme de poudre ou de granulé selon l'âge des poissons, les conditions de conservation de l'aliment fabriqué pour garder intact tous les éléments nutritifs. Toutes ces précautions lors de la fabrication de l'aliment influencent positivement la performance technique de l'exploitation et par ricochet sa durabilité écologique.

Tableau 2. *Score de Durabilité Ecologique selon les différentes combinaisons d'Aliments*

Combinaison d'aliments	Score de Durabilité Ecologique (SDE)		
	N	Moyenne	Ecart-type
Alimenttouttype	10	40,6	9,7
Alimnatsousproduitimporté	71	39,39	11,36
Alimentnatsousproduitfabriqué	26	40,01	9,1
Alimentnatimportéfabriqué	12	42,79	10,65
Alimentsousproduitimportéfabriqué	12	40,66	9,98
Alimentnatsousproduit	100	39,93	11,04
Alimentnatimporté	121	39,77	10,23
Alimentnatfabriqué	43	40,91	9,53
Alimentsousproduitimporté	82	38,84	11,07
Alimentsousproduitfabriqué	37	40,94	8,24
Alimentimportéfabriqué	16	42,96	10,07

Source : Résultats d'analyse de données d'enquête des auteurs, 2018

3.3 EFFET DE L'EFFICACITE ECONOMIQUE SUR LE SCORE DE DURABILITE ECOLOGIQUE DES SYSTEMES PISCICOLES

Le modèle était globalement significatif au seuil de 1% (Tableau No. 2). Le pouvoir explicatif de ce modèle était de plus de 23% (Tableau No. 2). Ainsi, plus de 23% des variations du score de la durabilité écologique des systèmes piscicoles dans la vallée de l'Ouémé au sud du Bénin sont expliquées par les variations des variables explicatives du modèle. Les facteurs déterminant significativement le niveau de durabilité écologique des systèmes piscicoles dans la vallée de l'Ouémé au sud du Bénin sont l'efficacité économique, le niveau de scolarisation primaire, le niveau de scolarisation supérieur et la pisciculture comme activité principale. (Tableau No. 2).

Lorsque le score d'efficacité économique des systèmes piscicoles augmente, son niveau de durabilité écologique s'améliore (Tableau No. 2). L'amélioration de la durabilité écologique est conditionnée par une meilleure gestion de la ressource sur le plan technique et sur le plan réglementaire, une meilleure gestion des conflits, une meilleure valorisation des déchets, une meilleure prise en charge préventive et curative des poissons et une bonne productivité des poissons commercialisables. Pour atteindre ces performances, le pisciculteur a besoin de ressource financière conséquent pour y faire face. Donc plus le pisciculteur est efficace économiquement, plus il dispose de revenu et a donc la capacité nécessaire pour assurer l'amélioration de la durabilité écologique des systèmes piscicoles.

Le niveau primaire du pisciculteur influence positivement et significativement au seuil de 1% le niveau de durabilité écologique des systèmes piscicoles. De même, le niveau secondaire premier cycle du pisciculteur influence positivement et significativement au seuil de 5% le niveau de durabilité écologique des systèmes piscicoles. Quant au niveau supérieur du pisciculteur, il influence positivement et significativement au seuil de 10% le niveau de durabilité écologique des systèmes piscicoles. Ces résultats montrent que le niveau d'éducation influence positivement le niveau de durabilité écologique de son exploitation piscicole. Pour atteindre un niveau de durabilité écologique élevé, le pisciculteur doit respecter un certain nombre de principes et de règles. La maîtrise des règles et principes pour l'amélioration du niveau de durabilité écologique demande une certaine capacité intellectuelle, donc un niveau minimum de scolarisation pour espérer un meilleur fonctionnement des systèmes piscicoles.

Lorsque la pisciculture représente l'activité principale du pisciculteur, le niveau de durabilité écologique de son exploitation s'améliore significativement au seuil de 5%. La pisciculture étant son activité principale, le pisciculteur met toute son attention et son savoir-faire dans la gestion de l'exploitation. Cette bonne gestion de l'exploitation peut conduire à un niveau de durabilité écologique élevé.

Le nombre de personnes vivant dans le ménage influence négativement mais non significativement le niveau de durabilité écologique des systèmes piscicoles. Ce résultat s'explique par le fait pour maintenir un niveau de durabilité élevé, le pisciculteur a besoin d'une main d'œuvre conséquente pour la réalisation des opérations. Lorsque le nombre de personne vivant dans le ménage qui constitue la main d'œuvre potentiel diminue, la capacité du pisciculteur à gérer de façon durable l'exploitation diminue et par ricochet influence négativement le niveau de durabilité écologique des systèmes piscicoles.

Tableau 3. Déterminants du score de durabilité écologique des systèmes piscicoles

Variables		
	Coefficient	Probabilité
Predict EE	0,54**	0,023
NPVM ^{ln}	-0,037	0,312
nivprim	0,10***	0,004
nivseco 1	0,10**	0,031
nivseco 2	-0,02	0,771
nivsupérieur	0,15*	0,09
FormationSuiviqualitéeau	0,029	0,350
Formationentretieninfrastructure	-0,0003	0,992
Pisciculture comme activité principale	0,125**	0,011
Constante		
R ² ajusté	0,23	0,000

ln=logarithme népérien

***, **, * : significatif respectivement au seuil de 1%, 5% et 10%.

4 DISCUSSION

Les résultats ont montré que les facteurs déterminant significativement le niveau de durabilité écologique des systèmes piscicoles dans la vallée de l'Ouémé au sud du Bénin sont l'efficacité économique, le niveau de scolarisation primaire, le niveau de scolarisation supérieur et la pisciculture comme activité principale.

Ces résultats sont conformes à la théorie de l'engagement du pisciculteur, ont déclaré que le pisciculteur peut influencer sur le fonctionnement, les objectifs, le développement et même la survie pour la durabilité de son exploitation et que les facteurs comme les disponibilités des intrants, la disponibilité et l'accessibilité de la technologie combinés au niveau d'instruction, de formation et au facteurs socioéconomiques et culturels du pisciculteur étaient les facteurs pouvant influencer la durabilité des exploitations piscicoles. [10] ; [9] ; [11].

Lorsque le score d'efficacité économique des systèmes piscicoles augmente, son niveau de durabilité écologique s'améliore. Ce résultat vient confirmer la théorie de la production qui stipule que lorsque les coûts des productions sont bas le pisciculteur est plus efficace économiquement. Ce qui rend son exploitation piscicole plus durable [17].

Les résultats selon lesquels le niveau d'éducation influence positivement le niveau de durabilité écologique de l'exploitation piscicole confirment ceux de [11] qui a montré le niveau d'instruction du pisciculteur améliore la durabilité de son exploitation piscicole. Les résultats de [19] viennent également corroborer en montrant que le manque de connaissances et de compétences, constituaient un problème pour les exploitations piscicoles.

Les résultats ont également montré que lorsque la pisciculture représente l'activité principale du pisciculteur, le niveau de durabilité écologique de son exploitation s'améliore. Dans la région, posséder des infrastructures piscicoles et exercer l'activité comme étant principale est signe de prestige social pour le pisciculteur. C'est donc un facteur social important de motivation qui peut influencer positivement la durabilité de l'exploitation piscicole. C'est dans cette même optique que les résultats de [11] stipule que les facteurs socioculturels présentaient la plus forte corrélation positive avec la durabilité de la pisciculture. Ces résultats sont en phase également avec ceux de [20] qui a montré que les facteurs culturels auraient causé l'échec de l'exploitation piscicole soutenu par les programmes de l'USAID au Guatemala et au Panama.

Il existe dans la littérature plusieurs types de durabilité. Cette recherche n'a pris en compte que de façon isolée la durabilité écologique. Une approche globale de la durabilité aurait peut-être permis des résultats différents et de mieux appréhender la question de la durabilité dans sa globalité. De même, l'approche IDAqua utilisée est une approche proposée par des experts dans un contexte différent de notre zone de recherche. Malgré une adaptation à notre contexte, l'applicabilité n'a pas été aisée et constitue une limite à cette recherche.

5 CONCLUSION

L'objectif de cet article est de montrer l'effet de l'efficacité économique sur la durabilité écologique des systèmes piscicoles. Les résultats indiquent que globalement, les pisciculteurs ont un score de durabilité écologique passable (39,25/100) de la production.

Les résultats montrent que le système piscicole où on produit à la fois du Clarias et du tilapia dans un étang non vidangeable (SyPiClATen) a le meilleur score de durabilité écologique (41,5 sur 100) tandis que le système où on produit dans les trous à poissons du Clarias (SyPiClAT) a le score le plus faible de durabilité écologique (37,52 sur 100).

Les résultats du tableau montrent que les pisciculteurs qui utilisent la combinaison d'aliment naturel non conventionnel, d'aliment sous forme de sous-produit de récolte, et d'aliment fabriqué par le pisciculteur lui-même (**Alimentnat sous produit fabriqué**) (**42,79 sur 100**), qui utilisent la combinaison d'aliments importés et d'aliments fabriqué par le pisciculteur lui-même (**Aliment importé fabriqué**) (**42,96 sur 100**) ont des scores de durabilité écologique meilleure à ceux qui utilisent les autres types de combinaisons d'aliments

Aussi, les facteurs déterminant significativement le niveau de durabilité écologique des systèmes piscicoles dans la vallée de l'ouémé au sud du Bénin sont l'efficacité économique, le niveau de scolarisation primaire, le niveau de scolarisation supérieur et la pisciculture comme activité principale.

Il apparaît donc clair qu'avec une capacité technique accrue, le coût des intrants réduits par la fabrication de l'aliment par le pisciculteur lui-même contribuera pleinement à améliorer la durabilité écologique des exploitations piscicoles. Il devient alors important que les politiques mettent en place un système de fabrication des aliments sur place à moindre coût aux pisciculteurs. Ce système aura beaucoup plus la chance de fonctionner si les pisciculteurs sont eux même formés à fabriquer les aliments qu'ils utilisent. On pourra alors s'attendre à une amélioration de plus en plus du niveau de durabilité écologique des systèmes piscicoles.

REFERENCES

- [1] Atukunda G, État AE, Molnar J, Atekyereza P (2016). Développement de l'aquaculture et système de vulgarisation agricole de l'Ouganda: le cas des pisciculteurs des régions du centre et du nord. J Fish Aqua Dev: JFAD-137. DOI: 10,29011 / 2577-1493. 100037
- [2] Direction des Pêches, 2013. *Programme Développement Pêche et Aquaculture*. Cotonou : Bénin, 193 p.
- [3] Bukenya OJ, Hyuha TS, Molnar J, Twinamasiko J (2013). Utilisation des ressources de chez étang pisciculteurs en Ouganda Central: Sto production chastic Aquaculture économi que et gestion 17 (2): 148-170
- [4] Atukunda G (2003). Contribution de l'aquaculture à petite échelle à la ferme 17. Les moyens d'existences en Ouganda. Uganda Journal of Agricultural Sciences 8: 201-208.
- [5] Sohoun Z., Houedjissin R.C. & Ahoyo N.R.A., 2009. La pisciculture au Bénin : de la tradition à la modernisation. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin* 66, 48-59.
- [6] Toko I. I., Attakpa E. Y., Baco N.M., & Gouda A., 2011. Analyse des systèmes piscicoles dans la Vallée du Niger (Nord Bénin). *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 5(5),1993-2003.
- [7] Laleye, C. Philippart J-C., Teugels, G. et Vandewalle P., Etude de la diversité ichtyologique du bassin du fleuve Ouémé au Bénin (Afrique de l'Ouest). *Cybum*, vol. 28, no 4, pp. 329-339, 2004
- [8] Herman, N. J. & Reynolds, L. T. (1994). *Symbolic Interaction: An Introduction to Social* 42. *Psychology*. Lanham, MD: Altamira Press
- [9] Chinyio, E. & Olomolaiye, P. (2010). *Construction Stakeholder Management* (1st ed.). London, UK: Wiley-Blackwell
- [10] Freeman, R. E. (1984). *Strategic Management: A Stakeholder Approach* (1st ed.) Boston, MA: Pitman Publishing
- [11] Wanjiku E. P. E., 2016 : An Evaluation of Factors Affecting Sustainability of Fish Farming Projects in Public Secondary Schools in Kiambu County, International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 6, Issue 10, October 2016 489 ISSN 2250-3153, 488-507.
- [12] CIPA/ITAVI, 2011. IDAQUA exemple de démarche initiée par la profession aquacole. Papier présenté à la Rencontre Aquaculture, le Touquet, France, 12-14 mai.
- [13] Vallin P, Vanderpooten D. Aide à la décision: une approche par les cas. Ellipses Paris; 2000.
- [14] Magrini M-B, Triboulet P, Bedoussac L. Pratiques agricoles innovantes et logistique des coopératives agricoles. *Econ Rurale*. 2013; (6):25-45.
- [15] Yegbemey RN, Yabi AJ, Dossa CSG, Bauer S. Novel participatory indicators of sustainability reveal weaknesses of maize coping in Benin. *Agron. Sustain. Dev*. 2014; 34: 909-920.

- [16] Akpo IF, Yabi AJ, Bachabi FX, Kinkpé AT. Fallow Practices and Agro-Ecological Sustainability of Maize Production Systems in Southern and Center Benin. *IJSRR* 2016; 5(1): 92 – 108.
- [17] Cobb, C. W. & Douglas, P. H. (1928). A theory of production, *the American Economic Review*, 18 (1), 139-165
- [18] Ogouniyi EO, Dassounodo-Assogba CFJ, Kinkpé AT, Yabi AJ. 2017. Education en production de soja au Nord-Est du Bénin. *Bulletin de Recherche Agronomique du Bénin(BRAB), Numéro spécial Technologie Alimentaire & Sécurité Alimentaire (TA&SA), ISSN en ligne (on line) : 1840-7099*
- [19] Singas, S. & Manus, P. (2014). Factors Influencing Adoption of Pond Fish Farming Innovations in Potosy of Morobe Province, Papua New Guinea. *Universal Journal of Agricultural Research*, 2(6), 191-197
- [20] Mwamuye, M. K., Cherutich, B. K. & Nyamu, H. M. (2012). Performance of Commercial Aquaculture under the Economic Stimulus Program in Kenya. *International Journal of Business and Commerce*, 2 (3), 01-20.
- [21] Dassoundo-Assogba, C. F. J., Yabi A. J., 2019. Efficacité économique des systèmes piscicoles dans la vallée de l'ouémé au sud du Bénin, in press, *Bulletin de Recherche Agronomique du Bénin (BRAB)*, 21 p.
- [22] Greene WH. *Econometric analysis*, 6th edition, Pearson edition new jersey, 2008

De la justice pour une administration publique efficiente en Afrique

[Justice for efficient public administration in Africa]

BINI Essonam

Université de Kara, B.P.: 43, Kara, Togo

Copyright © 2020 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: Public administration in Africa has been undergoing restructuring for two decades. This process is justified by the dysfunction, if not by the lack of professionalism in the public service. In this restructuring, the consideration of values is necessary. However, in the absence of an architectonic ethical value capable of coordinating all other values, the process of such a revitalization only leads to the personal disengagement of public administration agents in Africa and the impoverishment of their relation to work, which leads in return, in other ways, to difficulties similar to those which we seek to solve. The purpose of the present paper is therefore to indicate that restructuring, in order to correct the decay of public administration services in Africa and to achieve an efficient productivity gain that can enhance economic efficiency, requires an architectonic ethical value, to coordinate others. This architectural value for us is nothing but justice. Our work starts from the necessity of the reform of the public administration in Africa to the requirement of the taking into account of the ethical values and finishes by emphasizing the Rawlsian conception of the justice as architectonic ethical value for a public administration efficient in Africa.

KEYWORDS: public administration, reform, ethical value, justice.

RÉSUMÉ: L'administration publique en Afrique est en pleine restructuration depuis deux décennies. Ce processus se justifie par le dysfonctionnement, sinon par la déficience du professionnalisme dans le service public. Dans cette restructuration, la prise en compte des valeurs est nécessaire. Or, en l'absence d'une valeur éthique architectonique susceptible de coordonner toutes les autres valeurs, le processus d'une telle redynamisation n'aboutit qu'au désengagement personnel des agents de l'administration publique en Afrique et à l'appauvrissement de leur relation au travail, ce qui mène en retour aux difficultés analogues à celles que l'on cherche à résoudre. Le but du présent travail est d'indiquer que la restructuration, en vue de corriger la déliquescence des prestations de l'administration publique en Afrique et de parvenir à un gain de productivité efficiente, requiert une valeur éthique architectonique pour coordonner les autres. Cette valeur éthique architectonique, pour nous, n'est rien d'autre que la justice. Notre travail part de la nécessité de la réforme de l'administration publique en Afrique à l'exigence de la prise en compte des valeurs éthiques et finit en mettant l'accent sur la conception rawlsienne de la justice comme valeur éthique architectonique pour une administration publique efficiente en Afrique.

MOTS-CLEFS: administration publique, réforme, valeur éthique, justice.

1 INTRODUCTION

Dans le monde aujourd'hui, la stabilité de l'État se reconnaît par une administration publique juste et performante. L'administration publique d'un pays est la structure de base à travers laquelle les gouvernants conçoivent et mettent en œuvre les politiques publiques. C'est par elle que se fait aussi le suivi-évaluation des prestations de services en direction de la population et des politiques publiques initiées par le gouvernement. Il se fait que depuis quelques deux décennies, l'administration publique en Afrique est en restructuration. Ce processus s'explique par le dysfonctionnement ou, à tout le

moins, par le manque de professionnalisme dans le service public. Le but de cette restructuration consiste à corriger cette déliquescence des prestations de l'administration publique et de parvenir à un gain de productivité efficiente susceptible de renforcer l'efficacité économique. Des réformes ont été ainsi entreprises dans des domaines tels le juridique, l'économique et l'organisationnel. Plusieurs lois ont été, soit dépoussiérées, soit élaborées et quantité d'outils d'évaluation et de décisions ont été adoptés et institués. Malheureusement, cette réforme ne touche presque pas aux questions liées à l'identité professionnelle, au sens du travail et à l'importance des valeurs dans l'administration publique. Elle reste déconnecter d'un véritable travail sur les valeurs éthiques et les finalités de l'action commune. Il se pose alors le problème de l'absence d'une valeur éthique architectonique qui soit coordinatrice des autres valeurs en vue d'une administration publique efficiente en Afrique. La question est : quelle doit être la valeur éthique architectonique susceptible de prendre en compte toutes les autres valeurs dans la lutte contre la déliquescence morale de l'administration publique et la « perte de sens » que peuvent ressentir les agents publics en Afrique ? En l'absence d'une valeur éthique architectonique qui puisse porter les autres valeurs, le processus de redynamisation de l'administration publique en Afrique pourrait produire des effets paradoxaux. Entre autres conséquences négatives pouvant survenir, il y a une conception du travail, qui tout en ayant en vue l'amélioration de la rentabilité, peut aboutir au désengagement personnel des agents et à l'appauvrissement de leur relation au travail; ce qui mènerait, par d'autres chemins, aux difficultés similaires à celles que l'on cherche à résoudre. Ainsi, notre travail s'articule alors autour d'un questionnement axiologique des réformes administratives en vue d'aboutir à la conception rawlsienne de la justice. En effet, J. Rawls est un philosophe américain qui met l'accent sur la justice comme étant la première vertu des institutions sociales et le fondement de l'intégrité des agents publics.

2 LA NÉCESSITÉ DE RÉFORMER L'ADMINISTRATION PUBLIQUE EN AFRIQUE

L'administration publique est la structure qui porte et déploie les activités du gouvernement. Elle est l'organe d'exécution de l'instance politique qui gouverne l'État et se distingue du gouvernement. Ce dernier, en effet, a la gestion du pouvoir politique pour une période donnée alors que l'administration publique est une instance qui est faite pour durer. C'est une structure pérenne tandis que le pouvoir politique est aux affaires pour un temps limité. L'administration publique s'implique de manière implicite mais nécessaire dans les décisions (politiques) du gouvernement. Du fait qu'elle a des connaissances qui sont nécessaires à la décision politique, l'administration participe à la prise de décision politique. En fournissant toutes les informations dont a besoin le décideur, elle détermine la décision et alimente le processus politique. En tant qu'appareil d'exécution, l'administration publique reste dans un rapport de subordination à la sphère politique. Dans cette perspective, elle est une structure hiérarchique qui fonctionne à partir des règles impersonnelles. Elle exerce fondamentalement son pouvoir sur l'ensemble du territoire national. Elle est contrôlée, de manière formelle et/ou informelle, par le gouvernement, les politiques et par l'opinion publique. L'administration publique est régie par le droit administratif avec des missions étendues et diversifiées. Souvent complexe, c'est à elle que revient, en général, l'exercice des fonctions de souveraineté.

L'administration publique gère également de nombreux services dont l'État est garant. Elle assure la survie et le développement global de la société. Elle occupe une place centrale dans la production des normes sociales [1]. Elle a pour mission de rendre service à tout citoyen. Elle a des actions en direction de la société tout entière, ce qui fait qu'elle est exclusivement au service de l'intérêt général, encore appelé le bien commun. C'est la raison pour laquelle l'on considère cette fonction comme un service public.

Pour les spécialistes le pouvoir de l'administration est triple. Elle a le *pouvoir de mise en forme* qui lui donne la latitude de décider, en toute objectivité, de la façon dont les textes législatifs (qui ne fixent que des objectifs généraux), vont s'appliquer. Par le pouvoir de mise en forme, l'administration indique les éléments importants à prendre en compte dans la traduction de la règle générale (technique) de la loi, en langage clair et en objectifs. C'est dire que par sa connaissance de terrain, l'administration influence l'action politique dans l'édification des règles et/ou la prise des décisions.

Le *pouvoir de mise en œuvre* est la relative autonomie de l'administration publique dans la mise en œuvre des ordonnances du gouvernement. Les informations et indications propres au contexte donnent une marge de manœuvre qui va sinon infléchir la volonté des gouvernants, du moins la contourner. De fait, compte tenu de la complexité de la réalité, des compétences et des connaissances dont l'administration publique dispose dans la mise en œuvre des décisions des dirigeants politiques, les agents de l'administration auront des options que les décideurs n'ont pas; car, il leur revient d'ajuster la règle du pouvoir à la réalité du terrain.

Enfin, par le *pouvoir d'intermédiation*, l'administration pourvoit aux besoins des citoyens en s'appuyant sur l'égalité de traitement. Puisque c'est un droit pour toute personne d'accéder à un service public, il est nécessaire que celui-ci soit accessible à tout citoyen qui le désire parce que cela participe de l'intérêt général. Aussi, personne ne doit-il être exclu de la possibilité de bénéficier des prestations du service public pour des raisons de coût trop élevé ou pour la qualité des prestations. La

complexité de satisfaire l'intérêt général oblige l'administration publique à savoir concilier des intérêts souvent divergents, voire contradictoires.

La principale mission de l'administration publique est de rendre des services non marchands, de faire des redistributions de revenus, de procéder à la répartition des richesses nationales. Dans sa fonction première, elle rend des services techniques qui sont utiles à la société. D'après J. Chevallier [2], l'administration publique est à l'écoute des administrés en vue de satisfaire au mieux la diversité de leurs besoins, de leurs attentes, de leurs aspirations. Elle répond aux exigences de l'État en se mettant à l'écoute des citoyens pour leur rendre des services qui peuvent se résumer en trois points importants. Premièrement, elle organise la solidarité nationale par une répartition des biens, des ressources et des avantages. Deuxièmement, elle favorise l'intégration républicaine par des initiatives qui aident les citoyens à se rapprocher. Dans ce sens, elle institue aussi des mécanismes d'ouverture des communautés les unes sur les autres à travers la libre circulation des citoyens. Enfin, elle promeut la cohésion sociale des différentes composantes de la nation et l'établissement des liens sociaux ainsi que la recherche des idéaux communs.

Malheureusement, l'on constate un réel dysfonctionnement (ou une inadéquation) entre l'administration publique et ses missions en Afrique. Cette inadéquation participe d'une sorte d'anomie morale telle que la décrit E. Durkheim [3], ce qui revient à dire qu'il y a un phénomène d'effondrement des valeurs éthiques qui devraient régir le comportement des agents de l'administration publique. D'après R. Cameron, il existe bien des motifs qui obligent les agents de l'administration publique en Afrique à ne pas « devenir de bon gestionnaires (...) » [4].

L'administration publique en Afrique n'offre plus vraiment des services de qualité aux citoyens dans de nombreux domaines. Ce problème peut s'expliquer par un effondrement des normes sociales qui conduit à une situation dans laquelle ces normes ne contrôlent plus les activités des individus et des membres de l'administration publique. Il s'agit d'un bouleversement, tant sociétal qu'administratif, qui provoque une insatisfaction et, à un niveau moindre, des conflits. Il existe aussi un manque de moyens financiers pour faire face aux demandes toujours croissantes de services ainsi que l'insuffisance du personnel, en nombre et en qualification, toutes choses qui permettent d'assurer normalement les missions du service public. L'on constate qu'il y a une déliquescence des infrastructures et des prestations et ajouter à cela que l'administration publique dysfonctionne en Afrique car, elle est devenue obsolète. En effet, l'administration publique connaît un vieillissement dû non seulement au manque d'entretien des lieux de travail, mais surtout à l'absence de formation permanente des agents et à la vétusté du matériel technique et du mobilier dont l'état est repoussant. Dans la pratique, les ressources humaines sont la plupart du temps recrutées par concours. Or, le constat général est que ceux qui sont souvent recrutés ne sont pas assez compétitifs. Et les cadres supérieurs des administrations sont des énarques¹ les agents et cadres moyens présentent des défaillances administratives qui impactent leur rendement. Les États Africains ont grand besoin d'une administration publique animée par des agents qualifiés, professionnels et parfaitement avertis des évolutions des textes de lois et de la technologie qui sont capables d'informer et/ou de conseiller le citoyen sur ses droits et ses obligations.

L'on assiste également à l'absence de valeurs éthiques fondamentales devant coordonner les autres valeurs parmi lesquelles l'on peut relever la neutralité. L'on déplore que beaucoup de départements (ministériels et communaux) soient remplis de partisans du parti qui est aux affaires. C'est donc une violation du principe de neutralité à laquelle l'on assiste habituellement dans les administrations publiques africaines. En effet, l'article 5 de la *Charte de la fonction publique africaine* stipule que l'administration ne doit exercer sur ses agents aucun traitement discriminatoire en raison des caractéristiques (politiques, religieuses, sexuelles, etc.) liées à la personne. Or, la coloration politique ne doit pas être manifeste dans une administration. Car toute administration publique, pour des raisons d'efficacité, devrait être neutre. Une autre difficulté se trouve être la gestion des ressources humaines et leurs affectations à des postes. Dans certains bureaux, les agents sont pléthoriques, notamment dans la capitale ou les grands centres urbains et insuffisants dans les campagnes. Cette défaillance, qui impacte négativement la productivité des ressources humaines, est liée à l'absence de définition des postes et/ou au manque de distribution sociologiques du travail.

Il faut relever aussi, comme difficulté, la lourdeur administrative. En Afrique, le temps d'attente dans l'administration publique pour la délivrance d'un service est habituellement très long. Cela s'explique par la complexité des procédures et la nonchalance des agents dans leurs prestations. En effet, un dossier que l'on voudrait traiter en urgence peut prendre des jours

¹ Certains États africains francophones possèdent des Écoles Nationales d'Administrations (ENA) inspirées du modèle de l'ENA de Paris; toutefois, leurs offres de formations et les méthodes pédagogiques ne s'adaptent presque pas aux exigences administratives actuelles.

ou des semaines ; et même parfois il se perd tout simplement dans le circuit administratif. Cette rallonge de temps permet aux agents d'exiger une contrepartie (financière) pour faire avancer rapidement le dossier ; ce qui prolonge à l'infini le temps des procédures. Cette manière de faire influe considérablement sur la performance administrative.

D'autres pratiques insidieuses dénie le droit du citoyen. Par exemple, les agents accordent généralement la priorité aux personnes recommandées qui sont rapidement servies. Cette situation fait perdre progressivement à l'administration publique (selon le principe de la pente glissante), en Afrique, sa crédibilité et le sens des procédures normales. Car, l'agent demande, le plus souvent, à l'administré à savoir de la part de qui il demande service. Et l'administré, à son tour, cherche qui voir pour le soutenir. Le citoyen, qui n'a alors personne pour se faire recommander, se trouve dans l'obligation de recourir à une petite corruption pour avoir droit aux services demandés. Cette attitude engendre, ce qu'A. Spire et K. Weidenfeld entendent justement par « inégalités d'accès à la justice et la distribution du capital procédural » [5].

Soulignons en outre que l'administration publique en Afrique est affectée par la corruption. Celle-ci, ordinairement définie comme le détournement d'un processus, d'une prestation ou d'un service en vue d'obtenir des avantages qui sont, pour la plupart du temps, pécuniaires, se manifeste dans des proportions différentes, selon que les agents soient des cadres de l'administration centrale ou des agents subalternes. La corruption des agents subalternes consiste à surévaluer le coût réel des services et des prestations administratives, en vue d'améliorer leurs traitements salariaux, souvent très bas. La grande corruption, par contre, se pratique par des cadres supérieurs dans le but de l'enrichissement des protagonistes. Elle conduit à la privatisation des services de l'État ou à leur détournement au profit des corrupteurs. Les cadres supérieurs mettent des informations acquises dans l'administration publique au service d'intérêts privés. La grande corruption fait ainsi disparaître la frontière entre l'intérêt général, pour lequel l'administration publique trouve sa raison d'être, et l'intérêt privé qui n'est mû que par la logique économique. Elle met en péril la dissociation du public et du privé. Elle fait régresser l'un des principes fondamentaux de la démocratie qui est l'égalité [6].

En effet, l'égalité d'accès des citoyens aux services publics, aux emplois, etc., est un droit constitutionnel qui donne les chances à tous les citoyens et qui fait la promotion du mérite et valorise l'excellence. M. Weber [7] estime que l'apparition des professionnels de la politique favorise l'apparition de la grande corruption dans les démocraties. Car, ces professionnels de la politique vivent de la politique et non pas pour la politique. Pour ce penseur, une administration « idéale-type » est celle qui fonctionne suivant des normes et une hiérarchie clairement définie, dans laquelle, les employés ont des fonctions très précises et appliquent des règles générales dans un esprit d'impersonnalité formelle.

En somme, c'est ce tableau non exhaustif qui requiert ou exige de réformer l'administration publique en Afrique. Car, la qualité des services offerts par le secteur public et leur efficacité constituent une composante essentielle de la légitimité de l'administration publique et, par ricochet, celle de l'État. Aussi était-il nécessaire de prendre des initiatives pour améliorer la qualité des services rendus au citoyen. Au nombre de ces initiatives prises pour réformer l'administration publique en Afrique, nous avons l'implémentation des valeurs éthiques.

3 L'ADMINISTRATION PUBLIQUE EN AFRIQUE ET LES VALEURS ÉTHIQUES

La grande partie du comportement humain peut se comprendre comme l'expression d'une relation aux normes et aux valeurs. Celles-ci peuvent être juridiques, politiques, économiques, mais aussi éthiques. Toutefois, il faut noter que la conduite et l'action humaines sont régies essentiellement par des valeurs éthiques. Ainsi, l'importance des valeurs éthiques se remarque dans le fait qu'elles permettent de justifier des pratiques, des conduites ou des comportements. Elles sont des points d'attache pour toute action, privée ou publique. C'est dans ce sens que l'on dit des valeurs éthiques qu'elles servent souvent de fondement aux principes généraux du droit administratif [8]. Nous allons, dans cette partie du travail, nous intéresser à la place de ces valeurs éthiques dans la vie des institutions publiques et dans celle des individus.

Les valeurs éthiques sont la trame de fond de toute action individuelle ou collective. C'est par elles que l'agir et le vivre en commun prennent sens. Parler des valeurs éthiques, c'est recourir précisément à l'éthique qui se présente comme une réflexion axiologique, c'est-à-dire une réflexion sur les valeurs. En fait, les hommes sont appelés à vivre ensemble et la régulation du comportement et de l'agir individuel et institutionnel occupe une place déterminante dans la vie. Aussi la question des principes organisateurs meuble-t-elle l'interrogation éthique. En effet, l'éthique depuis Aristote [9] se propose de répondre, en général, à une question essentielle : « *Comment vivre heureux ?* »

Cette question éthique, dans le cadre de la réforme de l'administration publique en Afrique, se ramène à rechercher fondamentalement les valeurs éthiques qui donnent du sens à l'action commune ou collective pour une vie heureuse de tous les citoyens ou de tous les administrés. Aussi s'agit-il de s'interroger sur non seulement le sens de la vie administrative, mais aussi sur la finalité de cette action. Une valeur éthique se distingue des autres valeurs, notamment juridiques, politiques, économiques, etc. Elle fait ressortir le poids moral d'un individu, d'une institution ou d'une société.

L'expérience montre que les finalités collectives, les structures, les institutions conditionnent en grande partie l'efficacité des comportements individuels et réciproquement.

L'éthique, dans la sphère publique, permet dès lors de mettre l'accent sur les résultats pour questionner l'essence même du service public. Ce questionnement conduit à reconstruire l'administration publique sur des principes éthiques de redistribution, d'équité et de solidarité. Dans ce sens, l'éthique peut servir de cadre de réflexion en vue d'une meilleure organisation administrative. Les objectifs définis et/ou poursuivis seront fondés sur des principes d'efficacité et d'efficience. Le pilotage par objectifs ou par résultats de l'action publique, tel que les nouvelles exigences administratives l'imposent, loin de remettre en cause certaines valeurs éthiques du service public, soulève la question de la pertinence de ses dispositifs organisationnels et du sens que l'on donne à l'activité dans l'administration publique. Il se fait que, souvent, dans la plupart des administrations publiques, le besoin éthique est remplacé par la déontologie. Celle-ci désigne la science ou la théorie de ce qu'il faut faire.

J. Bentham [10] est celui qui a créé le terme « déontologie » pour désigner la morale générale. Du grec *deonta*, ce qui est requis ou dû, la déontologie s'emploie communément pour désigner ce qu'il convient de faire dans une situation socio-professionnelle donnée. Contrairement à la déontologie qui a recours à des contraintes institutionnalisées pour son respect, l'éthique s'appuie sur la conscience des individus. Par exemple, l'administration publique, en Occident, depuis trois décennies, a largement travaillé à mettre sur pied un grand arsenal de textes et de procédures destinés à favoriser son efficacité et sa notoriété. Ce travail s'est inspiré, dans ses grands axes, des valeurs éthiques qui permettent non seulement d'évaluer, mais aussi d'identifier les pratiques et les comportements à encourager en milieu professionnel. Car, les valeurs éthiques, quand elles sont bien comprises, influent positivement sur l'organisation du travail et entraîne une meilleure gestion du personnel.

De plus, le cadre référentiel de l'administration publique porte en lui des responsabilités pour l'État et la société. Il comporte aussi des valeurs politiques, juridiques et même civiques. Parmi ces valeurs qui résultent, le plus souvent, de l'ordre éthique, nous pouvons citer, en exemple, l'équité, l'égalité devant les charges publiques, l'accessibilité pour tous le respect strict du droit, le respect de l'intérêt public, etc. Les mauvaises pratiques affectent la légitimité des décideurs car elles portent atteinte à la notoriété des institutions publiques ainsi qu'à leur crédibilité. Une telle conception de l'éthique nous oblige cependant à repenser l'organisation du travail et notre manière d'envisager la gestion des personnels. Il est nécessaire de comprendre l'éthique comme une expérience que la conscience humaine personnelle et collective mène.

D'après P. Lucier, l'éthique dans l'administration publique est caractérisée fondamentalement par cette tension vers ce qui nous apparaît comme devant être fait ou évité. Il n'est pas question d'épouser ce que l'on nous dit d'accomplir ou d'éviter (car telle chose est bien et telle autre est mal), mais parce que nous jugeons par nous-mêmes qu'il est bon d'agir ainsi. Dans la même logique, il écrit ce qui suit :

Cette expérience éthique de la décision n'a généralement pas à inventer chaque fois ses points de repères et, donc, à définir une éthique. La vie des individus et des collectivités, de l'humanité même dans une certaine mesure, est ainsi faite qu'elle édifie ses références éthiques, lesquelles se structurent et se sédimentent dans des règles et codes qui s'affirment et établissent leur solidité. Ainsi naissent les éthiques individuelles, communautaires ou sociétales. Elles sont faites des normes, de règles, de principes, ultimement de valeurs, faisant l'objet d'adhésion relativement durables [11].

Depuis quelques décennies, l'administration publique en Afrique, connaît une énorme crise. Celle-ci se manifeste, au sens durkheimien, comme une anomie morale. Elle entraîne une perte de sens de l'action en milieu de travail en raison de l'absence d'un repère normatif consensuel. Elle est donc de dimension éthique. Beaucoup de responsables administratifs et de décideurs ont souvent recours à la déontologie en lieu et place de l'éthique dans l'espoir de juguler cette anomie. Toutefois, quelques responsables des ressources humaines et des spécialistes en management sentent le besoin de recourir à l'éthique mais il faut déplorer le fait que recourant à l'éthique, ils se limitent à sa dimension prescriptive, la réduisant ainsi à une béquille du droit ou encore à la déontologie. En fait, le milieu de travail, actuellement, ne peut plus exiger du travailleur qu'il soit un simple exécutant, un agent qui applique uniquement des ordres reçus de la hiérarchie, selon le modèle wébérien de l'organisation du travail. Car, il faut reconnaître aussi à l'agent un minimum de liberté pour apprécier le contexte². Dans la même optique, la conception de l'administration publique en Afrique a beaucoup évolué depuis le début du nouveau millénaire. Cette évolution a entraîné le gain en extension de la notion de bien public.

² Cette liberté d'appréciation se comprend à deux titres: d'abord elle est inhérente au *pouvoir de mise en œuvre* dont nous avons à la p. 4 de ce travail et se rapporte, ensuite, à l'autonomie morale de toute personne par laquelle elle agit et évalue.

L'administration publique, en Afrique, s'est progressivement enrichie par l'émergence, en son sein, de nouvelles références éthiques. Par exemple, adoptée par la seizième session ordinaire de la conférence tenue le 31 janvier 2011 à Addis Abeba, en Ethiopie, la *Charte Africaine sur les valeurs et les principes du service public et de l'administration* relève plusieurs valeurs éthiques qui devraient sédimenter l'administration publique en Afrique. Parmi ces valeurs éthiques, nous pouvons citer, entre autre, l'égalité, la transparence, l'impartialité, l'intégrité, le respect des droits de l'homme, l'accès au service public et à l'information, etc. En 2001, les Nations Unies, dans un rapport intitulé, *L'éthique de la fonction publique en Afrique*, avaient relevé l'importance des valeurs éthiques telles que le désintéressement financier, la neutralité, l'honnêteté, la responsabilité, la discrétion, le dévouement, la diligence, la justice, etc. Dans l'administration, ces valeurs éthiques se côtoient avec d'autres valeurs qui sont économiques, juridiques, administratives, etc.

Quoique ces valeurs éthiques soient d'une importance avérée, il faut reconnaître que le contexte du pluralisme qui caractérise les sociétés modernes africaines requiert de trouver une valeur éthique susceptible de coordonner toutes ces autres valeurs. Car, le fait du pluralisme est une catégorie majeure des sociétés modernes africaines dont la conséquence est notamment le progrès des libertés de base, précisément les libertés de conscience, d'expression et d'association, etc. En ce sens, J. Rawls écrit ce qui suit :

La diversité des doctrines compréhensives, morales, philosophiques et religieuses, que l'on trouve dans les sociétés démocratiques modernes n'est pas une simple contingence historique ; c'est un trait permanent de la culture publique des démocraties. Étant donné les conditions politiques et sociales que garantissent les droits et les libertés de base des institutions démocratiques, une diversité de doctrines compréhensives, conflictuelles et irréconciliables, ne manquera pas d'émerger, si elle n'existe déjà. De plus, cette situation ne peut que persister et s'accroître. Ce fait qui concerne les institutions libres est le fait le pluralisme. [12]

La pluralité (et la diversité) de doctrines compréhensives, conflictuelles difficilement conciliables, comme l'a dit J. Rawls, s'accroît, actuellement, dans l'administration publique en Afrique et l'on ne peut l'ignorer. Aussi estimons-nous qu'il y a la nécessité que l'on ait une valeur éthique à la fois coordinatrice et fédératrice des autres valeurs. Elle servira de présupposé axiologique dont le rôle architectonique permet de donner sens et harmonie à la charpente des valeurs nécessaires à la structure administrative. Sans cela, le processus de la redynamisation de l'administration publique en Afrique n'aboutira qu'au désengagement personnel des agents et à l'appauvrissement de leur sens moral. Nous estimons que *la justice*, telle que la définit le philosophe américain J. Rawls dans sa pensée, peut servir de valeur cardinale.

4 LA JUSTICE ET L'ADMINISTRATION PUBLIQUE EN AFRIQUE

L'un des Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD)³, objectifs adoptés en septembre 2000, met l'accent sur l'accès de tous les humains à la justice et la mise en place, à tous les niveaux, des institutions efficaces, responsables et ouvertes à tous pour le développement. Ce besoin de justice ne date pas de cette adoption, mais des premières formes de l'organisation sociale. La justice a toujours été considérée comme une valeur indispensable sinon cardinale à tout groupe social. Elle est une exigence morale qui remonte, précisément, dans l'histoire des idées, à la Grèce antique.

Dans la tradition philosophique, Platon (2004) est le premier à avoir étudié le concept de « justice ». Dans son œuvre, *La République*, il pense que la justice est l'harmonie qui règne dans l'individu et dans la cité. Ainsi, le juste est celui qui fait sous le contrôle de la raison, régner l'ordre dans sa vie et dans celle de la cité. La justice est alors la vertu essentielle qui permet de préserver la santé de la société, la vertu par excellence. Car, elle commande à toutes les autres vertus que propose Platon à savoir la sagesse, le courage et la tempérance. Le fondateur de l'académie estime donc que la justice est la valeur éthique suprême de toute cité humaine, surtout du fait qu'elle est considérée comme une condition d'existence des autres valeurs éthiques. Elle est la valeur architectonique qui structure la cité humaine [13].

Aristote va prolonger l'analyse, faite par son maître, du concept de justice et, par la même occasion, l'enrichir. Cette vertu apparaît aussi, sous la plume d'Aristote, comme la valeur éthique fondamentale de la régulation des échanges et des rapports entre les citoyens dans la cité. En effet, il écrit :

³ Aujourd'hui, les OMD sont remplacés par les ODD (Objectifs de Développement Durable). Dans les premiers Objectifs comme dans les seconds, la justice apparaît comme une vertu indispensable. De même, cette valeur est mentionnée dans la Charte de la Terre (UNESCO, 2000).

[...] la justice constitue la vertu finale, et ce, non de manière pure et simple, mais relativement à autrui [...]. De plus, elle est vertu finale, principalement parce qu'elle est mise en œuvre de la vertu finale, mais si celle-ci est effectivement finale, c'est parce que celui qui la détient peut même se comporter vertueusement envers autrui et pas seulement par lui-même. Beaucoup de personnes en effet, dans leurs affaires personnelles, savent se comporter avec vertu, alors que dans les affaires qui regardent autrui, ils en sont incapables. D'ailleurs, c'est pour la même raison que la justice, seule des vertus dans ce cas, passe pour être un bien qui ne nous regarde pas : c'est parce qu'elle regarde autrui. Elle sert en effet les intérêts d'un autre quand elle nous fait agir, que cet autre soit au pouvoir ou membre comme nous de la communauté [14].

De son examen, Aristote fait ressortir que la justice est la norme qui garantit l'ordre public et le respect du bien commun. Elle est l'idéal de la vertu de régulation sociale, car elle est « la vertu dans sa totalité » [15]. De ce fait, il va de soi qu'elle soit non seulement une vertu, mais aussi une nécessité de l'institution publique. D'après le Stagirite, la justice se rapporte à plusieurs réalités : elle est la valeur éthique qui oriente la pratique politique de la répartition des charges et des avantages sociaux, la valeur éthique présidant aux différents échanges, le « véritable étalon des échanges », mais également l'idéal normatif d'évaluation de l'institution chargée de faire respecter la légalité [16].

S'inspirant des prémisses que Platon et Aristote ont établies autour de la justice, des philosophes contemporains l'ont redéployée comme la vertu essentielle des institutions sociales. Parmi ces penseurs, J. Rawls est le premier à estimer que la justice doit s'appliquer prioritairement aux institutions publiques et/ou sociales. Pour ce philosophe américain, une société est juste quand elle est bien ordonnée, c'est-à-dire, quand ses institutions majeures, (la structure de base), sont organisées de manière à assurer la satisfaction des besoins de bases de l'ensemble des citoyens.

La structure de base se comprend donc comme l'ensemble des institutions qui gèrent la distribution des ressources fondamentales. Elle constitue l'instance à laquelle les citoyens, pour réaliser leurs projets ou réussir leur vie, doivent recourir naturellement. En ce sens, J. Rawls estime que, si efficaces et bien ordonnées que soient des institutions publiques et des lois, elles doivent être réformées ou abolies si elles ne sont pas justes, car pour lui, « la justice est la première vertu des institutions sociales comme la vérité est celle des systèmes de pensée » [17]. La structure de base a pour rôle d'établir les conditions justes dans lesquelles se déroulent les activités humaines. Il propose des principes qui doivent régir les institutions sociales en vue de les rendre justes. Concrètement, ces principes de la justice sont destinés à permettre une meilleure organisation institutionnelle en vue de la redistribution équitable des biens sociaux. Une telle conception de la justice chez J. Rawls permet de réguler le fonctionnement des institutions et de les arrimer à des principes de justice au travers desquels l'intérêt général est réalisé et promu.

Dans son argumentation, il parvient à la conclusion que les principes de justice ne sont véritablement opératoires que s'ils réalisent la justice par des institutions justes dans la trame sociale d'une coopération équitable. C'est dans ce sens qu'il construit son système comme réalisant l'équité. Aussi, la théorie de la justice comme équité de J. Rawls reprend-elle concrètement le souci qu'Aristote se faisait de la justice distributive, tout en précisant les conditions d'équilibre dynamique dans lesquelles se réalise le service public. Pour J. Rawls, en effet, la justice est la valeur par laquelle la société devient un système équitable de coopération. Il appert que la justice comme première vertu des institutions va couvrir toutes les sphères de la praxis humaine (institutions, sociétés, communautés, individus). Pour rendre possible ce système sociale équitable, il élabore donc les principes suivants :

En premier lieu : chaque personne doit avoir un droit égal au système le plus étendu de libertés de base égales pour tous qui soit compatible avec le même système de libertés pour les autres. En second lieu : les inégalités sociales et économiques doivent être organisées de façon à ce que, à la fois, (a) l'on puisse raisonnablement s'attendre à ce qu'elles soient à l'avantage de chacun et (b) qu'elles soient attachées à des positions et à des fonctions ouvertes à tous [18].

À partir de ces principes, l'on peut comprendre que pour ce penseur américain, il est indispensable de faire de la justice une vertu qui prime sur l'action politique et sur les questions d'efficacité économiques. Pour cela, le premier principe appelé le « principe de liberté » [19] interdit à l'État et à toute administration publique de traiter les individus de manière différente. La liberté est un acquis pour tout citoyen quelles que soient ses convictions et croyances. La neutralité de l'État protège la liberté des individus qui coopèrent dans le système social. Ainsi, les débats seront possibles pour trancher toute question sociétale. La justice devient, dans cette perspective, le fond de permanence à partir duquel, l'administration publique, les différentes politiques publiques et l'organisation sociale se structurent.

Le second principe s'applique aux grandes lignes de l'organisation (qui fait appel aux différences d'autorité, de responsabilité et de répartition des revenus et de la richesse) et se brise en deux principes : « principe de l'égalité des chances » et principe de différence » [20]. Ces principes de justice de J. Rawls invitent les institutions à s'inscrire dans une procédure institutionnelle juste. Ce qui compte, ce sont les conditions effectives d'élaboration de la norme et non la norme elle-même. Pour qu'il y ait donc justice, il faut que les membres de la coopération sociale parviennent à un accord sur une distribution

correcte des parts ou sur la répartition des bénéfices et des charges de la coopération sociale. Car, comme nous l'écrivions en commentant J. Rawls, «la double nature (réglementaire et prestataire) des activités de service public rend possible d'intégrer l'apport des principes de la justice en tant qu'instrument d'efficacité publique limitant la dérive corporatiste et étatiste du service public » [21].

L'on peut ainsi dire que l'idéal moral qui vise la promotion de l'accès de tous les individus à une vie conforme à leur dignité humaine, doit aller de pair avec une organisation technique de la société qui prend en compte l'efficacité et la rationalité du travail collectif [22]. L'efficacité administrative n'est possible que par et à travers la valeur éthique de la justice. La justice repose, en ce sens, sur l'intégrité des agents de l'administration et des citoyens. C'est pourquoi, dès lors même que la justice reste fondée sur les principes de liberté et d'égalité, il va sans dire que les agents qui adoptent cette valeur éthique architectonique et l'intègrent dans leurs vies et dans leur agir seront nécessairement des défenseurs des droits (de chaque personne) et de l'efficacité. Aussi, la justice devient-elle un principe recteur de la communauté politique et des institutions sociales fondamentales.

Il faut souligner aussi qu'il est pratiquement difficile de rendre les agents de l'administration publique efficaces quand la séparation des pouvoirs est quasi inexistante. Cela s'observe, surtout, quand le pouvoir judiciaire est inféodé au pouvoir exécutif ou lui est soumis. Dans pareille circonstance, les justiciables n'ont aucune chance de voir leur plainte aboutir s'ils ne sont pas des proches de l'exécutif. L'administration publique ne saurait remplir ses obligations envers les citoyens si l'intégrité des agents fait défaut, ce qui rentre dans les exigences du premier principe rawlsien.

Signalons que l'intégrité est une qualité attribuée à des personnes dépourvues de préjugés et qui ne manifestent pas de préférence aveugle pour une partie. Elle permet à toute société d'éviter la déliquescence morale. Et c'est ce qu'affirme J. Rawls [25] dans le propos suivant : « (...) en période de doute envers la société et de perte de confiance dans les valeurs traditionnelles, il y a une tendance à revenir aux vertus de l'intégrité ». Car, poursuit-il, « les vertus de l'intégrité sont des vertus qui font partie des qualités propres à des personnes libres ». Dans la même perspective, A. Piroux affirme : « Tout processus d'examen d'un service public requiert une analyse de ses valeurs essentielles, traduction des choix relatifs à la manière dont le service public et ses employés doivent fonctionner » [23]. La justice conduit donc à poser des limites que nulle finalité individuelle ne pourrait franchir, ce qui permet à la coopération sociale de se faire à l'avantage de chacun (le principe d'égalité des chances) et de protéger les plus vulnérables (principe de différence).

5 CONCLUSION

En somme, nous retenons que l'administration publique en Afrique est en proie à la contestation de ses logiques et de ses fondements. Cela explique les différentes actions de redynamisation et les réformes qui s'entreprennent de part et d'autre. Compte tenu de cette situation, nous avons interrogés les présupposés axiologiques de cette redynamisation et avons constaté que les valeurs éthiques qui sont le plus souvent convoquées pour régir l'administration publique ne sont pas de valeurs harmonisatrices. Aussi avons-nous proposé que dans le contexte actuel, (le pluralisme), ces valeurs éthiques soient coordonnées par une valeur éthique architectonique. J. Rawls apporte une réponse éclairante à cette nécessité. Pour lui, cette valeur éthique essentielle est la justice qui se comprend comme la première vertu des institutions tout autant que la vérité est celle des systèmes de pensée. Il s'agit pour nous, d'une justification la plus plausible pour une administration publique efficiente en Afrique.

REFERENCES

- [1] J. CHEVALLIER, 2011, « La place l'administration dans la production des normes », in *Droit et société*, Vol. 3, N°79, pp. 623-636.
- [2] J. CHEVALLIER, 2007, *Science administrative*, Paris, PUF, p. 87.
- [3] E. DURKHEIM, 2013, *De la division du travail social*, Paris, PUF.
- [4] R. CAMERON, 2010, « L'administration publique en Afrique. Introduction », in *Revue Internationale des Sciences Administratives*, vol. 76, n°4, pp. 637-643
<http://www.cairn.info/revue-internationale-des-sciences-administratives-2010-4-page-637-htm>, consulté le 10 octobre 2019.
- [5] A. SPIRE & K. WEIDENFELD, 2011, « Le tribunal administratif : une affaire d'initiés ? Les inégalités d'accès à la justice et la distribution du capital procédural », in *Droit et société*, Vol. 3, N° 79, pp. 689-713.
- [6] F. LARAT, 2013, « Quelle place pour les vertus dans l'administration publique ? Le rôle de la formation dans le développement d'une culture éthique chez les hauts fonctionnaires », in *Éthique publique. Enjeux éthiques de l'aide publique au développement*, vol. 15, n°2,
<http://journals.openedition.org/ethiquepublique/1301;DOI:10.4000/ethiquepublique/1301>, consulté le 26 mars 2019.
- [7] M. WEBER, *Le savant et le politique*, Paris, Plon, 1959, pp. 56-57.
- [8] C. COLERA, 2009, *Les services juridiques des administrations centrales*, Paris, L'Harmattan, coll. « Logiques sociales ».
- [9] ARISTOTE, 2004, *Éthique à Nicomaque*, Paris, Flammarion.
- [10] J. BENTHAM, 2006, *Déontologie ou science de la morale*, Vol. 1&2, trad.fr. Benjamin Laroche, Paris, Encre Marine.
- [11] P. LUCIER, 2001, « L'éthique et l'administration publique », *Éthique publique*
<http://ethiquepublique.revues.org/2639;DOI:10.4000/ethiquepublique.2639>, consulté le 07 décembre 2016.
- [12] J. RAWLS, *Théorie de la justice*, Paris, Seuil, 1987, p. 325.
- [13] PLATON, 2004, *La République*, Paris, trad. fr. G. Leroux, 2è éd., Flammarion, p. 256.
- [14] ARISTOTE, *op. cit.*, pp. 230-231.
- [15] ARISTOTE, *op. cit.*, p. 232.
- [16] ARISTOTE, *op. cit.*, pp. 233-287.
- [17] J. RAWLS, *op. cit.*, p. 29.
- [18] J. RAWLS, *op. cit.*, p. 91.
- [19] J. RAWLS, *op. cit.*, p. 157
- [20] E. BINI, 2011, *Réduction de la pauvreté en Afrique noire : contribution de la justice de John Rawls (1921-2002)*. Thèse de doctorat unique de philosophie, Lomé, Université de Lomé. p. 179- 182.
- [21] U. DHONDT, «Fondements d'une éthique sociale» in *Revue Philosophique de Louvain*, Troisième série, tome 59, n°63, 1961
https://www.persee.fr/doc/phlou_0035-3841_1961_num_59_63_5086, consulté le 25/04/2018.
- [22] J. RAWLS, *op. cit.*, p. 563.
- [23] A. PIRAUX, 2008, « L'éthique administrative à l'épreuve de ses usages », in *La régulation éthique dans les administrations publiques*, Vol. 1, n° 16, Pyramides, mis en ligne le 07 septembre 2011
<http://pyramides.revues.org/197>, consulté le 13 octobre 2016.

Cartographie des zones à risque d'inondation dans la région de Tétouan: Cas du bassin versant de Oued Laou (Nord-Ouest du Maroc)

[Mapping of flooding risk areas in the Tetouan region: Case of Oued Laou Watershed (Northern-West Morocco)]

Mounir Karrouchi¹, Mohammed Ouazzani Touhami¹, Mostafa Oujidi², and Said Bengamra²

¹Department of Geology, University Abdelmalek Essaadi, Faculty of sciences, Tétouan, Morocco

²Department of Geology, University Mohamed Premier, Faculty of sciences, Oujda, Morocco

Copyright © 2020 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 Mediterranean region, the magnitude of floods and their frequencies imposes their consideration by forest managers and local decision makers. In this context, the identification of areas expected to be affected by floods is a fundamental information to improve the management of this risk.

The methodology developed in this paper allows presenting a tool to assess flooding risk across the river basin. It is based on the idea that the risk of flooding is the resultant of the random factor (frequency of natural phenomena) and the vulnerability factor (sensitivity of land use).

The purpose of this article is to make a flood risk map of the Oued Laou plain, which includes the two urban areas Oued Laou. The realization of this map requires a hydrological study to calculate the maximum capacity of the region and a hydraulic study to determine the speed and height of the centennial flood of Oued Laou using the Iber 2.0.3 software. The results will be presented as thematic maps, using the Arcgis 9.3 software, which enable to managers and local authorities to propose mitigation measures in areas expected to be affected by the floods and to act more efficiently in case of flooding.

Thus, the study showed the prevalence of high flood hazard while the vulnerability is more moderate; indeed, it is increasingly felt with the growth known in the region in terms of urban planning and infrastructure.

KEYWORDS: Hazard, flood mapping, hydraulic modeling, vulnerability, Morocco, risk management.

RESUME: Dans la région méditerranéenne, l'ampleur des inondations ainsi que leurs fréquences imposent une prise en considération par les aménagistes et les décideurs locaux. Dans ce cadre, la détermination des zones susceptibles d'être affectées par les inondations est primordiale pour une meilleure gestion de ce risque.

La méthodologie mise en place dans cet article permet de disposer d'un outil d'évaluation du risque d'inondation à l'échelle du bassin versant. Elle repose sur l'idée que le risque d'inondation est la résultante du facteur aléa (fréquence du phénomène naturel) et du facteur vulnérabilité (sensibilité de l'occupation du sol).

Le but du présent article est de réaliser une carte de risque aux inondations de la plaine de Oued Laou. La réalisation de cette carte passe par une étude hydrologique afin de calculer le débit maximum de la région et une étude hydraulique pour déterminer la vitesse et la hauteur des crues centennales de l'Oued Laou à l'aide du logiciel Iber 2.0.3. Les résultats seront présentés sous forme des cartes thématiques à l'aide du logiciel Arcgis 9.3 afin de permettre aux aménagistes et aux autorités locales de proposer des mesures d'atténuation dans les zones susceptibles d'être affectées par les inondations et d'agir plus efficacement en cas de crue.

Ainsi, l'étude a montré la prédominance de l'aléa inondation élevé alors que la vulnérabilité est plus modérée ; en effet, elle est de plus en plus ressentie avec l'expansion que connaît la région en matière d'urbanisme et d'infrastructures.

MOTS-CLEFS: Aléa, inondation, cartographie, modélisation hydraulique, vulnérabilité, Maroc, gestion du risque.

1 INTRODUCTION

Les inondations constituent un risque majeur du monde contemporain. Elles figurent au premier rang des catastrophes naturelles dans le monde en occasionnant environ 20 000 victimes par an [1]. À l'instar du reste du monde, la région méditerranéenne a connu de multiples inondations qui deviennent une menace de plus en plus redoutable. Les précipitations y dépassent souvent 200 millimètres en 24 heures, et parfois en moins de six heures [2].

Le Maroc a connu au début du 21^e siècle des inondations majeures qui ont causé des dégâts humains et matériels importants dans plusieurs régions du pays. Les inondations catastrophiques de la vallée de l'Ourika en 1995, de la plaine de Martil en 2000, la région de Mohammadia, de Berrechid et Settat en 2002, de la région de Tanger en 2008, de la plaine du Gharb en 2009, de la région de Taza en 2010 et de la région de Khénifra en 2011, en témoignent.

Le bassin versant de Oued Laou (nord-Ouest du Maroc) est fortement exposé au risque d'inondation. En effet, les intempéries enregistrées dans cette région montrent à quel point la protection contre les inondations est devenue un enjeu majeur. Elle constitue, par conséquent, un défi capital de la gestion des ressources hydriques. En effet, la forte irrégularité des régimes hydrologiques du bassin de Oued Laou, la nature des terrains de couverture (sols), souvent imperméables, et la disparité entre un relief montagneux en amont et une vaste plaine alluviale en aval expliquent la génération d'un ruissellement important ainsi que des crues torrentielles et violentes. Ces facteurs peuvent engendrer des inondations qui ont causé des pertes en vies humaines et de dommages matériels et environnementaux importants [3].

De plus, les changements climatiques augmentent la susceptibilité du bassin versant de Oued Laou à être affecté par des inondations menaçant le développement économique, les infrastructures et les écosystèmes naturels de la région. En effet, ces changements affient l'augmentation de la fréquence des inondations dans les zones côtières méditerranéennes, l'élévation du niveau de la mer et le prolongement de la période de sécheresse. [4] affient que l'urbanisation galopante couplée à l'évolution du climat pourrait entraîner un triplement du nombre de personnes exposées à des inondations côtières dans le monde d'ici 2070.

Le développement de l'agriculture se fait le plus souvent dans la plaine, en raison de la présence d'eau, de meilleures terres, ainsi que d'une topographie favorable aux constructions et aux cultures.

Ce risque d'inondation est également lié à des facteurs anthropiques, notamment l'intensification des activités industrielles et l'urbanisation croissante qu'a connue la commune de Oued Laou. Ces activités socio-économiques ont favorisé les travaux de construction et la mise en place de nombreux ouvrages à l'extrême gauche de l'oued Laou, conduisant ainsi à des modifications dans la distribution des sédiments et à une dégradation de l'environnement naturel de ces zones.

L'objectif principal de ce travail est cartographier les zones inondables de la plaine de Oued Laou située dans la partie aval du bassin versant de Oued Laou à partir d'une modélisation des crues. Il s'agit alors d'évaluer le risque d'inondation afin de fournir les informations nécessaires aux acteurs locaux pour asseoir une stratégie et se prémunir contre les effets néfastes des inondations.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Le Bassin versant de Oued Laou se trouve dans la région Nord-Ouest du Maroc, et notamment dans les Provinces de Tétouan et Chefchaouen. Il est situé dans la partie centrale de la chaîne rifaine appelée aussi le Haut Rif. Il est délimité par les pics du Jbel Kelti (1928 m) à l'ouest Soukna (1800 m) et Tissouka (2149 m) au sud-est, Tazoute (1800 m) au nord-est et la mer Méditerranée au nord. (Fig. 1).

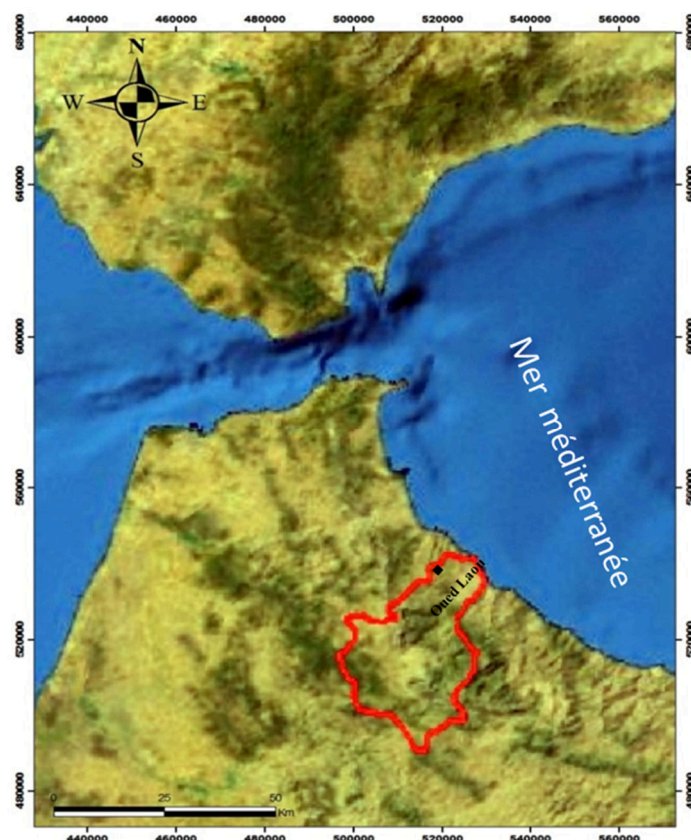


Fig. 1. Situation géographique du bassin versant de Oued Laou (d'après Google earth modifié)

Il s'agit d'un grand bassin dont la superficie est de 950 Km² (largeur maximale de 28Km, Est-Ouest, et 47 Km de longueur, Nord-Sud) et dont le cours d'eau principal, Oued Laou a une longueur de 70 Km. A l'exception de la plaine côtière, il s'agit d'une zone à relief très accidenté avec de fortes pentes et des dénivellements importants.

Le cours supérieur de Oued Laou suit un trajet subméridien dans la région de Chefchaouen. Il est alors dominé à l'est par l'alignement des hauts sommets de la dorsale calcaire et à l'ouest par les hautes crêtes numidiennes. Les cours moyen et inférieur, sont situés sur le versant nord-rifain et ont une direction SW-NE.

La principale caractéristique du bassin réside dans le fait qu'il s'agit d'un bassin excédentaire en ressources hydriques. Ainsi, il y a une exploitation des eaux superficielles dans la production d'hydroélectricité et l'irrigation. Les eaux souterraines sont utilisées pour les usages courants de la population et l'irrigation de petits périmètres en montagne.

Les altitudes et les pentes du bassin Laou sont très variables du fait de la position entre la chaîne du Rif et la mer méditerranéenne. En effet, les altitudes varient entre 0 m sur les côtes et la plaine à 2149 m à l'extrême Est et sud Est du bassin, ceci correspond à un gradient entre la plaine et les montagnes d'environ 35 m/km. Les pentes, quant à elles, varient entre 0 à 59° (Fig.2).

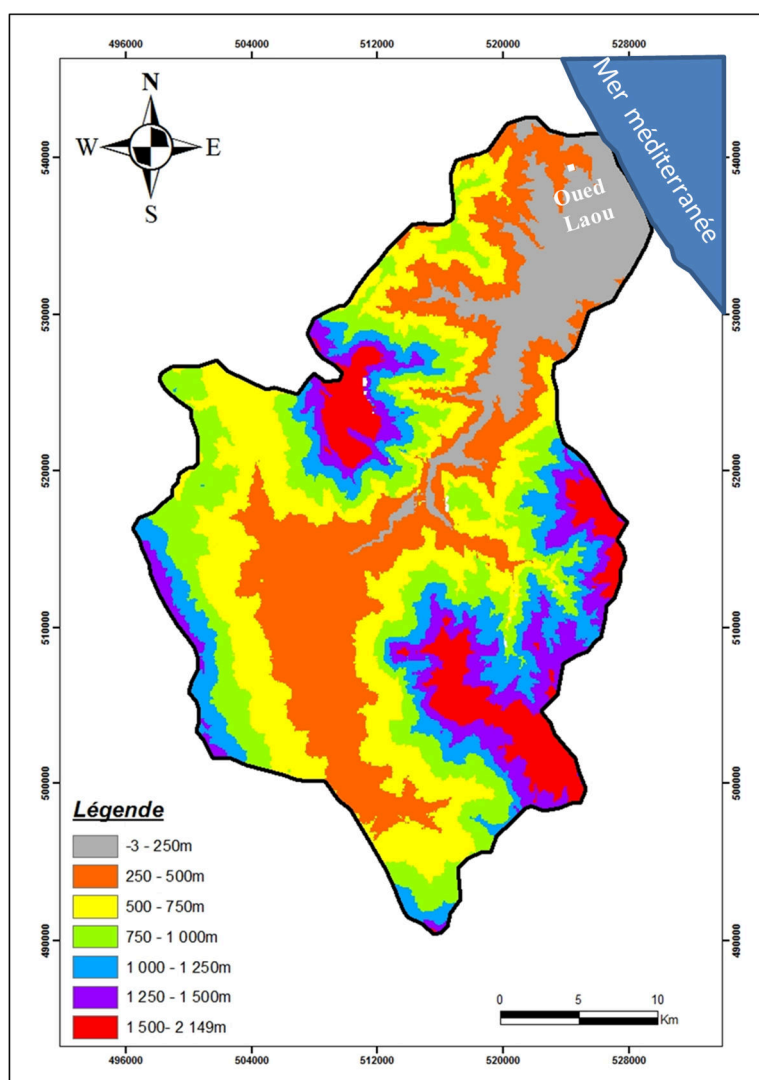


Fig. 2. Carte altimétrique du bassin versant de Oued Laou

Le climat de la zone d'étude se caractérise par deux saisons très différenciées : la première humide et fraîche, s'étend d'octobre à avril ; la seconde subhumide et chaude, commence en Mai et se prolonge jusqu'à la fin de septembre [5], Les précipitations varient en hauteur, en intensité et dans leurs distributions géographiques. La pluviosité annuelle est en moyenne de 788 mm par an. Cette pluviométrie augmente évidemment avec l'altitude ; et peut dépasser 1276 mm par an en amont du bassin à la station Bab Taza [3].

Le réseau hydrographique du domaine rifain se caractérise par un écoulement souvent pérenne et torrentiel. Le bassin versant de Oued Laou est caractérisée par un réseau hydrographique dense qui est formé par l'oued Laou qui est Le principal cours d'eau, prend naissance dans le Jbel Tissouka à 2149 m d'altitude et parcourt une distance de 70 km jusqu'à déboucher dans la Méditerranée, il a dix principaux affluents qui sont : Oued TASSIKESTE, Oued TASSEFETE, Oued ISSELMANE, Oued TALAGANINE, Oued ESSAREM, Oued TALEMBOTE, Oued KELAA, Oued MOULAY BOUCHTA, Oued RAS EL MAE et Oued MAGGO (fig.3).

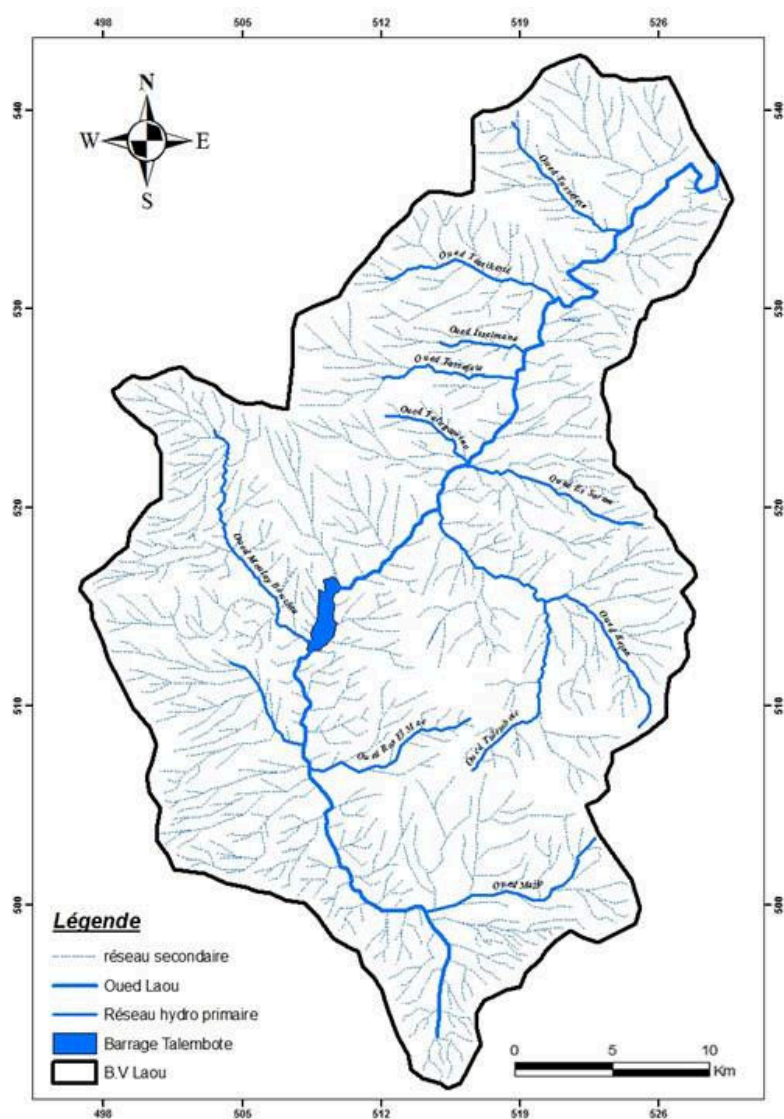


Fig. 3. Carte du Réseau hydrographique Du Bassin versant de Oued Laou

Sur le plan géologique, Les cours de la partie amont et aval de l'Oued Laou occupent une vieille vallée intra- montagneuse alors le cours supérieur draine le sillon de Chefchaouen, constituant une unité morphostructurale importante de la péninsule tingitane. Le bassin versant de Oued Laou, objet de cette étude, est composé de deux zones (fig.4) :

- Dans le bassin moyen, le trait le plus significatif est la présence d'une chaîne calcaire où prédominent les crêtes du Jbel Kelti et du Jbel Tissouka. La chaîne calcaire constitue un aquifère important dans la régulation des ressources hydriques du bassin.
- Dans le bassin supérieur et inférieur il y a prédominance de flysch; cette zone est soumise à une érosion très sévère. [6].

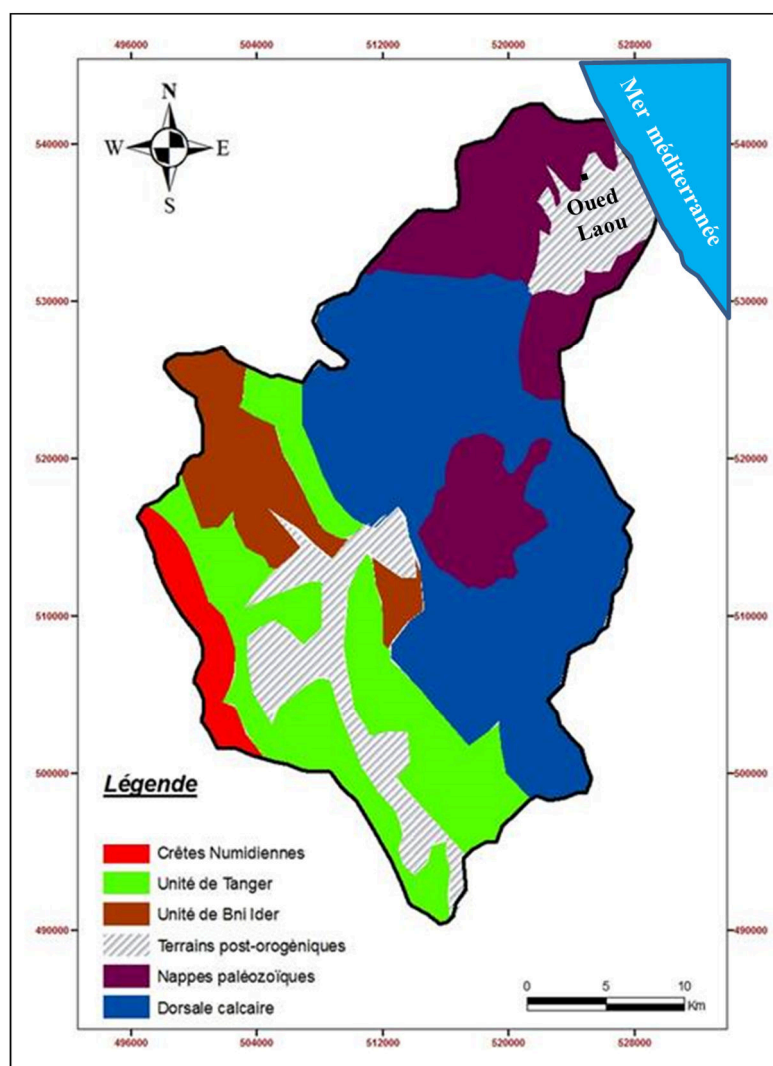


Fig. 4. Carte géologique du Bassin versant de Oued Laou

Du point de vue hydrogéologique le bassin versant de Oued Laou fait partie des bassins méditerranéens constituant la zone axiale de la chaîne du Rif. Il est drainé par l'oued Laou et ses affluents. Les affluents supérieurs se développent dans les massifs de la Dorsale Calcaire qui assurent une régularisation très partielle des eaux recueillies, ce qui n'empêche que l'oued Laou présente un régime torrentiel très prononcé. Les chutes sont importantes du fait de la proximité des montagnes par rapport à la mer.

Le cours supérieur de l'Oued Laou suit un trajet submériidien dans la région de Chefchaouen. Il est alors dominé à l'est par l'alignement des hauts sommets de la dorsale calcaire et à l'ouest par les hautes crêtes numidiennes. Les cours moyen et inférieur, sont situés sur le versant nord-rifain et ont une direction SW-NE.

La principale caractéristique du bassin réside dans le fait qu'il s'agit d'un bassin excédentaire en ressources hydriques. Ainsi, il y a une exploitation des eaux superficielles dans la production d'hydroélectricité et l'irrigation, les eaux souterraines sont utilisées pour les usages courants de la population et l'irrigation de petits périmètres en montagne.

L'analyse du comportement hydrologique du bassin versant de Oued Laou à partir de l'hydrogramme de crue, montrent que le débit de point arrive à l'exutoire du bassin à 2460,6 m³/s, et le volume d'eau ruisselé égale à 106400,2 m³10³, aussi la lame d'eau atteint 112 mm et le déficit d'écoulement égale à 58 mm. Donc la réponse hydrologique du bassin versant de Oued Laou est important et peut générer des inondations à sa partie aval (fig.5).

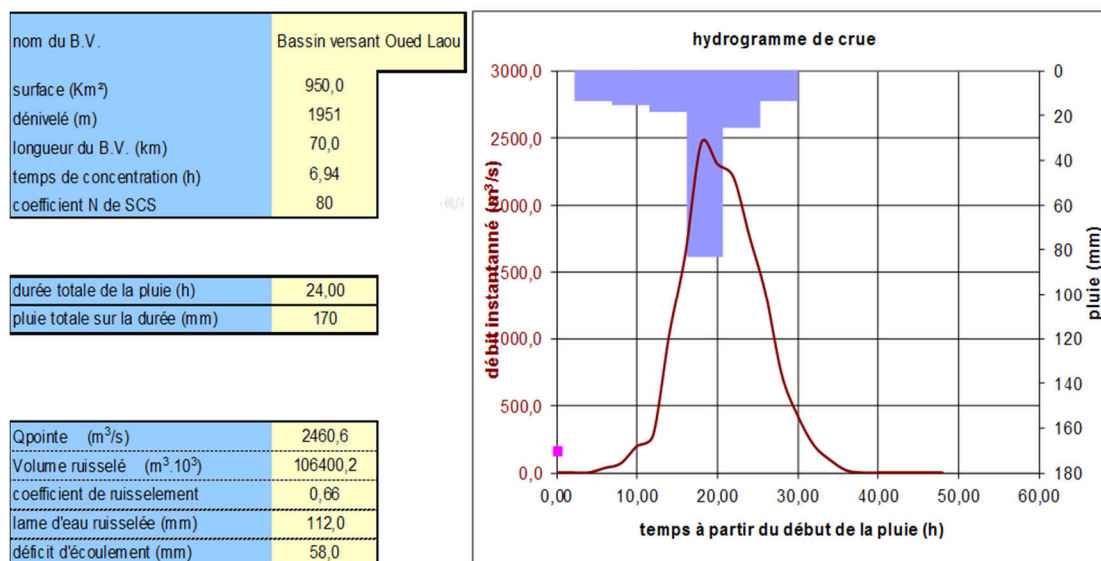


Fig. 5. Hydrogramme de crue du bassin versant de Oued Laou calculé par la méthode SCS

2.2 CADRE METHODOLOGIQUE

Le concept de risque est en soi assez complexe et il peut s'exprimer en termes semi-quantitatif (classification) ou quantitatif (monétaire). Il ne peut toutefois se définir qu'en considérant simultanément, et sur un même espace, les épisodes de crue et une utilisation sociale de cet espace qui souffre (ou tire profit) d'un surplus d'eau. Cela a amené les théoriciens de la cyndinique (science de l'étude du risque) à définir le risque comme résultant de deux facteurs réputés indépendants que sont l'aléa et la vulnérabilité. Cette approche est à peu près admise par tous aujourd'hui [7] [8]. À noter que cette décomposition du risque est une première modélisation conceptuelle de l'objet étudié, qui comporte donc sa part de simplification [9].

L'évaluation du risque d'inondation dans la plaine de Oued Laou se base sur une approche semi-quantitative dans laquelle les objets à protéger sont classés selon le degré de protection dont ils ont besoin. Cette méthode a pour but d'établir les priorités d'intervention dans les zones en déficit de protection. Les objectifs de protection sont définis en fonction de la catégorie des objets et de la période de retour du phénomène.

Dans la littérature, une autre approche très répandue s'inspire de la science économique et vise à quantifier le risque en termes monétaires (monétisation) en vue de mesurer l'opportunité des mesures d'atténuation. On parle d'une analyse coût-bénéfice qui est une méthode générique d'évaluation de politiques publiques, mettant en balance les coûts et bénéfices qu'elles impliquent [10].

2.2.1 FACTEUR ALÉA

L'aléa représente la crue en tant que phénomène physique, naturel et non maîtrisable, indépendamment de ses effets potentiels sur les activités humaines et l'environnement. L'aléa dépend du comportement hydrologique du bassin versant et du fonctionnement hydraulique du réseau hydrographique.

L'aléa se représente par une carte qui permet d'identifier les zones où les inondations sont susceptibles de se produire, de façon plus ou moins étendue et fréquente [11]. Il repose sur la combinaison des deux notions suivantes : la récurrence d'une inondation et la submersion.

La récurrence d'une inondation est liée à une période de retour de débits de crues, ce qui implique des calculs fréquentiels sur une série historique de débits ou sur une série synthétique reconstituée à partir de mesures de précipitations via un modèle hydrologique intégré. Ainsi, trois catégories de récurrence ont été distinguées sur la base de la période de retour, à savoir : une récurrence faible pour les inondations dont la période de retour se situe entre 50 et 100 ans, une récurrence moyenne pour les inondations dont la période de retour se situe entre 25 et 50 ans, et une récurrence élevée pour les inondations dont la période de retour est inférieure à 25 ans (Fig.6) [12].

La submersion d'une inondation est caractérisée principalement par son étendue et sa profondeur dans la plaine de débordement. De ce fait, on distingue trois catégories de submersion en fonction de leur profondeur : la submersion faible,

dont la profondeur est inférieure à 0,3 mètre, la submersion moyenne, dont la profondeur se situe entre 0,3 et 1,3 mètre, et la submersion élevée, dont la profondeur dépasse 1,3 mètre (Fig.6) [12].

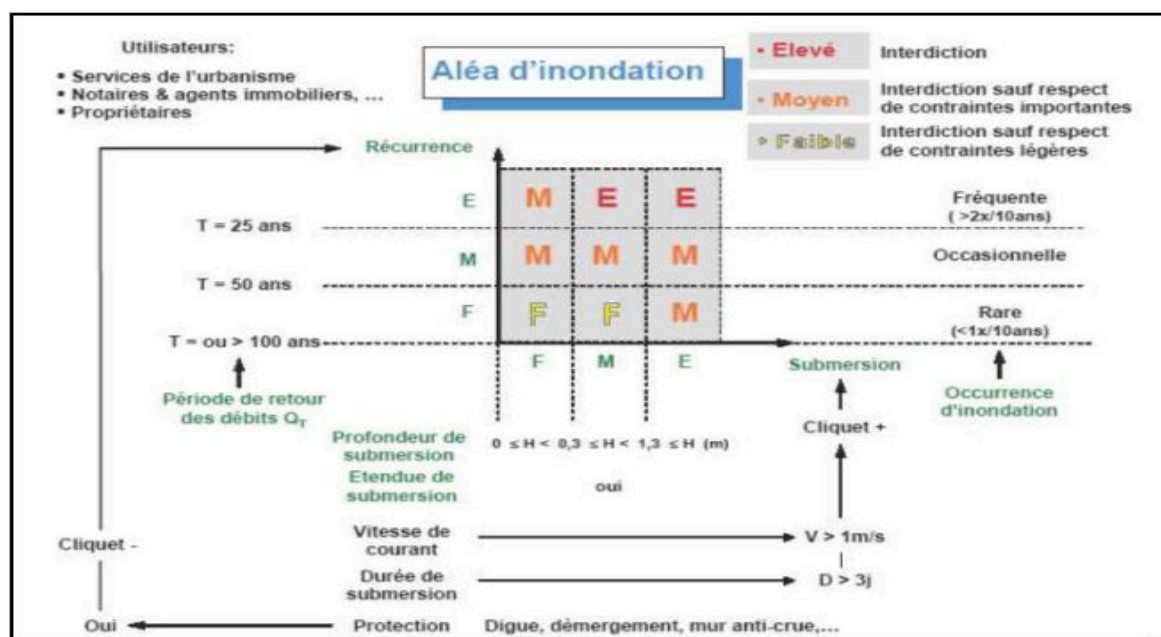


Fig. 6. Schéma de détermination de l'aléa inondation [12]

Une inondation, au sens d'aléa, est un phénomène naturel très complexe dont l'analyse nécessite des outils performants et élaborés comme les modèles hydrodynamiques par exemple dans le cadre de la gestion des inondations, la modélisation hydrodynamique est devenue un outil courant [13]. Elle vise à prédire numériquement l'évolution spatio-temporelle des caractéristiques hydrauliques d'une rivière au cours d'une crue (débit, courants, hauteur d'eau, surfaces inondées, etc.). C'est un outil offrant un grand intérêt pédagogique (création de cartes d'inondations pour sensibiliser la population), et/ou prospectif (outil d'aide à la décision : protection et prévention [14].

Au niveau de la plaine de Oued Laou, les débordements de l'oued Laou ont été cartographiés, en utilisant un modèle numérique de terrain qui représente la topographie. La modélisation Bidimensionnelle (2D) des écoulements a été réalisée par le logiciel **Iber 2.0.3** (open source).

La carte d'aléa obtenue représente l'ensemble des surfaces inondables pour la crue de récurrence centennale, hiérarchisées selon les hauteurs d'eau. Enfin, selon la combinaison des valeurs de récurrence et de submersion, les valeurs de l'aléa inondation sont définies (faibles, moyens, élevés). À titre d'exemple, dans le cas d'inondations fréquentes à forte profondeur de submersion, on obtiendra un aléa élevé et vice versa.

2.2.2 FACTEUR VULNÉRABILITÉ

La vulnérabilité est la deuxième composante du risque, Cette notion a fait jaillir un débat scientifique ardu. Certains chercheurs l'abordent à partir des conséquences potentielles pour les vies humaines et les biens (dommages directs) ; d'autres l'appréhendent en fonction des facteurs favorables aux endommagements ou influant sur la capacité de réponse des sociétés à une situation catastrophique [15].

On distingue deux approches, analytique et systématique, pour évaluer la vulnérabilité. Les approches analytiques déterminent les causes directes et indirectes d'une catastrophe. Tandis que les approches systémiques sont basées sur la modélisation explicative ou prédictive d'un système complexe [16] [17].

D'après [18] [19], la vulnérabilité exprime le degré de dommage d'un enjeu soumis à un aléa d'intensité et d'occurrence donné. Ces dommages peuvent être de plusieurs natures [20] :

- Pertes en vies humaines et effets sur la santé des personnes ;
- Dégâts matériels directs ;
- Impacts liés aux difficultés de fonctionnement, d'échange, et de communication (qualifiés d'impacts indirects).

Dans notre cas, on se base sur les critères ci-dessous pour déterminer les classes de vulnérabilité [12] :

- Vulnérabilité faible : forêt naturelle, matorral, reboisement, terrain dénudé et dunes de sable;
- Vulnérabilité moyenne : terrain de culture;
- Vulnérabilité élevée : agglomération, habitations, infrastructures économiques et de transport.

La carte de vulnérabilité a été élaborée à partir de la carte d'occupation du sol. Cette dernière est réalisée par l'interprétation des images satellites et les cartes topographiques 1/50000, et sur une étude de terrain.

2.2.3 RISQUE D'INONDATION

Le risque d'inondation est calculé par la combinaison de l'aléa inondation et la vulnérabilité. Le schéma (Fig.7) montre le degré du risque en fonction de l'aléa et la vulnérabilité.

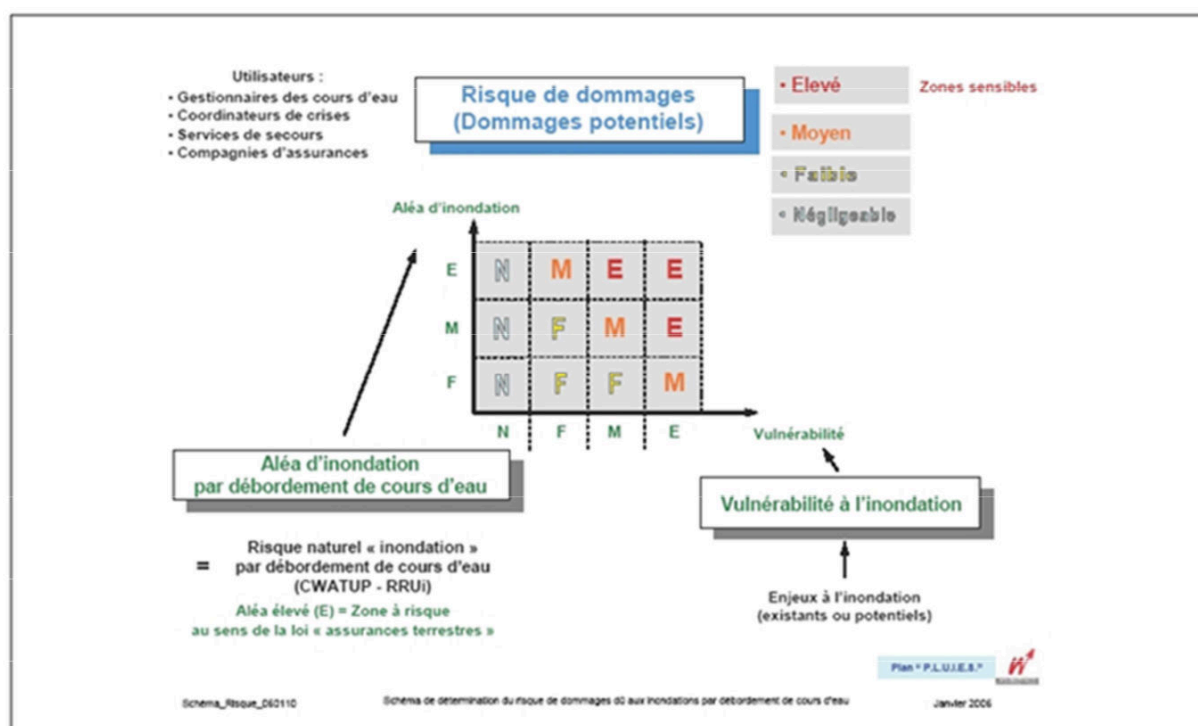


Fig. 7. Schéma de détermination du risque de dommages dû aux inondations par débordement de cours d'eau [12]

L'organigramme (Fig.8) montre les différentes étapes pour élaborer la carte du risque d'inondation de la plaine de Oued Laou.

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

La carte du risque d'inondation est obtenue par l'application de l'organigramme (Fig.8); Les résultats sont présentés en terme de trois cartes : carte de l'aléa, carte de vulnérabilité et carte de risque.

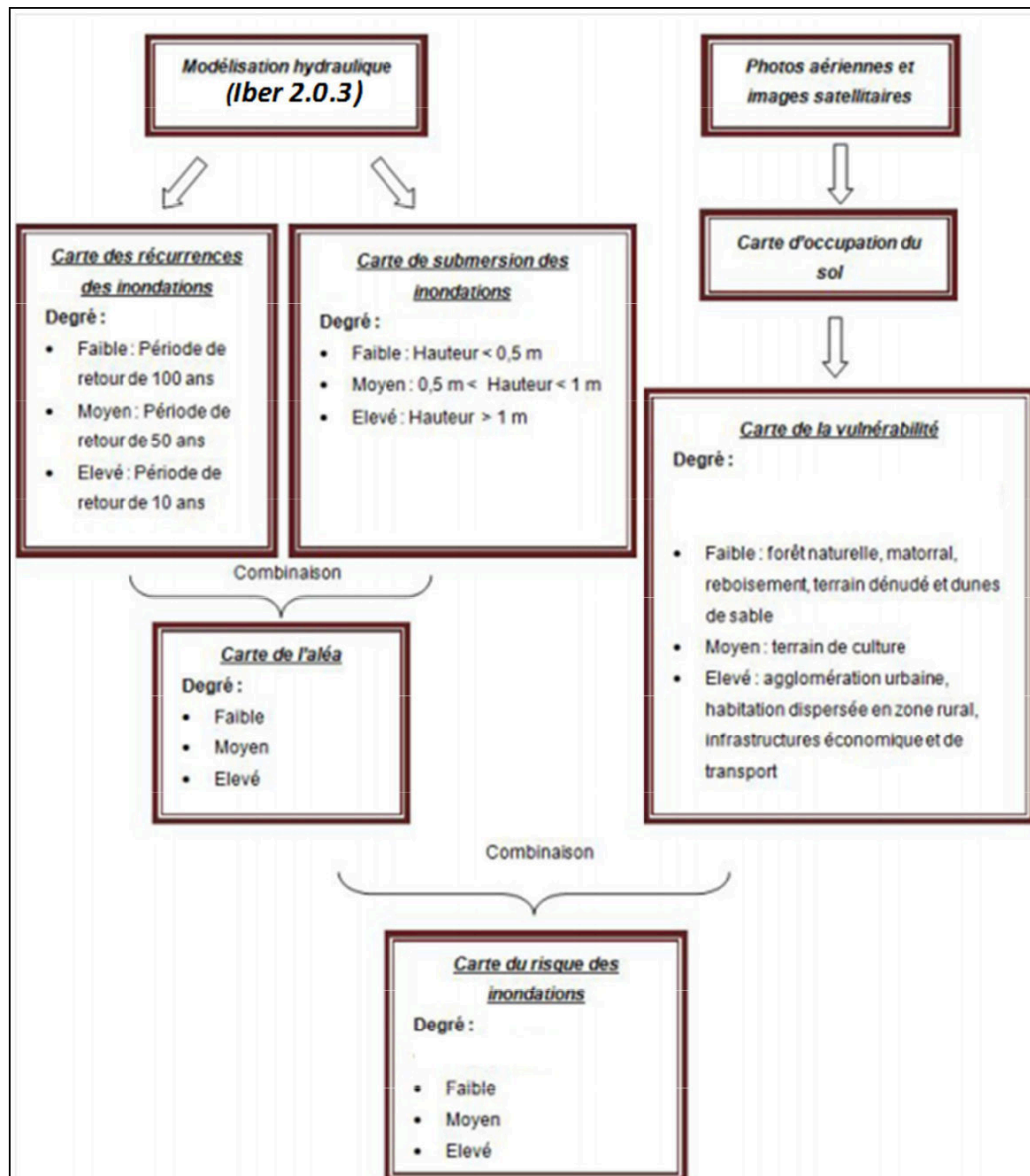


Fig. 8. Organigramme pour élaborer la carte de risque des inondations

3.1 CARTE DE L'ALEA

La carte de l'aléa d'inondation représente les zones où il existe un potentiel de submersion, même aux endroits où aucune inondation n'est historiquement connue. L'intérêt de cette carte consiste à évaluer l'ampleur des inondations à l'échelle du périmètre urbain de la ville Oued Laou, et de déterminer d'une manière générale les zones vulnérables aux inondations étant donné le manque d'observations à long terme (Fig.9).

Les résultats de la modélisation (Fig.9) montre que :

- Pour un Aléa faible avec une profondeur inférieure à 0,3 m, la superficie susceptible d'être inondé est de l'ordre 728,62 ha soit 86,46 % de la zone d'étude.
- Pour un Aléa moyen avec une profondeur entre (0,3 m - 1,3m), la superficie susceptible d'être inondé est de l'ordre 90,12 ha soit 10,69 % de la zone d'étude.
- Pour un Aléa fort avec une profondeur supérieur à 1,3 m, la superficie susceptible d'être inondé est de l'ordre 23,98 ha soit 2,85 % de la zone d'étude.

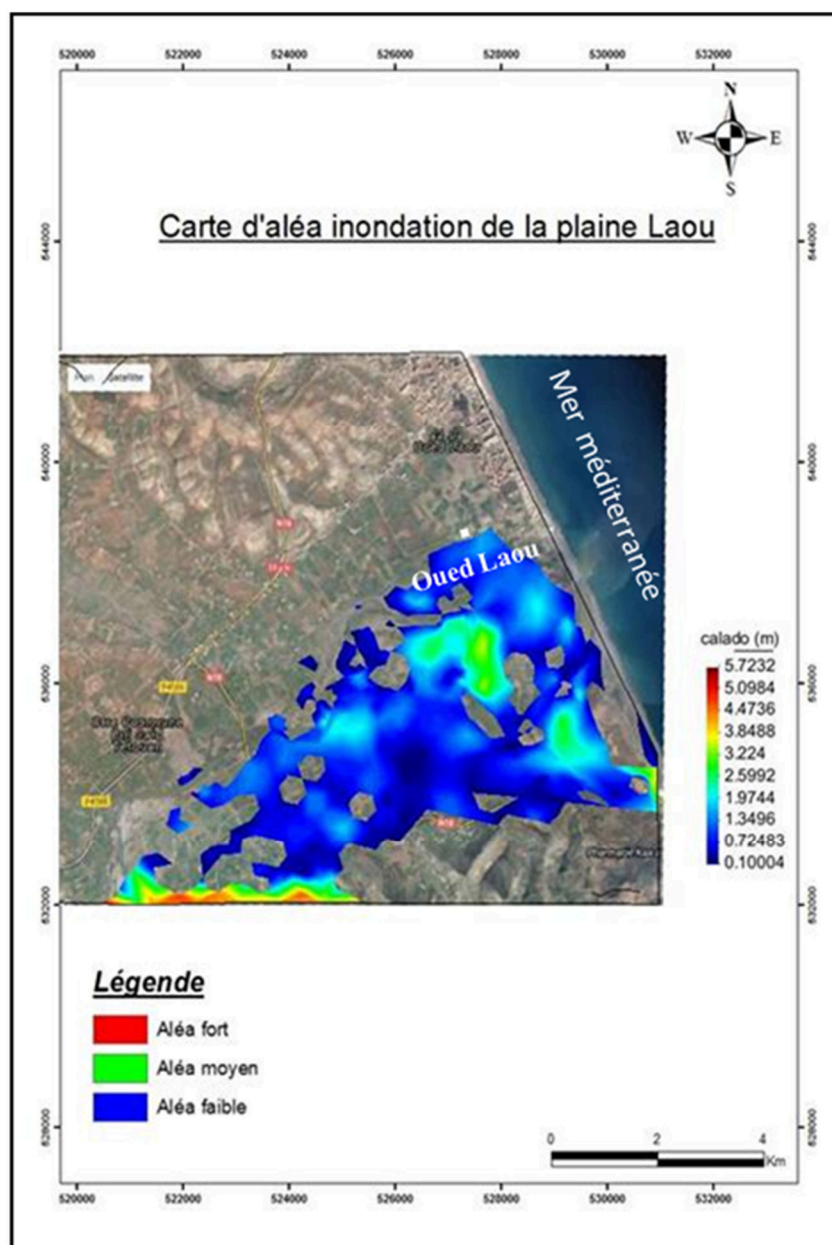


Fig. 9. Carte d'Aléa inondation de la plaine de Oued Laou

A travers ces résultats on constate que la superficie concernée par les inondations est importante. Les zones les plus touchées se situent en grande partie dans la plaine à côté de la rive gauche de l'oued Laou et dans l'exutoire du bassin versant de Oued Laou.

Ce résultat s'explique par la topographie relativement plate de la plaine, en plus de l'importance des apports d'eaux continentales de l'oued Laou, donnant naissance à de large étendue d'épandage des eaux en périodes de crues (Fig.9).

3.2 CARTE DE LA VULNERABILITE

Le périmètre urbain de la ville Oued laou est occupé par 478 ha de forêt, Les terrains agricoles constituent les principales occupations du sol avec une surface cartographiée de 1586 ha constituée essentiellement de la monoculture céréalière, de quelques cultures maraîchères de fourragères, et Légumineuses. Aussi les zones urbanisées occupent 538 ha de la zone étudié. (Fig.10)

Le facteur vulnérabilité a été réparti dans le périmètre urbain comme suite :

- Vulnérabilité faible sur une superficie de 478,3 ha, soit 18,37 % de la superficie totale du périmètre urbain.
- Vulnérabilité moyenne sur une superficie de 1586,5 ha, soit 60,94 % de la superficie totale du périmètre urbain.
- Vulnérabilité Forte sur une superficie de 538,17 ha, soit 20,69 % de la superficie totale du Périmètre urbain.

Cependant la vulnérabilité aux inondations est de plus en plus ressentie avec une urbanisation galopante qui n'a cessé de croître sur l'ensemble de la ville. Le risque d'inondation est souvent oublié par les populations et les pouvoirs publics, Les aménagements ont contribué à augmenter les enjeux de manière considérable. Si l'aléa n'est pas une notion quantifiable, les enjeux eux le sont.

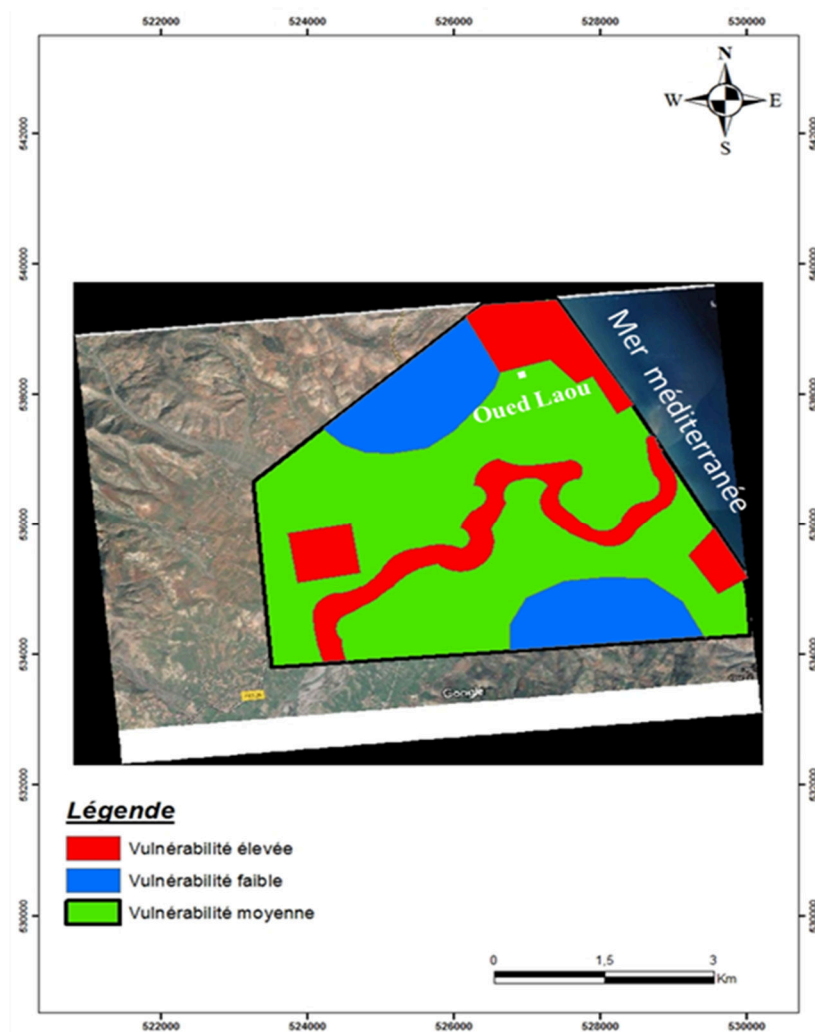


Fig. 10. Carte de vulnérabilité inondation de la plaine de Oued Laou

3.3 CARTE DU RISQUE

La carte du risque à l'inondation de notre zone d'étude, présente trois zones dont le risque varie de faible au fort (Fig.11). Les quartiers les plus vulnérables, sont les quartiers qui se situent sur le trajet d'oued Laou, nous avons déterminé, les zones à risque de la plaine de Oued Laou comme suite :

3.3.1 LES ZONES À RISQUE FORT

- La rocade méditerranéenne RN 16 au niveau du pont à l'EST de la zone d'étude avec une hauteur d'eau maximale de (1 -1.3 m).
- Avenue al massira avec une hauteur d'eau maximale de 1 à 1,3 m.
- Lotissement Chikhi avec une hauteur d'eau maximale de 1 à 1,3 m.

- Rentals de oued laou avec une hauteur d'eau maximale de 1 à 1,3 m.
- Lotissement al jawhara avec une hauteur d'eau maximale de 1 à 1,3 m.
- Plage d'oued Laou 2 avec une hauteur d'eau maximale de 1 à 1,3 m.
- Station de gaz Total avec une hauteur d'eau maximale de 1 à 1,25 m.

3.3.2 LES ZONES À RISQUE MOYEN

- Station gaz petromin avec une hauteur d'eau maximale de 0,4 à 1m.
- La rocade méditerranéenne RN 16 au Sud de la zone d'étude avec une hauteur d'eau maximale de 0,4 à 1m.

3.3.3 LES ZONES À RISQUE FAIBLE

- La plaine agricole d'Oued laou avec une hauteur d'eau maximale de 0,1 à 0,3 m.

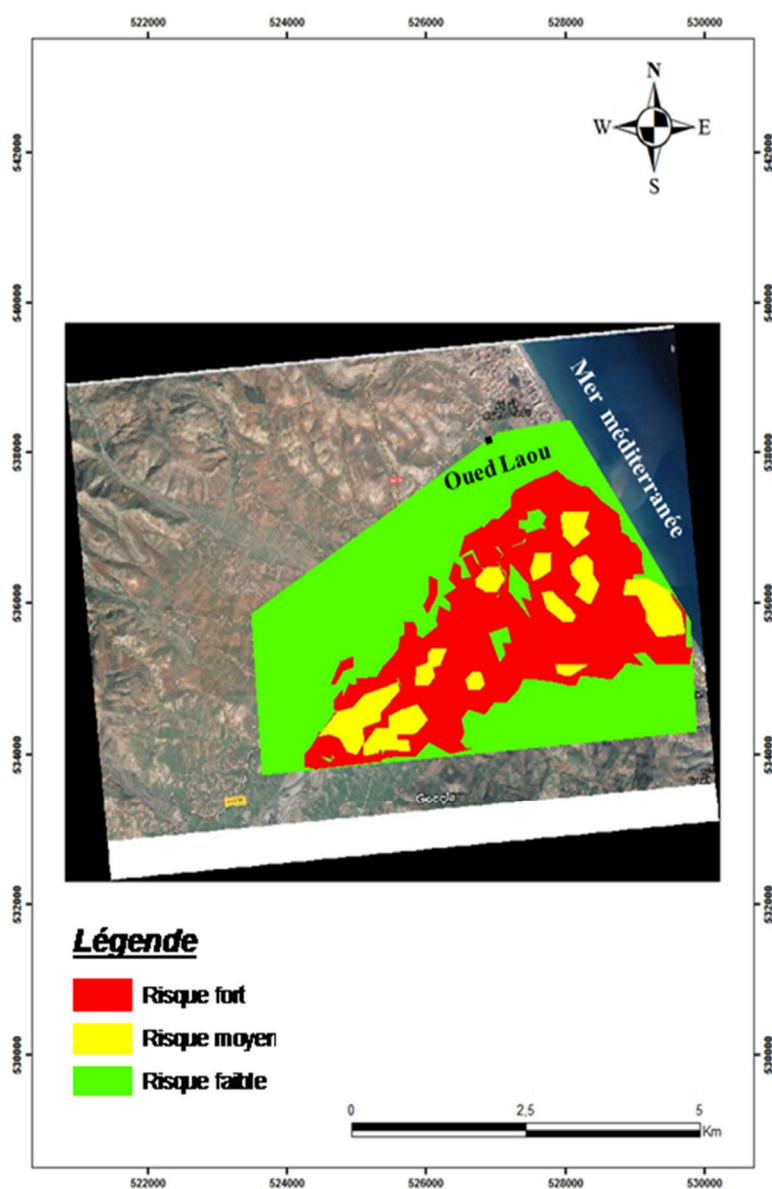


Fig. 11. Carte de risque inondation de la plaine de Oued Laou

En générale, la forte urbanisation de ces zones et l'incompétence de réseau d'assainissement et l'existence des constructions et des dépôts solides dans les lits de ces cours d'eau et dans les bassins de rétention et le Colmatage des ouvrages

de restitution et aussi la condamnation de la connexion des bassins de rétention au réseau d'assainissement, sont les facteurs majeurs de l'inondation.

Dans ce contexte, la gestion du risque d'inondation doit, en conséquence, être conjointement établie en prenant en considération l'aléa et la vulnérabilité. Elle doit répondre à deux objectifs principaux, à savoir : la limitation de l'implantation des bâtiments et des personnes dans les zones fortement exposées et la protection de l'existant. De même, dans la gestion du risque d'inondation, il est possible de distinguer deux aspects complémentaires qui se différencient par le niveau d'urgence des moyens à mettre en œuvre. D'une part, la prévention et le retour d'expérience qui interviennent hors contexte de crise et d'autre part, la prévision et la gestion de crise qui interviennent en situation de crue.

Afin de remédier à cette situation, l'amélioration de la prévision et de la prévention des inondations demeure une démarche incontournable. Une meilleure information des populations exposées et la diminution de la vulnérabilité des biens situés dans les zones inondables sont à privilégier. Cependant, si l'État et les communes ont des responsabilités dans ce domaine, chaque citoyen doit aussi contribuer à se protéger efficacement et diminuer sa propre vulnérabilité. De plus, la protection contre les inondations constitue un axe majeur. Il s'agit de généraliser les systèmes d'annonce des crues de manière à répondre aux besoins grandissants en matière de prévisions hydrométéorologiques et de prévention des situations de risques, d'apporter des corrections à des situations héritées du passé ayant permis l'implantation dans des zones à haut risque et d'intégrer le risque d'inondation dans les plans d'aménagement.

4 CONCLUSION

Le contexte géologique des terrains du bassin versant de Oued Laou donne Deux zones s'y distinguent : d'une part la partie amont du bassin versant a présence d'une chaîne calcaire où prédominent les crêtes du Jbel Kelti et du Jbel Tissouka. D'autre part, la partie aval du bassin a prédominance des flyschs à matériel marneux ou marno-schisteux (Imperméable), correspond à une zone d'inondation.

La géomorphologie, qui caractérise la zone d'étude, est très favorable à la genèse des inondations. Il s'agit des zones surélevées atteints 2149 m à l'extrême Est et sud Est du bassin, avec des pentes importantes et un relief très accidenté sillonné par des sous bassins versants, situés en amont et d'une zone plane en aval, et imperméabilisé par l'envahissement urbain. C'est la situation parfaite de genèse des inondations, surtout lorsqu'on additionne un climat très contraste caractérisé par des pluies torrentielles d'intensité importante.

L'étude Hydrologique du bassin versant de Oued Laou, montre que ce bassin se caractérise par un régime hydraulique torrentiel marqué par de temps de concentration remarquable. et d'un débit de pointe arrive à $Q=2460 \text{ m}^3/\text{s}$ en zone aval du bassin, de telles vitesses de concentration des eaux pluviales constituent un véritable risque face aux citoyens des zones situées au front de l'exutoire du bassin versant.

Les facteurs anthropiques constituent des facteurs aggravants et ont un rôle fondamental dans la formation et l'augmentation des débits des cours d'eau. De nombreuses agglomérations et infrastructures dans la plaine de oued laou se sont développées à proximité du lit majeur de l'oued Laou, L'ensemble de ces changements de superficies est caractérisé par une dynamique générale de conversion et dégradation des espaces forestiers et de la végétation naturelle (matorrals clairs et matorrals denses). Cette dynamique générale de régression de la végétation naturelle s'accompagne d'une expansion accélérée des urbanisations et des superficies agricoles surtout le bour. Ceci rend les citoyens face à un véritable risque.

Les résultats de cette cartographie sont schématisés d'une manière simple permettant ainsi aux différents acteurs, dans un cadre de gestion du risque inondation, de les utiliser pour décider (c'est un outil d'aide à la décision).

REMERCIEMENTS

Nos remerciements à l'agence du bassin hydraulique loukkous de nous avoir facilité certains donnés.

REFERENCES

- [1] SIMONA N. et L.CEDRIC (2007). Gestion durable des zones inondables dans le Delta du Danube (Roumanie). Dans : 1res Journées Scientifiques Inter-Réseaux de l'AUF, Gestion Intégrée des Eaux et des Sols. Ressources, Aménagements et Risques en Milieux Ruraux et Urbains, 6- 9 novembre 2007, Hanoi, Vietnam, 10 p.
- [2] DUCROCQ V. (2006). Crues rapides dans le midi de la France. *Pour la Sci.*, 51, 82-85.
- [3] ABHL. (2006). Les ressources en eau au niveau de la zone d'action de l'Agence du Bassin hydraulique du Loukkous Tétouan : Etat des lieux, perspectives de leur développement et leur sauvegarde. Novembre 2006.
- [4] NICHOLLS R.J., S. HANSON, C. HERWEIJER, NPATMORE, S. HALLEGATTE, J. CORFEE-MORLOT, J. CHATEAU et R. MUIR-WOOD (2008). Ranking port cities with high exposure and vulnerability to climate extremes: Exposure estimates. OECD Environ. Working Papers, 1, OECD Publishing, 62 p.
- [5] KARROUK M.S. (1990). Aperçu sur les mécanismes climatiques rifains. *Le Rif, l'espace et l'homme. Rev. Fac. Lettres, Tétouan*, 4, 11-36.
- [6] EL GHARBAOUI A. (1981). La terre et l'homme dans la péninsule tangitaine. Étude de l'homme et le milieu naturel dans le Rif occidental. *Trav. Inst. Sci. Rabat*, 15, 439 p.
- [7] GENDREAU N. et O.GILARD (1997). Structural and non-structural measures implementation: choice's arguments provided by Inondabilité method, Ribamod Concerted Action. Dans : Proceedings of the First Workshop, European Commission, EUR 18019 EN, 241-250.
- [9] MOLIN-VALDES H. (1994). Th international decade for natural disaster reduction and the link with agenda 21. *Ecodecision*, 12, 42-45.
- [10] GILARD O. et P. GIVONE (1997). Flood risk management: New concepts and methods for objective negotiations Dans : Destructive Water: Water Caused Natural Disasters, their Abatement and Control. Proceedings of the Conference held at Anaheim, California, June 1996. IAHS Publ N° 239, pp. 145, 155.
- [11] GRELOT F., J.S. BAILLY, C. BLANC, K. ERDLLENBRUCH, P. MERIAUX, N. SAINT GEOURS et R.TOURMENT (2008). Sensibilité d'une analyse coût-bénéfice : Enseignements pour l'évaluation des projets d'atténuation des inondations. *Ingénieries EAT, Hors Série Spécial Inondations, France*, 95-108.
- [12] CHASTAN B., O.GILARD, P. GIVONE et G.OBERLIN (1995). La prise en compte du risque d'inondation, *Ingénieries-EAT*, 2, 13-20.
- [13] Le plan "P.L.U.I.E.S." est une initiative du Gouvernement de la Région wallonne Conception et réalisation ir F. Lambot (DGRNE), ir P. Dewil (DGVH) Crédit photographique : MET, MRW, FUSAGx, D.Soltner.
- [14] HORRITT M.S. et P.D. BATES (2002). Evaluation of 1D and 2D numerical models for predicting river flod inundation. *J. Hydrol.*, 268, 87-99.
- [15] KREIS N. (2004). Modélisation des crues des rivières de moyenne montagne pour la gestion intégrée du risque inondation : Application à la vallée de Thr (Haut-Rhin). Thèse de Doctorat, spécialité Science de l'eau, ENGREF, CEVH/ ENGEEES, France, 268 p.
- [16] D'ERCOLE R. (1994). Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés : concepts, typologie, modes d'analyse *Rev. Geogr. Alp.*, 4, 87-96.
- [17] BARROCA B. et G. HUBERT (2008). Urbaniser les zones inondables, est-ce concevable? Développement durable et territoires, Dossier 11 : Catastrophes et Territoires, 17 p.
- [18] LEONE F. (2007). L'évaluation des vulnérabilités : diversité des approches chez les géographes français. Dans : Colloque CNFG « Évolution de la Recherche sur le Risque en Géographie », Nanterre, France.
- [19] ANCEY C. (2005). Une introduction à la dynamique des avalanches et des écoulements torrentiels. Cours, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse, 103 p.
- [20] HOSTACHE R. (2006). Analyse d'images satellitaires d'inondations pour la caractérisation tridimensionnelle de l'aléa et l'aide à la modélisation hydraulique. Thèse de Doctorat, spécialité Sciences de l'eau, UMR Territoires, Environnement, Télédétection et Information Spatiale, Cemagref/ENGREF/CIRAD, Montpellier, France, 197 p.
- [21] TORTEROTOT J.P. (1993). Le coût des dommages dus aux inondations : Estimation et analyse des incertitudes Thèse de Doctorat, spécialité Sciences et Techniques de l'Environnement, École Nationale des Ponts et Chaussées, Paris, France, 284 p.

Majorité présidentielle et gouvernance en République Démocratique du Congo

[Presidential majority and governance in the Democratic Republic of the Congo]

MWEMBU DIBWE Ken Anastase, KAZADI KALONJI Gloire, SHABANI MORISHO Daouda, and MWAMBA MWAMBA Cléophas

Département des Sciences Politiques et Administratives, Faculté des Sciences Sociales, Politiques et Administratives,
Université de Lubumbashi, B.P 1825, Lubumbashi, RD Congo

Copyright © 2020 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: In this study, Presidential Majority and Governance in the DRC, it has been demonstrated how the presidential majority is a confused alliance from the doctrinal, ideological and even natural point of view, a reality which led it to the adoption of the division of power as a mode of governance, This mode is certainly attested throughout both the national and provincial government that the presidential majority had to carry out in the same way as the government GIZENGA, MUZITO, MATATA. Thus, only a political alliance does not result in the emergence of good governance perceptible by the ability to listen to and respond to the governed, political stability and the absence of violence, efficiency of government, quality of regulation, rule of law.

KEYWORDS: Political Alliance, Political Coalition, Political Party, Political Accord, Democracy, Electoral process.

RESUME: Dans la présente étude, Majorité Présidentielle et gouvernance en RDC, il a été démontré comment la majorité présidentielle est une alliance confuse du point de vue doctrinaire, idéologique et même naturel, une réalité qui du reste l'a conduit à l'adoption de la parcellisation du pouvoir comme mode de gouvernance, ledit mode est certes attesté dans tout le gouvernement tant national que provincial que la majorité présidentielle a eu à réaliser à l'instar du gouvernement GIZENGA, MUZITO, MATATA. Ainsi n'advienne qu'une alliance politique n'aboutissant pas à l'émergence de la bonne gouvernance perceptible par la capacité d'écouter et de répondre les gouvernés, la stabilité politique et l'absence de la violence, l'efficacité des pouvoirs publics, la qualité de la réglementation, l'État de droit, la maîtrise de la corruption, n'est qu'un culte d'opportunité où les acteurs jouent un franc jeu d'enrichissement.

MOTS-CLEFS: Alliance politique, Coalition politique, Parti politique, Accord politique, Démocratie, Processus électoral.

1 INTRODUCTION

Dans tout Etat, l'espace politique représente fondamentalement un univers d'alliances politiques positives ou négatives à travers lesquelles, les acteurs tendent soit à se neutraliser mutuellement, soit à s'unir en vue d'une action commune. En 2006, 2011 et 2018 la tenue des élections générales, législatives et présidentielles ont donné lieu en RDC à la formation des alliances et des coalitions des partis politiques autour particulièrement des candidats Joseph Kabila et Jean Pierre Bemba (2006), entre Joseph Kabila et Etienne Tshisekedi (2011) et, entre Martin FAYULU, Felix TSHISEDI et Emmanuel RAMAZANI (principaux candidats aux élections de 2018).

Les raisons à la base de la pratique de ces deux premières élections n'auront pas été celles relatives aux objectifs de consolidation de la démocratie¹, de la gouvernabilité de l'état ou de la cohésion nationale. Seule la volonté de réunir le plus grand nombre de suffrages et de conquérir le pouvoir présidentiel aura été la véritable motivation. La conséquence n'est autre que la paralysie de la démocratie parlementaire d'une part et la fragilisation de la cohésion nationale de l'autre caractérisé par la parcellisation du pouvoir politique à tous les niveaux du pays. Les alliances et les coalitions dans ce cas n'ont pas été un facteur du développement institutionnel, du parlementarisme congolais. La pratique congolaise constituerait en soi un faux modèle qui n'invalide cependant pas les théories des alliances et coalitions mais exige des améliorations pour une véritable gouvernance démocratique.

La Majorité Présidentielle pour ce cas sous étude, est une alliance politique qui s'est constituée circonstanciellement autour de son initiateur Joseph KABLA KABANGE lors du deuxième tour de l'élection présidentielle de 2006. Lors de sa genèse elle fut connue sous le nom de Alliance de la majorité présidentielle que l'on changera en 2008 suite à une réforme réalisée aboutissant à l'adoption d'un nouveau statut avec une nouvelle dénomination Majorité Présidentielle (MP) en sigle.

A cet effet lors de sa formation, elle s'est déclarée ouverte à toute personnalité politique, tout parti politique, toute association politique animant la scène politique congolaise dans le but d'accompagner son autorité morale ou triomphe présidentielle. Ceci ressort d'une déclaration de KOYAGIALO².

Ainsi, l'acquisition du pouvoir n'est pas une fin en soi d'une formation politique, c'est plutôt la matérialisation d'un programme d'action incarné dans un projet de société qui, du reste, est orienté par l'idéologie de la formation. Cette finalité n'est perceptible que dans un mécanisme de gouvernance, ce dernier se comprend comme un rapport qui se moue entre gouvernés et gouvernant, c'est donc par la gouvernance que le succès ou l'échec d'un régime s'assume.

Cependant, une observation analytique sur la composition ou la constitution de la Majorité Présidentielle montre que toutes les tendances y sont représentées, puisqu'elle réunit en son sein, les partis politiques ayant des idéologies, des doctrines et même des natures différentes. Cela est vérifiable lorsqu'on voit les partis fédéralistes comme l'Union Nationale des Fédéralistes du Congo (UNAFEC) s'allier aux unitaristes comme le Parti Lumumbiste Unifié (PALU) d'une part, et les partis à doctrine Socialiste comme le Parti du Peuple pour la Reconstruction et la Démocratie (PPRD) s'allier au parti à doctrine libérale, comme le Centre Liberal et Patriotique (CLP) d'autre part.

Par ailleurs, la symbiose de plusieurs partis ayant chacun sa nature, son idéologie et sa doctrine propre, oriente notre réflexion scientifique sur la problématique de la gouvernance en République Démocratique du Congo.

Partant des réalités décriées ci-dessus par rapports aux élections de 2006 et 2011, au menu des interrogations qu'elle suscite dans l'opinion publique congolaise, une question majeure taraude les esprits, celle de savoir comment la majorité présidentielle, au-delà de sa divergence d'ordre idéologique, doctrinal et même naturelle des partis membres, a-t-elle promu la gouvernance en République Démocratique du Congo ?

A la lumière de ce qui précède, notre réflexion va s'articuler autour de trois points. Il sera donc question de traiter des points ci-après :

- Cadre légal des alliances et coalitions politique en République Démocratique du Congo
- Etat des lieux des alliances et coalitions politiques en RDC
- Organisation et fonctionnement de la Majorité Présidentielle.
- Majorité Présidentielle et Promotion de la gouvernance en République Démocratique du Congo.

¹ En RDC où l'on compte plus de 550 partis politiques, une classification homogène relève quasiment de l'impossible, pour la simple raison que la dimension idéologique de ces partis ne se limite très souvent qu'à leurs dénominations, les leaders tout comme les membres n'ayant souvent ni conscience ni connaissance des valeurs essentielles du courant embrassé par leur formation politique. Cette vérité se traduit dans les faits par la transhumance politique autant que par les alliances qui se tissent très souvent sur base de simples calculs de positionnement, faisant fi des incompatibilités idéologiques. Une cohabitation issue d'une majorité parlementaire homogène est donc impensable dans le contexte actuel de la vie politique au Congo.

² KOYAGIALO, déclaration tirée dans une émission de la radio Okapi : Dialogue entre Congolais du 18 juillet 2008.

2 CADRE LEGAL DES ALLIANCES ET COALITIONS POLITIQUES EN REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO

Les lois congolaises, dont la Constitution du 18 février 2011, s'appliquent aussi aux partis politiques. La loi fondamentale qui consacre le principe de la gouvernance politique, organise les compétitions électorales entre les partis et crée, de ce fait, un espace politique concurrentiel des partis politiques qui peuvent à tout moment recourir aux alliances et coalitions aux fins de conquête ou d'exercice du pouvoir.

En RDC, comme dans tout état à régime multipartiste, les alliances et coalitions politiques sont de deux ordres : les alliances électorales et les alliances gouvernementales. Les premières se constituent dans la perspective de la compétition politique à travers les urnes et les secondes supposent une synergie autour d'un programme commun de gouvernement. Leur constitution ou formation soulève le problème de leur base juridique ; celle-ci devrait éclairer leur fonctionnement.

2.1 LES TEXTES JURIDIQUES DE RÉFÉRENCE EN MATIÈRE D'ALLIANCES ET COALITIONS POLITIQUES EN RDC

Les alliances et coalitions sont, en théorie et en pratique, des procédés stratégiques imaginés par les partis politiques soit pour conquérir le pouvoir, soit pour l'exercer. La loi et les règlements dans ce cas déterminent les conditions de l'exercice des libertés des acteurs et des structures en la matière. Ce sont eux qui fixent les conditions et critères de formation des alliances et des coalitions politiques.

Il s'agit principalement de :

- La Constitution de la République ;
- La loi sur les partis politiques ; et
- La loi électorale ainsi que des règlements de l'Assemblée nationale et de différentes assemblées provinciales.

2.1.1 LA CONSTITUTION DU 18 FÉVRIER 2006

La Constitution du 18 février 2006 fixe les principes de base du fonctionnement du système politique congolais dans son ensemble en mettant un accent particulier sur les acteurs qui doivent animer le système politique. Ce sont les articles 5, 6, 7 et 8 qui plantent le décor de la vie politique démocratique en RDC (souveraineté du peuple, régime de l'électorat, le multipartisme politique, la liberté d'expression et la concurrence politique, la pénalisation du monopartisme ainsi que la sacralité de l'existence et du fonctionnement de l'opposition).

2.1.2 LA LOI SUR LES PARTIS POLITIQUES

La loi sur les partis politiques est une loi organique voulue par l'article 6 de la Constitution de la République qui dispose que « *les partis politiques concourent à l'expression du suffrage, au renforcement de la conscience nationale et à l'éducation civique. Ils se forment et exercent librement leurs activités dans le respect de la loi, de l'ordre public et des bonnes mœurs.* » Il s'agit notamment de la loi n° 04/002 du 15 mars 2004 portant organisation et fonctionnement des partis politiques.

Cette loi ne s'applique qu'aux partis politiques et laisse de côté les regroupements politiques que ceux-ci créent ou auxquels ils consentent d'adhérer librement. Le législateur a délibérément exclu les regroupements politiques du champ d'application de ladite loi. En effet, ces regroupements sont, en réalité, des associations ou des coalitions momentanées formées au gré de la conjoncture politique, parfois sur base d'un simple protocole d'accord. Leur vie est, par essence, des plus précaires et, il ne convient pas, par conséquent, de les assujettir à un formalisme excessif et rigide au risque de les vider de leur pertinence³.

Dans l'esprit de cette loi, les alliances et coalitions politiques considérées plutôt comme des simples mécanismes, stratégies, que comme des structures ou organisations à part entière. La législation s'applique au producteur plutôt qu'aux produits du fait de la contingence dans le positionnement des partis politiques. C'est-à-dire, que le législateur a voulu laisser aux partis politiques une marge de manœuvre beaucoup plus grande dans la prise d'initiatives et le choix des familles politiques auxquelles ils veulent appartenir au gré des événements. En d'autres termes, la loi n'érige pas l'alliance ou la coalition en

³ Exposé des motifs de loi n° 04/002 du 15 mars 2004 portant organisation et fonctionnement des partis politiques.

directive politique laissant ainsi aux partis de rempiler, de mobiliser et de tout attraper si possible. Car c'est seulement lorsqu'ils ne le peuvent pas qu'ils peuvent y recourir.

2.1.3 LA LOI ÉLECTORALE

Contrairement à la loi n° 04/002 du 15 mars 2004 portant organisation et fonctionnement des partis politiques, la loi électorale de 2006 et 2011 considère cependant le regroupement politique comme une entité autonome dans le contexte strict des élections. Les articles 12, 13 et 14 sont clairs à ce sujet.

Le candidat se présente, hormis pour les scrutins uninominaux, soit individuellement pour le candidat indépendant ; soit sur la liste d'un parti politique ou d'un regroupement politique de la circonscription électorale qu'il a indiquée dans sa déclaration de candidature.

ART 12

Aux termes de cette loi, on entend par liste, un document établi par les partis politiques ou regroupements politiques comportant plusieurs noms de candidats ...

ART 13

La même loi définit le regroupement politique comme étant une association créée par les partis politiques légalement constitués en vue de conquérir et d'exercer le pouvoir par voie démocratique. La commission électorale indépendante ainsi que l'autorité administrative en sont immédiatement informés.

Le principe de l'information comme base de l'existence et de la reconnaissance des regroupements politiques ne semble répondre qu'à une nécessité protocolaire, s'est-il-dire, d'identification de ces entités dérivées sur les listes électorales. Ainsi entendu, la loi électorale n'énervé nullement celle portant organisation et fonctionnement des partis politiques.

2.1.4 LES DISPOSITIONS RÉGLEMENTAIRES

Les dispositions réglementaires sont prises dans le cadre des institutions politiques nées des urnes. Les regroupements prennent dans le cadre du jeu institutionnel, une connotation différente devenant ainsi des organes au sein des assemblées nationales, provinciales et locales. C'est le « mécanisme de groupes politiques ou parlementaires » [1]

La compréhension et les missions de ces groupes sont les mêmes dans ces différentes assemblées, mais, leur taille varie d'une institution à une autre. Il s'agit, en effet, d'un regroupement ou d'une association des élus constitué sur base des affinités ou d'opinions politiques durant la législature en vue de défendre des intérêts qu'ils jugent nécessaires, interdiction faite, des intérêts particuliers, professionnels, locaux, claniques, tribaux ou ethniques, ou de tout autres contraires à la Constitution, aux lois de la République, à l'ordre public et aux bonnes mœurs.

Tout élu d'un parti politique est membre du groupe politique auquel appartient ce parti. Il ne peut faire partie que d'un seul groupe. Ceux qui n'appartiennent à aucun groupe peuvent s'apparenter à un groupe de leur choix, avec l'agrément du bureau de ce groupe⁴.

En définitive, les alliances et les coalitions non institutionnelles ne font pas l'objet d'une codification particulière en République démocratique du Congo. Ces structures conjoncturelles, informelles, sont considérées davantage comme des moyens politiques plutôt que comme des acteurs à part entière du jeu politique. Elles constituent, en effet, l'expression matérielle du libéralisme politique souhaité par les participants au dialogue inter congolais et consacré dans la constitution du 18 février 2006.

⁴ Règlements intérieurs de l'Assemblée nationale juillet 2012 et du Sénat 2006

3 ETAT DES LIEUX DES ALLIANCES ET COALITIONS POLITIQUES EN RDC

Le jeu d'alliances et de coalitions est réellement une constituante de l'histoire politique de la RDC du fait du multipartisme, même si pendant des longues périodes, le pays a vécu sous la coupe d'un régime monolithique, qui avait freiné l'élan démocratique dans le pays. Car, à chaque fois que les circonstances ont permis l'organisation des scrutins, les alliances entre partis politiques se sont avérées indispensables voire indépassables. Il est devenu un lieu commun dans le contexte politique congolais qu'aucune formation politique, quelle que soit sa taille ou ses ressources ne pourrait envisager de se présenter seule ou de faire cavalier seul, lors des échéances électorales ; c'est-à-dire, de briguer en solitaire la conquête du pouvoir. La scène politique congolaise est tellement mouvante que la mobilité des acteurs politiques fait souvent bouger les lignes. Les partis politiques congolais seraient confrontés à un mal de croissance qui les prive de compétitivité d'une part, et de l'autre, le défaut de culture politique et surtout de programmes politiques affaiblit les arguments de compétitivité et d'adhésion. On assiste en RDC à une recomposition politique permanente et continue ; on va de mouvance en mouvance, à gauche comme à droite [1]. Depuis 1960, tous les gouvernements qui se sont succédé de façon démocratique ou non ont été et restent des gouvernements d'alliances ou de coalitions⁵ répartis en cinq périodes principales [1].

3.1 DE 1960 À 1965

Le jeune Etat congolais est né dans un contexte politique polarisé mettant aux prises les séparatistes constitués fondamentalement des fédéralistes et des unionistes qui étaient essentiellement unitaristes. Les alliances entre partis politiques tournaient essentiellement autour de la nature de l'Etat congolais (unitaire ou fédéral) doublé d'un sentiment ethnique.

Les élections de mai 1960 ont donné lieu à des alliances étonnantes ; au Katanga, la Balubakat (association des Baluba du Katanga) s'était d'abord allié à la Convention Nationale du Katanga (Conakat), puis à l'idée d'un Congo uni à cause de l'exclusivité ethnique et des accointances européennes de cette dernière.

Au Kasai, l'Union Nationale Congolaise, parti des Lulua, fut dans une alliance avec le Mouvement National Congolais/Lumumba (MNC/L) une protection contre la dominance du Mouvement National Congolais/Kalonji (MNC/K) et son caractère tribal luba. A Léopoldville, c'est la rivalité du Parti Solidaire Africain (PSA) et de l'Alliance des Bakongo (ABAKO) qui détermina en grande partie l'attitude des deux partis, et c'est notamment le fait que le PSA soupçonnait l'Abako d'intentions séparatistes qui l'amena à se rallier aux partis appuyant l'idée d'un Congo unitaire [2].

L'unitarisme ayant pris de l'ascendant sur le fédéralisme aux élections de 1960, cette tendance politique a pris des dimensions effectives se rapportant sur des leaders politiques. Et c'est autour des personnalités que se nouaient désormais les alliances et coalitions. C'est à la suite d'ailleurs de la confusion et d'épreuves ouvertes entre, d'un côté, la majorité parlementaire de la Convention des nationalistes congolais CONACO⁶ favorable au premier ministre sortant Moïse Tshombe et, de l'autre côté, l'opposition composée de députés du front démocratiques congolais et supportant Evariste Kimba, nouveau premier ministre nommé par le Président Kasa-Vubu en 1965 que, le Général Joseph-Désiré Mobutu fera son coup d'Etat et va justifier celui-ci par la menace d'une guerre civile nourrie par les ambitions personnelles et mal gérées des politiciens[3].

3.2 DE 1990 À 1997

Mobutu instaura un régime de parti unique de 1965 à 1990 avant de permettre la réintroduction du multipartisme. A l'occasion de la Conférence Nationale Souveraine les partis politiques et les organisations de la société civile s'organisèrent en plateformes politiques, autre nom de cartels ou alliances politiques⁷. La transition démocratique fut dominée par le principe

⁵ Les alliances et coalitions politiques formées depuis 2006 ne répondent pas aux critères de l'unité idéologique : l'alliance de la majorité présidentielle réunissait les sociaux-démocrates avec les libéraux, les indépendants et les fédéralistes ; et la coalition AMP-Palu -UDEMO étaient entre kabilistes aux idéologies multiples, les lumumbistes (perçus comme gauchisants) et des mobutistes (perçus comme droitistes).

⁶ La CONACO est la dénomination adoptée par les membres de la Conakat lorsque leur leader Moïse Tshombe accéda à la primature après la sécession Katangaise. Cette nouvelle appellation était une réponse aux critiques formulées par les détracteurs de ce parti qui le jugeaient tribal et à la solde de la Belgique qui envisageait de balkaniser le Congo.

⁷ La formation de plateformes politiques autres noms des alliances et coalitions politiques autour de la Conférence Nationale Souveraine (CNS) n'était pas la conséquence d'une dynamique parlementaire mais plutôt la conséquence de la logique du partage de pouvoir ou encore de la manipulation politicienne.

du « partage équitable et équilibré » du pouvoir entre le cartel de l'opposition (union sacrée de l'opposition et alliés, USORAL) et le cartel des partis de la mouvance présidentielle constitué par les Forces politiques du conclave (FPC). L'émergence d'une opposition dite modérée au sein de l'union sacrée de l'opposition libérale et démocratique à partir de 1994 va occasionner une trilatéralisation du jeu politique, permettant au Maréchal-arbitre, de désigner librement dans l'un de ces regroupements le coordonnateur d'un gouvernement que l'on qualifiait désormais de « panier à crabes ». Comme les élections démocratiques n'eurent pas lieu durant cette longue transition vers la troisième République il ne fut pas possible de tester la force politique de ces alliances et coalitions, la distribution du pouvoir ayant relevé du pouvoir discrétionnaire du chef de l'état. Toutefois cette géographie politique nationale offrait au chef de l'état la possibilité d'opérer des reconfigurations des forces politiques sur l'échiquier, par un recyclage non avoué de l'ancien régime.

3.3 DE 2002 À 2006

Les forces politiques qui vont aux élections en 2006 sont d'origines politico- militaires ayant participé au dialogue inter-congolais de Sun-City en Afrique du Sud. Ce sont des composantes politico-militaires appelées à se transformer en partis politiques et des entités qui tiendront lieu des coalitions politiques formatrices d'un gouvernement négocié et dont le fonctionnement des institutions n'obéira pas au principe de la séparation du pouvoir.

Le gouvernement partagé ou de cohabitation provisoire (1 président+4 vice-présidents) 1+4 issu du dialogue inter-congolais a reposé par contre sur un principe de cohabitation. Toutes les sensibilités politiques armées et non armées y compris la société civile ont été incluses dans les institutions sur la base des quotas négociés. A la tête de ce gouvernement se trouvait un collège présidentiel dont chaque membre délégué par sa composante avait la charge d'une commission spécifique. Le président de la république avait le devoir au regard de l'article 80 de la Constitution de développer un leadership responsable. Seule l'UDPS a renoncé unilatéralement à faire partie de ce gouvernement et même de participer au processus électoral organisé par ce gouvernement en 2005 et 2006.

3.4 DE 2006 À 2011

Les élections de 2006, censées mettre un terme à la plus longue transition politique sur le continent et inaugurer la troisième République, ont été organisées sur la base des principes établis par la constitution du 18 février 2006. La principale innovation de cette loi fondamentale est l'accès au jeu ou à la concurrence politique accordé aux personnes sans attaches politiques appelées « indépendants ». Le régime électoral prévoyait en effet un suffrage universel direct dans lequel le président de la république serait élu à la majorité absolue au premier tour, et à défaut, on procédait à un second tour dans les quinze jours suivant la proclamation des résultats. Le mode de scrutin ainsi que les conditions d'éligibilité pour d'autres fonctions électives devaient être fixés par la loi électorale.

Deux grandes alliances se sont constituées au premier tour de ces élections couplées (présidentielles et législatives) qui se sont tenues le 30 juillet 2006: L'Alliance de la Majorité Présidentielle (AMP) créée officiellement le 24 juin 2006 dominée par le PPRD (parti du peuple pour la reconstruction et la démocratie) et le Regroupement des Nationalistes Congolais (RENACO) chapeauté par le MLC (mouvement de libération du Congo) de Jean Pierre Bemba. Aucun candidat sur les 33 retenus n'a pu obtenir la majorité absolue à l'issue du vote. Suivant les résultats publiés par la Commission électorale Indépendante (CEI) le 20 août 2006 : Kabila (44,8%), Bemba (20,0%), Gizenga (13,0%), Zanga Mobutu (4,8%) et Oscar Kashala (3,5%). Aucun autre candidat ne franchit la barre de 2% [4]. L'AMP plus le Parti lumumbiste unifié (Palu) et l'Union de mobutistes (l'Udemo) a pu cependant disposer de la majorité absolue à l'Assemblée nationale soit 338 sièges sur les 500 qui étaient à pourvoir [5].

L'intermède entre les deux tours a été l'occasion de nouer des alliances et de reconfigurer l'espace politique. Ainsi par la déclaration du 19 septembre 2006, le Palu a apporté son soutien à Joseph Kabila. La signature officielle de l'accord AMP-Palu est intervenue le 30 septembre 2006. La sortie de l'Union pour la Nation', plate-forme de soutien à Jean-Pierre Bemba, a eu lieu le 23 septembre. Le 16 octobre 2006 l'AMP signe un protocole d'accord avec l'Udemo de François Joseph Nzanga Mobutu. Le second tour de l'élection présidentielle couplée aux législatives provinciales eut lieu le 23 octobre 2006.

La publication des résultats le 15 novembre 2006 donna pour vainqueur Joseph Kabila (58,05%) contre 41,95% pour Bemba Gombo. En déclarant non fondée la requête du MLC, la cour suprême de justice a confirmé le résultat dans son verdict du 27 novembre 2006 [4]. Sur les 632 sièges à pourvoir dans les Assemblées provinciales, l'AMP qui a bénéficié des nouveaux ralliements depuis les scrutins du 30 juillet 2006 obtint 259 sièges (dont 132 pour le PPRD) contre 182 sièges pour l'UN (dont 104 pour le MLC). Et pour l'élection des sénateurs organisés peu de temps après, l'AMP a obtenu 58 sièges sur les 108 à pourvoir [5].

Suivant les clauses d'un accord extraparlémentaire d'alliance électorale au second tour, la primature fut dès lors confiée au Palu, Cet accord scella les équilibres institutionnels instables et ne permit qu'imparfaitement la consolidation de la démocratie et le respect de la séparation du pouvoir.

3.5 APRÈS 2011

Les élections de novembre 2011 ont connu une ambiance particulièrement chaude en amont et en aval. La surchauffe observée était la conséquence de la précipitation, de l'improvisation, de l'intransigeance et de la méfiance qui ont caractérisé les parties prenantes au processus électoral et particulièrement les partis politiques. C'est la révision de l'article 71 de la Constitution qui a le plus posé problèmes d'autant plus qu'il consistait au changement du mode de scrutin pour l'élection du président de la république.

Du suffrage majoritaire à deux tours, le président de la république devrait désormais être élu à la majorité simple. Ce qui modifiait complètement le jeu politique par rapport à 2006. La problématique du contexte s'associait à celui des acteurs car, si l'AMP a renouvelé son attachement à Joseph Kabila, l'opposition a vu émerger d'autres acteurs que ceux qui l'ont représentée aux échéances précédentes. Etienne Tshisekedi de l'UDPS et Vital Kamhere de l'UNC ont remplacé Jean Pierre Bemba en détention à la Haye par la Cour Pénale Internationale. Une redistribution des cartes s'est opérée dans les deux camps.

L'opposition politique congolaise n'a pas réussi dans ses tentatives de vouloir présenter un candidat unique à la présidentielle du 28 novembre 2011. Deux camps se sont nettement constitués : l'aile « Fatima » et l'aile « Sulutani ». La première s'est formée autour du leader de l'UDPS, Etienne Tshisekedi, considéré comme figure de proue de l'opposition politique congolaise ; et l'autre camp a été fortement dominé par Vital Kamhere, président national de l'UNC et ancien membre de la majorité présidentielle.

Le point commun entre tous ces regroupements de l'opposition aura été sans doute leur hostilité au régime de Kabila. L'opposition a fait de la bonne gouvernance son crédo, estimant unanimement que la gouvernance a été lamentable durant ce premier quinquennat de la troisième République. Le changement était, à leur entendement, tributaire de l'alternance impérative au sommet de l'Etat.

La majorité de son côté s'est faite de plus en plus centrifuge. Il s'est dégagé une nette volonté de certains alliés comme le parti du peuple pour la reconstruction et la démocratie (PPRD), l'alliance pour le renouveau du Congo (ARC) et bien d'autres partis de faire cavaliers seuls. Le Palu qui a fait sensation en 2006 était en perte de vitesse et risquait à tout moment de basculer dans une crise d'identité du fait de la sénilité de son leader. Le Rassemblement Congolais pour la Démocratie-Kisangani Mouvement de Libération (RCD-KM) a tout simplement fait défection et l'UDEMO s'est retrouvé pratiquement en cessation d'activités. L'alliance a été traversée par plusieurs scandales et a été remplacée par une nouvelle structure dénommée Majorité Présidentielle (MP) [6] qui fait l'objet de la présente réflexion.

4 ORGANISATION ET FONCTIONNEMENT DE LA MAJORITE PRESIDENTIELLE

La Majorité Présidentielle est un regroupement des familles politiques qui soutient Joseph Kabila, l'autorité morale de ladite structure au sens large du terme. Elle comprend plusieurs partis politiques dont le nombre s'élève à plus au moins 200 partis, ainsi que des associations politiques autres, comme la fondation Katangaise⁸, l'objectif 2011⁹, Association soutenons Kabila.

On peut citer à titre illustratif quelques partis de la Majorité Présidentielle notamment : le Parti du Peuple pour la reconstruction et la Démocratie (PPRD), le Mouvement Social pour le renouveau du Congo (ARC), l'Union Nationale des Fédéralistes du Congo (UNAFEC), l'Union Nationale des Démocrates Fédéralistes (UNADEF), Parti Démocrate-Chrétien (PDC), l'Avenir du Congo (ACO), l'Alliance des Démocrates pour le progrès (ADP), le Parti Lumumbiste unifié (PALU), l'Alliance pour l'Humanisme et la Démocratie (AHUDE), le Centre Liberal et Patriotique (CLF), Eveil de la Conscience (ECT), le Courant du Futur

⁸ Fondation Katangaise, une plateforme culturelle qui regroupe plusieurs communautés de différentes ethnies, tribus. Elle prône pour l'unité, la solidarité et la fraternité entre ses membres.

⁹ L'Objectif 2011 est une association sans but lucratif créée pour amener le peuple Congolais à s'approprier le processus électoral et influencer par vote massif des candidats et prix de l'intérêt général dont Joseph Kabila.

(CF), Union pour le Développement du Congo (UDCO), Alliance de Forces Démocratique du Congo (AFDC), la liste n'est pas exhaustive.

De tout ce nombre pléthorique de partis qu'elle regorge (Majorité Présidentielle), une analyse systémique dégage trois catégories que décrit MANYA Riche [7]. Il s'agit notamment, de la catégorie de partis satellites, partis partenaires politiques ainsi que des partis mallettes. Le parti satellite est celui considéré comme le pivot central auquel tous les partis politiques s'allient, dans la Majorité Présidentielle, c'est le Parti du Peuple pour la Reconstruction et la Démocratie (PPRD), qui s'érige pour un parti satellite.

Les partis partenaires sont ceux qui, sans pour autant être membres effectifs dans la structure, s'allient avec la plateforme par un accord de circonstance avec l'autorité morale de la majorité. On retrouve dans cette dernière catégorie le PALU d'Antoine GIZENGA et l'UDEMO de ZANGA MOBUTU.

On peut retenir à cet effet que le PALU comme l'UDEMO bien qu'ils soutiennent JOSEPH KABILA, ils ne font pas partie de ladite majorité au sens restreint du terme puisqu'ils n'avaient jamais signé la charte de la Majorité Présidentielle, laquelle confère le statut du membre effectif de la majorité.

Les partis mallettes, sont ceux qui se limitent à une existence seulement formelle, avec à leur tête un chef de parti inféodé au pouvoir. On peut classer dans cette catégorie la Convention des Congolais unis (CCU) de Lambert MENDE OMALANGA. En règle générale, ces partis ne disposent pas d'un réel ancrage politique tant au niveau national que provincial. Cette construction politique permet de créer une illusion de puissance de la Majorité Présidentielle et aide à multiplier le nombre de sièges au parlement grâce au système de vote proportionnel qui est en vigueur en République Démocratique du Congo.

En dehors de ces trois catégories décrites ci-haut, il existe dans ladite majorité une autre que nous qualifions des « poids plus ou moins lourds » de la Majorité Présidentielle.

Ils sont présents au parlement et comptent parmi leurs rangs un nombre non négligeable de députés nationaux. La plupart de ces partis ont un enracinement réel à l'échelle provinciale mais leur poids reste limité sur le plan national. C'est dans cette catégorie que figurait le groupe de 7 partis (G7) actuellement la plateforme politique de l'opposition, il s'agit notamment Mouvement Social pour le Renouveau (MSR) dirigé par Pierre LUMBI, Alliance pour le Renouveau du Congo (ARC) d'Olivier KAMITATU, anciennement Ministre du plan, l'Union Nationale des Fédéralistes du Congo (UNAFEC) de Gabriel KYUNGU WA KUMWANZA, ancien président de l'Assemblée Provinciale de l'ex province du Katanga, l'Union Nationale des Démocrates Fédéralistes (ANADEF) de Charles MWANDO NSIMBA, Parti Démocrate-Chrétien (PDC) de Joseph ENDUNDO, Avenir du Congo (ACO) de BANZA MALOBA, Alliances des Démocrates pour le Progrès (ADP) de Christoph LUTUNDULA.

On range depuis la défection de la majorité par le retrait de 7 partis, dans cette catégorie de poids plus ou moins l'alliance des Forces Démocratiques du Congo (AFDC) de BAHATI LUKWEBO.

Dès sa création circonstancielle, laquelle est le deuxième tour de l'élection présidentielle de 2006 qui mettait à la prise deux principaux leaders politiques congolais respectivement le président de leurs partis politiques. La Majorité Présidentielle s'est fixé huit objectifs à savoir.¹⁰

- Constituer un mouvement fort compétitif et cohérent capable d'affronter la nouvelle situation politique dans le pays et de renforcer l'efficacité de la gouvernance en œuvrant pour la cohésion institutionnelle ;
- Pérenniser la vision politique, nationaliste et démocratique de l'autorité morale de la Majorité Présidentielle ;
- Resserrer les rangs des forces patriotiques et nationalistes dans leur action de sauvegarde de l'intégrité territoriale, de l'unité nationale et de la souveraineté de la République Démocratique du Congo ;
- Renforcer l'engagement des membres de la Majorité Présidentielle pour faire face aux hostilités croisées contre leur ambitieux projet de renaissance de la République Démocratique du Congo ;
- Accélérer le processus de mise en œuvre en République Démocratique du Congo d'un Etat de Droit et d'une société d'égalité de chances, marquée par une croissance économique forte, durable, une vision sociale et une justice distributive ;
- Poursuivre sur l'ensemble du territoire national le programme de reconstruction, notamment dans les domaines des infrastructures, de l'énergie, de l'agriculture, de l'environnement, de l'éducation, de la santé et de la qualité de la vie pour soutenir les investissements et promouvoir l'épanouissement individuel et collectif des citoyens ;

¹⁰ Article 2, De la charte de la majorité présidentielle, avril 2011.

- Radicaliser la lutte contre les antivaleurs : la corruption, le clientélisme et du tribalisme ainsi que du recours à la violence et aux votes de fait comme moyens d'expression et de revendication politique ;
- Consacrer dans la vie institutionnelle congolaise, le dialogue, la transparence, le respect des droits humains et la participation citoyenne.

Dans son organisation et son fonctionnement, la Majorité Présidentielle a deux niveaux de structures dont l'un coiffe le niveau national et l'autre le niveau provincial. S'agissant du niveau national, la Majorité Présidentielle a quatre organes qui assurent la gouvernance de cette dernière. Il s'agit de l'autorité morale, le bureau politique, la conférence des partis politiques et personnalités politiques indépendantes, le secrétariat général.¹¹

L'autorité morale est le chef de la Majorité Présidentielle dont elle assure la haute direction. A cet effet, les organes de la plateforme travaillent sous son autorité. Elle veille à l'unité d'action de la Majorité Présidentielle.

Le bureau politique est l'organe de coordination, de conception, d'orientation et de décision de la majorité présidentielle.¹² ; Il est composé des membres de la Majorité Présidentielle présent au bureau de l'Assemblée Nationale et du Sénat, gouvernement, le secrétaire général de la Majorité Présidentielle, les initiateurs ou présidents des formations politiques signataires de la charte, les personnalités politiques indépendantes cooptées par l'autorité morale.¹³

La conférence des partis et personnalités politiques indépendantes est un organe de concertation et de réflexion de la majorité Présidentielle.¹⁴ Elle est composée de représentants des partis politiques de la MP proportionnellement au nombre de leurs élus à l'assemblée nationale, au Sénat, et dans les assemblées provinciales, membres de la Majorité Présidentielle dans les bureaux des groupes parlementaires et groupes politiques à l'assemblée Nationale et au Sénat, personnalités politiques indépendantes membres de la Majorité Présidentielle.

Le secrétariat général coordonne l'activité quotidienne de la Majorité Présidentielle et veille à l'application des directives et orientations du bureau politique. Il exécute les décisions de l'autorité morale. Dans son organisation, le secrétariat est composé de sept membres nommés et relevés, le cas échéant, de leurs fonctions par l'autorité morale de la Majorité Présidentielle. Il s'agit de :¹⁵

- Secrétaire General
- Secrétaire General Adjoint
- Secrétaire national à la mobilisation politique et à la communication, porte-parole
- Secrétaire national à la stratégie
- Secrétaire national à l'organisation et logistique
- Secrétaire national aux relations avec les organisations politiques et structures associées
- Secrétaire national aux finances, trésorerie générale.

Quant au niveau provincial, il sied bon de noter qu'un seul organe, regroupe tous les membres de la majorité présidentielle. C'est la coordination provinciale. Celle-ci comprend les représentants provinciaux et locaux des partis politiques membres.¹⁶

Dans son fonctionnement, la Majorité Présidentielle travail par l'entremise de ses organes précités ci-haut, c'est ainsi que le bureau politique tient ses réunions ordinaires une fois par mois sous la présidence de l'autorité morale ou du secrétaire général. Il est convoqué en réunion extraordinaire chaque fois en cas de besoin. Le bureau politique décide à la majorité simple des voix. En cas de parité, la voix du président de la séance est prépondérante. Celui-ci agit par voie de résolution.¹⁷

Par ailleurs, la conférence des partis et personnalités politiques indépendantes réunit en session ordinaire une fois par trimestre et en session extraordinaire autant de fois que le besoin se fait sentir, celle-ci agit par voie de recommandation.¹⁸

¹¹ Article 7 de la charte de la MP, Avril 2011.

¹² Article 7 de la charte de la MP, Avril 2011.

¹³ Article 9 de la charte de la MP, Avril 2011.

¹⁴ Article 14 de la charte de la MP, Avril 2011.

¹⁵ Article 16 de la charte de la MP, Avril 2011.

¹⁶ Article 17 de la charte de la MP.

¹⁷ Article 28, 29 de la charte de la MP.

¹⁸ Article 30 de la charte de la MP.

Et le secrétariat général se réunit une fois par semaine sous la direction du secrétaire général, adopte le budget des recettes et des dépenses à soumettre à l'approbation du bureau politique. Il agit par voie de décisions.¹⁹

5 MAJORITE PRESIDENTIELLE ET PROMOTION DE LA GOUVERNANCE EN REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO

Cette partie se propose de répondre à la grande question qui motive notre réflexion, c'est celle de savoir comment la Majorité Présidentielle a eu à promouvoir la gouvernance de la République dans sa gestion. Ainsi, traiter de la promotion de la gouvernance exige l'importance de saisir très bien la notion de la gouvernance si non ses principes.

Par gouvernance, nous entendons la manière dont les fonctionnaires du gouvernement et des institutions publiques acquièrent et exercent leur autorité pour déterminer la politique nationale et assurer les ressources et services aux citoyens.²⁰

La Majorité Présidentielle, dès lors qu'elle a conquis le pouvoir, le but pour lequel elle a été fondée devrait se doter des stratégies gouvernantes qu'elle devrait utiliser pour une gouvernance promettante. A ce niveau, il sied de noter que deux aspects devraient orienter le choix du mode de gouvernance : il s'agit notamment de l'unité de la structure (Majorité Présidentielle) et le respect des principes de la gouvernance.

Parlant de l'unité de la Majorité, ici il était question de faire le choix de mode, qui unifiera davantage la plateforme plutôt que la dissoudre puisque l'avenir politique de son autorité morale dépendait de cette dernière. En rapport avec cet aspect, le choix ne pouvait pas être facile dans la mesure où déjà lors de sa création, on a observé l'union de plusieurs partis politiques ayant de doctrines, idéologies et même des natures différentes, nous l'avons déjà dit plus haut.

Quant au respect des règles de la gouvernance, on retient les principes de la responsabilité, de la transparence et de l'équité (lutte contre les antivaleurs). [8]. Par ailleurs, le principe de responsabilité consiste à ce que l'institution gouvernante soit responsable vis-à-vis de ses missions et à l'autorité de tutelle. En outre, ce principe se traduit par la capacité qu'à une institution gouvernante à pouvoir répondre aux besoins de la population qui attend d'elle les solutions aux problèmes et répondre de ses actes devant une autorité supérieure à laquelle elle est assujettie. Le principe de la transparence consiste pour l'institution gouvernante à pouvoir déclarer ouvertement ses actions dans la gestion de la République, pour que la population ait l'accès aux informations relatives à la gestion publique. Le principe d'équité ou de la justice consiste pour l'institution gouvernante à pouvoir lutter contre les antivaleurs telles que le vol la corruption, la contrebande d'évasion fiscale, le détournement de fond. Comme on peut bien comprendre, les trois principes s'appliquent dans une certaine cohérence systémique.

Ainsi, la maîtrise de ces trois principes traduit mieux la corrélation qui existe entre la bonne gouvernance et le développement, tout de même, retenons les produits efficients de cette corrélation dont :²¹

- Capacité d'écouter et de répondre
- Stabilité politique et absence de violence
- Efficacité des pouvoirs publics
- Qualité de la réglementation
- Etat de droit
- Maîtrise de la corruption

A la lumière de ces considérations élucidée ci-haut, la Majorité Présidentielle se retrouve dans une équation, elle a pris le choix de la parcellisation du pouvoir comme mode de gouvernance.

Parcellisation du pouvoir quid ?

Ce concept, nous le forgeons pour exprimer la compréhension de la lecture scientifique sur la gestion du pouvoir par et à travers les institutions politiques et administratives du pays entre les membres de ladite majorité d'une part et la conception du pouvoir par celui qui le détient, d'autre part. En outre, le mode de parcellisation du pouvoir consiste pour la Majorité à pouvoir doter à chaque parti politique membre d'un quota sur les institutions gouvernantes de la république qu'il va gérer comme sa part dans l'alliance réalisée. Donc, il le gère comme sa propre parcelle.

¹⁹ Article 31 de la charte de la MP.

²⁰ BERRY, M, journal Avril 2016, p7.

²¹ Idem

Ceci peut bien se justifier avec la déclaration du 4^{ième} Président de la République Démocratique du Congo devant les notables Katangais : « *Turi bakaburia province dju ba tupe rapport* ». ²² (Nous leur avons donné la province pour qu'ils nous rendent le rapport). De cette déclaration, une question remonte dans cette analyse, c'est celle de savoir comment il leur avait donné la province d'autant plus que la province est gérée par deux institutions gouvernantes (Assemblée Provinciale et gouvernement de province) qui du reste sont élues : l'une au suffrage universel direct et l'autre au suffrage universel indirect. De ce qui précède, n'y a-t-il pas lieu de douter les élections provinciales de 2006 et la justification de la non organisation des élections provinciales en 2011 et des municipales depuis 2006 en raison du manque de moyen ?

En outre, la parcellisation du pouvoir est judicieuse pour la Majorité Présidentielle parce qu'elle permet d'unifier davantage les différents partis. Dans son application, la parcellisation du pouvoir obéit à deux critères dont le poids politique et la visibilité ou l'impact sur le terrain.

1. Le critère du poids politique

Ce critère correspond au nombre des députés tant nationaux que provinciaux qu'a un parti membre de la majorité au sein de l'Assemblée nationale ou provinciale. Il est à noter que c'est avec ce critère que le parti comme le PPRD et le PALU, ALU, ARC, UDEMO, MSR, PANU, se sont retrouvés avec bon nombre de postes ministériels dans le 1^{er} gouvernement d'Antoine GIZENGA (Plus de 60%).

2. Critère de visibilité ou l'impact sur terrain

Ce critère correspond à la capacité de se faire visualiser sur l'étendue du territoire, généralement celui-ci est déterminé par l'importance du leader du parti à l'égard de l'autorité morale de la Majorité Présidentielle. C'est ici qu'intervient la manifestation éloquent du clientélisme politique

C'est avec ce critère que Lambert MENDE et son parti (Convention des Congolais Unis (CCU) a eu plusieurs fois un ministère important pour la Majorité Présidentielle à savoir le ministère de la communication et médias, alors que, Lambert MENDE était le seul et unique député de son parti.

Par ailleurs, le mode de parcellisation du pouvoir a été dès le 1^{er} gouvernement de la première législative de 2006. Au moins plus de 97% des postes que l'institution gouvernante président de la République devait nommer dans son pouvoir discrétionnaire lui reconnu par la constitution ont été occupés par les partis politiques membres de la Majorité Présidentielle.

Pour attester ce mode de la gouvernance, voici un tableau qu'illustre le mode de parcellisation du pouvoir au niveau de chaque gouvernement que la Majorité Présidentielle conçoit.

1. PARCELISATION DU POUVOIR : GOUVERNEMENT GIZENGA

Primature : PALU

Ministère : 38

PPRD : 12
PALU : 5
UDEMO: 2
RCD/K: 1
MSR : 2
CODECO : 2
ACDC : 1
UNADEF: 2
PANU: 1
FDC: 1
CCU: 1
ARC/ force du renouveau : 3
PRM : 1

Vice-Ministre : 21

PPRD : 7
PALU : 3
PANADI: 2
UDEMO: 2
UNAFEC : 1
MSR : 1
RCD-K-ML/ Force du renouveau 3
CODECO: 2

²² J. KABILA, Discours tenu le 04 janvier 2015 devant les notables Katangais.

UPRDI : 1
DCF/COFEDEC : 1
SCODE : 1
Indépendant : 2

2. PARCELLISATION DU POUVOIR : GOUVERNEMENT MUZITO
PRIMATURE : PALU

Vice primature : 3

PPRD : 1
UDEM : 1
PAR : 1

Ministères : 38

PPRD : 18
UNAFEC : 2
CODELI : 1
CCU : 1
UNADEF : 1
PANU : 1
PDC : 1
ARC : 2
MSR : 2
PMR : 1
PALU : 8

Vice-ministres : 13

PPRD : 4
PANU : 1
PANADI : 2
RCD/KIML : 1
PDC : 2
MSR : 2
CODELI : 1

3. PARCELLISATION DU POUVOIR/ GOUVERNEMENT MATATA
Primature : PPRD

Vice primature : 2

PPRD : 1

UNADEF : 1

Ministères : 20

PPRD : 9
AFDC : 1
UDCO : 2
PALU : 3
ARC : 1
MSR : 3
PANU : 1

Vice-ministres : 17

PPRD : 6
AFDC : 3
PALU : 3
ACO : 2
MSR : 2
PANU : 1

Au sein de chaque ministère, ce sont les membres de chaque parti du ministre respectivement titulaire de ce dernier qui occupent les fonctions importantes dans ce ministère.

Au niveau provincial, le mode de parcellisation continue jusqu'à atteindre les plus petites entités décentralisées (commune pour la ville et la chefferie pour les villages).

L'exemple le plus illustrant de l'application du mode de parcellisation du pouvoir au niveau provincial pour les villes, découle dans le libellé de la décision prise par la Majorité Présidentielle nous citons « ne pourra être Maire de Lubumbashi qu'un membre du Parti du Peuple pour la Reconstruction et le Développement et pour la ville de LIKASI qu'un membre du SCODE de MUYAMBO KYASA »²³. C'est pour autant dire que ce mode n'a épargné aucune entité politico-Administrative de la République Démocratique du Congo.

²³ Entretien réalisé avec Mr. Gracient, 2^{ème} commis à la coordination provinciale du Katanga, de la M.P.

Pour s'en assurer, prenons respectivement deux gouvernements provinciaux, il s'agit du gouvernement provincial du Katanga dans son ancienne configuration et celui du gouvernement provincial du Haut-Katanga (Après découpage provincial).

4. PARCELISATION DU POUVOIR DANS LE GOUVERNEMENT PROVINCIAL DE L'EX KATANGA

GOUVERNEMENT DE PROVINCE

GOUVERNEUR : PPRD
VICE GOUVERNEUR : MSR
MINISTERE : 10
PPRD : 6
UNAFEC : 1
UNADEF : 1
ECT : 2

5. PARCELISATION DU POUVOIR DANS LE GOUVERNEMENT PROVINCIAL DU HAUT-KATANGA

GOUVERNEMENT DE PROVINCE : 2

GOUVERNEUR : PPRD
VICE GOUVERNEUR : PPRD
MINISTERES : 10
PPRD : 5
UNAFEC : 1
COURANT DU FUTUR : 1
ECT : 1
UDCO : 1
FIDEC : 1

5.1 L'EXPÉRIENCE BI-QUINQUENNALE DU JEU DES ALLIANCES ET COALITIONS POLITIQUES EN RDC [1]

Il est important de préciser d'entrée de jeu que l'expérience du système des coalitions et des alliances dans la période allant de 2006 à 2018 ne porte que sur les institutions nationales et provinciales, étant donné que les restes des scrutins n'ont jamais été organisés. Les assemblées locales n'ont jamais existé et les responsables des entités territoriales ont été nommés par ordonnance présidentielle pour assurer la continuité de l'état.

En effet, le premier constat qu'on peut établir lorsqu'on analyse l'espace politique congolais, c'est celui du dédoublement entre les alliances et coalitions politiques (institutionnelles), et celles dites extra-institutionnelles ou extra-parlementaire. Le législateur du 18 février 2006 a perçu en avance la disparité entre ces deux types d'alliances ou coalitions (électorale et gouvernementale). L'article 78 de la Constitution dispose que :

Le Président de la République nomme le premier Ministre au sein de la majorité parlementaire après consultation de celle-ci. Il met fin à ses fonctions sur présentation par celui-ci de la démission du gouvernement. Si une telle majorité n'existe pas, le Président de la République confie une mission d'information à une personnalité en vue d'identifier une coalition. La mission d'information est de trente jours renouvelable une seule fois.

A la vérité, en 2006 comme en 2011, l'observance de cette disposition n'aura pas été de stricte application, la frontière entre la majorité parlementaire et celle présidentielle n'était que fictive. La pratique des institutions en RDC n'est pas souvent traductible de l'esprit des institutions. En conséquence, les chefs de différents gouvernements qui se sont succédés n'auront été ni députés ni responsables de la majorité présidentielle en tant que plateforme. Antoine Gizenga, le premier chef du gouvernement de la troisième République, par exemple, a dû sa désignation à la tête du gouvernement à sa position au premier tour des élections de 2006 ; son parti, Palu, disposait d'un sénateur et de 27 députés ou représentants dans la chambre basse. Le premier ministre Matata Mponyo, cadre du parti PPRD était ministre des finances ; c'est dire que le principe de la coalition gouvernementale n'a pas été respecté, et aussi les programmes de ces deux gouvernements n'ont pas été ceux des coalitions parlementaires identifiées ...

Sans anticiper, on peut affirmer que l'exercice du pouvoir dans ces conditions peut échapper au principe de l'orthodoxie institutionnelle.

Dans ce cas, la stabilité institutionnelle du gouvernement aura dépendu de la loyauté de tous au président de la République, mieux de la subordination de la majorité parlementaire à la majorité présidentielle. La majorité parlementaire a, à plusieurs reprises, cherché à déstabiliser le gouvernement responsable devant le parlement. D'où plusieurs motions de censure contre le gouvernement, initiées des fois par la majorité, mais dont aucune n'a abouti à déchoir un ministre ou à renverser le gouvernement à l'issue du contrôle parlementaire. La motion de censure initiée par l'opposition à l'encontre du gouvernement Matata Mponyo, par exemple, a été étouffée dans l'œuf grâce aux consignes de vote et surtout aux pressions de la hiérarchie de la majorité présidentielle à retirer les signatures.

Dans les assemblées provinciales désormais contrôlées presque par la majorité présidentielle, l'opposition ne parvient pas à obtenir de faire élire le gouverneur (ni à Kinshasa, à l'Equateur ni au Kasai-Occidental).

Les alliances politiques de 2006 n'ont pas tenu longtemps. L'Union pour la Nation est entrée dans une phase d'hibernation depuis l'incarcération de JP Bemba à la Haye. Le SET et le DTP qui se sont constitués autour d'Etienne Tshisekedi ont implosé du fait d'une absence de vision commune. L'Alliance de la majorité présidentielle a disparu au profit de la majorité présidentielle coordonnée par un secrétariat général. Une partie de l'opposition est regroupée au sein d'une coalition dénommée des Forces Acquisées au Changement (FAC).

6 CONCLUSION

En RD Congo, le jeu d'alliances et de coalitions politiques n'est pas seulement lié au fait électoral mais plutôt à la réalité du pouvoir politique souvent partagé. Les différents régimes politiques ont généralement été dominés par des oppositions gouvernantes celle des nationalistes aux mobutistes, celles des mobutistes aux kabilistes, celles des kabilistes aux partis étrangers. L'espace politique demeurant fragmenté, militarisé et en équilibre toujours instable. Les élections de 2006 et de 2011 avaient dès lors pour finalité la restauration de la légitimité institutionnelle devant faciliter la gouvernance républicaine et démocratique. L'organisation des jeux de gouvernement devrait dans ce cas s'opérer essentiellement au sein de l'assemblée nationale dont le groupe majoritaire qui aurait librement formé un gouvernement aurait eu également le devoir d'appuyer le programme et les décisions de ce même gouvernement pour garantir la pertinence de la rationalité publique. Le jeu de gouvernement aura été en marge de ce principe durant ces deux quinquennats.

Les arrangements particuliers par lesquels se sont constitués les gouvernements ont empêché le fonctionnement normal du parlementarisme dualiste consacré par la constitution du 18 février 2006 et fondé sur le principe de la responsabilité ministérielle et le droit de dissolution. Ces arrangements politiques auraient même bloqué la constitution d'une coalition parlementaire autour des partis de la majorité. Le Palu tout en gouvernant, aura été boudé par les vrais partis du pouvoir, et la ligne entre l'opposition et la majorité est restée de ce fait difficile à tracer. Le Gouvernement Matata Mponyo aura également été constitué en marge du jeu parlementaire, le président de la République ayant préféré un technocrate à la place du chef de file du PPRD, parti dominant autour duquel se sont formées les majorités présidentielle et parlementaire).

Le contrôle parlementaire étant devenu purement protocolaire, le premier ministre, chef du gouvernement, aura été davantage responsable devant le président de la République que devant l'Assemblée Nationale. Les initiatives parlementaires de défiance ou de censure ont, à chaque fois, été bloquées par des injonctions et des consignes de vote qui paralysent l'Assemblée Nationale. L'alliance ou la coalition autour de la Majorité Présidentielle, au lieu de contribuer à la gouvernance démocratique susceptible de permettre la véritable redistribution de la richesse du pays à tous les filles et fils du pays, celles-ci ont beaucoup plus à renforcer la parcellisation du pouvoir entre les partis politiques, au point que chacun d'entre eux considère la portion du pouvoir comme un bien propre qui constitue sa source de substance.

Pour faire passer certaines décisions essentielles, le premier ministre et les ministres sont obligés de marchander avec les parlementaires. Les consultations répétées de Kingakati auront substantiellement aussi contribué à faire passer certaines décisions ou encore à maintenir ces genres d'arrangements.

REFERENCES

- [1] BIYOYA MAKUTU, P et MUKENDI TSHIMANGA, R, « Alliances et coalitions de partis politiques en République Démocratique du Congo, causes et conséquences », In Journal of Africa Election, Volume 13, n°1, pp. 207-232,
- [2] YOUNG, C. 1965. Introduction A La Politique Congolaise. Kinshasa: PUC.
- [3] BANYAKU LUAPE, E. 2013. 'Lettre Ouverte à Masiré, La Palabre Politique congolaise, Ed Noraf'. Kinshasa.
- [4] OBOTELA R et J OMASOMBO. 2007. « De la fin des composantes à l'hégémonie par les élections en RDC ». L'Afrique des Grands Lacs, Annuaire 2006-2007. Paris : L'Harmattan.
- [5] De Villers, G. 2009. Rd Congo : De La Guerre aux Elections. L'ascension de Joseph Kabila et la Naissance de la Troisième République. Paris : L'Harmattan.
- [6] BIYOYA MAKUTU, P. 18 mars 2011. 'Les Expériences Africaines et les Perspectives Electorales de 2011 en RDC, www.Lephareonline.Net.
- [7] MANYA RICHE, La Majorité Présidentielle en RDC, une machine politique en ordre de bataille (1/3) 19 octobre 2015 web : Afrique descriptives.
- [8] HOTCHO, T.E, Comprendre la gouvernance, Ed. Harmattan 2013.

EFFECT OF TILLAGE TOOLS (HAND HOE AND FORK) ON BANANA ROOTING SYSTEM OF THE EAST AFRICAN HIGHLANDS BANANA

Tony M. Muliele^{1,2}

¹Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques, B.P 2037, Kinshasa, Gombe, RD Congo

²Faculté des Sciences Agronomiques, Université Pédagogique Nationale (UPN), B.P. 8815, Kinshasa, Ngaliema, RD Congo

Copyright © 2020 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 East Africa, highland bananas (AAA-EA, *Musa* spp.) are a primary staple crop for smallholders (<2 ha) who traditionally practice labor-intensive non-mechanized farming, often with common beans (*Phaseolus vulgaris*) as an understorey intercrop. At the onset of the wet season, farmers till their banana fields to allow the bean intercropping. This study aimed at testing whether tillage with a forked hoe would causes less damage to the banana root system than the traditional hand hoe. Measurements were taken in Walungu / Sud-Kivu in the Eastern DR Congo. A field trial with highland bananas was planted in April 2008 to explore the impact of mulching and tillage on banana performance. It consisted of a randomized complete block design with four treatments and four replicates. On September 2010, each T0 plot (i.e., tilled with blade hoe and mulch removed at onset of wet season) was divided into two sub-plots. The first sub-plot was tilled with conventional hoe (blade) whereas a forked hoe was used in the second sub-plot. Banana root fresh weight and length of cord roots were assessed at 0-10 cm and 10-20 cm soil depths using the core sampling method. No significant difference was found between the two tillage tools, either in terms of root fresh weight or root length. For both blade hoe and forked hoe, tillage decreased significantly the root fresh weight and root length within the 0-10 cm soil layer, but showed little impact at greater depth. We conclude that any type of tillage practiced with a hoe by the farmers in the study area strongly affects the banana root system in the topsoil.

KEYWORDS: tillage tools, root system, banana, East African highlands.

1 INTRODUCTION

In Sud-Kivu (DR Congo), Rwanda and Burundi, bananas (*Musa* spp.) are frequently intercropped with annual crops, of which common bush beans (*Phaseolus vulgaris* L.) are the most common. At the onset of growing season of annual crops, the banana fields are tilled manually using a hand hoe (blade) or a forked hoe to prepare the seedbed. Farmers believe that tillage favors the bean performance, but it may also seriously damage the superficial banana root system ([1]; [2]). Compared with no-till plots, [3] reported a reduction by approximately 74 to 95% of the fresh weight and length of banana cord roots in the upper 10 cm soil layer in plots tilled with a hand hoe. To avoid banana roots being damaged by tilling with a hoe and to favor both the bean and banana growth, no-till or minimum tillage systems may be adequate alternatives. In case of minimum tillage, the choice of lesser harmful tillage tools is needed. Farmers indicated that the forked hoe may be such a tool. The study aimed at determining the comparative effects of forked hoe and blade hoe tillage on banana root system damage.

2 MATERIALS AND METHODS

The study was conducted in Walungu (2.440°S, 28.411°E, and 1,638 m above sea level) / Sud-Kivu in DR Congo. Soils in Walungu are rather infertile dystic, humic nitisols or humic Ferralsols [4], developed on eruptive formations from the Pliocene or Pleistocene and characterized by a heavy clay texture, low soil pH, low base saturations and high organic carbon contents [5]. Soil samples, taken 24 months after establishment of the plantation, were analyzed for standard physico-chemical

properties (Table 1). The rainfall in Sud-Kivu is bimodal, the study area receives on average 1500–1800 mm per year, and the growing period extends to over 325 days per year [6].

The experiment was setup on April 2008 to evaluate the effect of four crop management systems on the agronomic performance of the bananas intercropped with beans system, and on the soil properties. The traditional banana management system (tillage with export of banana residues, T0) was compared with three alternative treatments not discussed here. The experimental layout was a randomized complete block design with four treatments and four replications. Planting materials were vigorous “sword” suckers of banana cultivar “Ndundu” (AAA-EA). Planting hole size was 50 x 50 x 50 cm, and plant spacing was 2 m x 2 m (2,500 plants/ha). Bush bean was sown in all treatments at spacing of 40 cm x 20 cm, with two seeds per hole (approximately 250,000 plants/ha). No fertilizers or organic manure background and pesticide were applied.

In this study, measurements were done only on T0 plots. Initially, control plots (T0) were plowed using a hand hoe (blade) before the planting of beans (September and February). Crop residues (leaves and stem of banana, and haulms of beans) were removed from the plot twice a year to facilitate tillage. Each T0 plot was divided into two sub-plots. The first sub-plot was tilled using the hand hoe whereas a forked hoe was used in the second sub-plot. The banana root system was characterized using a metal cylinder (“core sampling”) which has the advantage of being simple, takes less time and gives a good estimate (>80%) of the banana root system [7]. The metal cylinder had a diameter of 30 cm and a height of 50 cm. Roots trapping was performed using the method described by [7]. Immediately after tillage, banana roots cut during tillage were carefully collected and removed from the plot in order to avoid interference with subsequent observations. The soil was then leveled gently with a rake. In each sub-plot, four mats were selected randomly for measurements. Eight measuring angles (0, 45, 90, 135, 180, 225, 270, 315 degree) were defined around each mat selected for observations. The angle 0° was defined in the direction of the emergence of the daughter sucker of the mat selected. Other angles were defined clockwise. From a mat to another, a different angle was chosen randomly. The edge of the metal cylinder was placed at 15 cm from the mat and driven into the ground. The first step was to drive the cylinder up to 10 cm depth and the second measurement was done from 10 to 20 cm depth at the same measuring point as the first one. For each soil depth (0-10 and 10-20 cm), the trapped roots were washed to discard soil particles and drained in the shade to remove excess wash water. Dead roots were removed before measurement.

Root characteristics assessed included root fresh weight and cord root length. Root fresh weight was measured using a precision balance (0.01 g). Length (cm) of roots was determined using a ruler. Fresh weight and length of the cord roots data were subjected to comparison of means tests (Student's test / Wilcoxon) using the SAS 9.2 Enterprise Guide 4.2 software.

3 RESULTS AND DISCUSSION

The fresh weight and length of the cord roots measured on sub-plots tilled using blade hoe and forked hoe are shown in table 2. Irrespective of the soil depth, no significant difference was found between the two tillage methods, neither in terms of root fresh weight nor in terms of root length (Table 2), although sub-plots worked with a forked hoe had systematically higher values of root fresh weight or root length. Relatively higher values in sub-plots plowed with a forked hoe could be related to the fact that a hand hoe (tool with blade) irreversibly cut a root while the fork (tool with teeth) cut and / or injure, and exposes it at the soil surface. However, due to sunlight actions, roots exposed at the soil surface tend to wilt. Consequently, the effects of hoeing on root characteristics turn out to be similar across the two sub-plots.

For both tillage tools, root fresh weight and root length in the upper 10 cm soil depth are significantly lower ($P < 0.0001$) than those observed at 10-20 cm depth (Table 2). This may indicate that tillage using hand hoe or fork, as practiced in the study area, affected mainly banana roots located in the upper 10 cm soil layer. In a nitisol at Mulungu and Kabamba (Sud-Kivu in DR Congo), the authors reported similar results on plots tilled with hand hoe.

In the surface layers, [8] found that banana and plantain roots have a root length density (cm/cm^3) of about $1 \text{ cm}/\text{cm}^3$, that is similar to the root systems of trees. Very low values of root length density observed in this study ($0.007\text{-}0.033 \text{ cm}/\text{cm}^3$) suggest that tillage had a negative effect on banana roots located within the first 20 cm of the soil. As the root length density reflects the capacity of the root system to explore soil volume, lower values of root length density in the upper 20 cm soil layer with high soil fertility (Table 1) could have negative impact on banana nutrition and growth.

Table 1. Soil physical and chemical properties of the Walungu study site

Depth (cm)	pH _{H2O}	Org.C %	Exchangeable cations					Al ³⁺	CEC ¹	ECEC	Penetration resistance Kg/cm ²	P ²	Mn
			Ca	Mg	K	Na	Al+H						
			cmol _c /kg soil										mg/kg
0-10	6.1	3.04	11.54	5.29	0.41	0.03	0.14	0	27	19	13.07	2.4	144.5
10-20	5.8	3.01	11.26	5.04	0.20	0.03					14.13	2.0	115.8
20-30	5.9	2.49	10.05	4.52	0.13	0.02					21.26	1.4	171.2
30-40	6.1	1.56	8.8	4.3	0.10	0.02	0.15	0	21	14	26.76	0.9	227.1
40-50	5.9	0.91	6.39	3.17	0.10	0.02					28.52	1.2	223.4
50-60	6.1	0.78	6.82	3.13	0.08	0.02					28.16	1.3	177.6
60-70	5.8	0.74	5.99	2.66	0.11	0.02	0.47	0.06	18	10	28.78	1.4	145.9
Critical levels*	>5.2 ³	>1.74 ³	>6 ⁴	>2.5 ⁴	>1.5 ⁴	<1.0 ⁴					<20 ⁵		>200

1. CEC NH₄OAc. pH7. 2. P available - Mehlich3. No value indicates that soil analysis was not done.

*Critical level as quoted by [9]3; [10]4; [11]5.

Table 2. Root fresh weight and root length density (values are means ± standard deviation)

Soil depth	Root fresh weight (g/dm ³)			Root length density (cm/dm ³)		
	Hoe	Fork	P-value	Hoe	Fork	P-value
0-10 (cm)	0.68±0.65	1.13±0.95	0.14 ^{ns}	6.96±6.21	10.3±7.37	0.05 ^{ns}
10-20 (cm)	3.07±2.02	3.8±2.56	0.42 ^{ns}	27.4±16.47	32.8±18	0.40 ^{ns}

ns: not significant at 0.05 level.

4 CONCLUSION

In perennial the banana-bean intercropped systems, tilling soil with a forked hoe affected the banana root system to the same degree as a traditional hand hoe with blade, in the upper 20 cm soil layer. In this respect, blade or forked hoes with a 'depth' of 20 cm seem unsuitable for the adoption of minimum tillage in banana-bean cropping systems. Additional research on minimum tillage in banana-based systems should preferably focus on selecting lesser harmful tillage tools to the banana roots.

ACKNOWLEDGEMENTS

Author gratefully thank the DGDC Belgium who through CIALCA (Consortium for Improving Agriculture-based Livelihoods in Central Africa) has funded this study.

REFERENCES

- [1] Lassoudière, A. (1978). Quelques aspects de la croissance et du développement du bananier 'Poyo' en Côte d'Ivoire. Le système radical. Fruits 33: 314-338.
- [2] Araya, M. (2005). Stratification and spatial distribution of the banana (Musa AAA, Cavendish subgroup, cvs 'Valery' and 'Grande Naine') root system. In: D.W. Turner and F.E. Rosales (eds.) Banana root system: towards a better understanding for its productive management. Proc. Inter. Symp., p. 83-103.
- [3] Muliele, T., Biellers C. and van Asten P. (2012). Short-term effect of tillage on the rooting system and growth of East African Highland Banana. Proc. PhD Student Day ENVITAM, p.67.
- [4] FAO/UNESCO. (1998). Soil Map of the World. Revised legend. World Resources Report 60, Rome.
- [5] Pypers, P., Sanginga, J.M., Kaseraka, B., Walangululu, M. and Vanlauwe, B. (2011). Increased productivity through integrated soil fertility management in cassava-legume intercropping systems in the highlands of Sud-Kivu, DR Congo. Field Crop Res. 120 (1): 76-85.
- [6] Farrow, A., Busingye, L. and Bagenze, P. (2006). Characterization of Mandate Areas for the Consortium for Improved Agriculture-based Livelihoods in Central Africa (CIALCA). CIALCA Technical Report No. 1.

- [7] Blomme, G. (2000). The interdependence of root and shoot development in banana (*Musa* spp.) under field conditions and the influence of different biophysical factors on this relationship. PhD-thesis (unpublished), Katholieke Universiteit Leuven, Belgium.
- [8] Irizarry, H., Silva, S. and Vicente-Chandler, J. (1981). Effect of water table level on yield and root system of plantains. J. Agri. Univ. of Puerto Rico 64: 33-36.
- [9] Odeke, M., Rubaihayo, P. and Osiru, D. (1999). Effect of spacing, stage and method of desuckering on bunch size and yield of banana cultivar "Kibuzi" (AAA-EA). Afri. Crop Sci. J. 7: 349-353.
- [10] Godefroy, J., Lassoudière, A., Rutunga V. and Sebahutu, A. (1992). Caractéristiques des parties aériennes et du système racinaire des bananiers triploïdes AAA sous-groupe bananes à bière de l'Afrique de l'Est cultivées au Rwanda. Fruits 47: 277-280.
- [11] Unger, P., Kaspar T. (1994). Soil compaction and root growth: A review. Agron. J. 86: 759-766.

Simulation numérique d'un séchage solaire sous serre à air convectif naturel : Application au séchage de fèves de cacao

[Numerical simulation of a greenhouse solar drying at natural convective air : Application to drying cocoa beans]

**Karidioula Daouda¹, Koné Kisselmina Youssouf², Akmel Djedjro Clement³, Assidjo Nogbou Emmanuel³, Trokourey Albert²,
and Laguerre Jean-Claude⁴**

¹UFR Sciences et Technologies, Laboratoire de chimie, Université de Man, Côte d'Ivoire

²UFR SSMT, Laboratoire de chimie - physique, Université Félix Houphouët Boigny (UFHB) de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire

³UMRI Sciences des Procédés Alimentaires Chimiques et Environnementaux, Institut National Polytechnique Félix Houphouët-Boigny (INP-HB), BP 1313 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire

⁴Département des Sciences et Technologie Agro-Industriel, Institut Polytechnique UniLaSalle Beauvais, 19 Rue Pierre Waguët 60026, Beauvais, France

Copyright © 2020 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 aim of this study is to compare a greenhouse solar drying simulated by a developed numerical model, with the actual experimental drying of cocoa beans. Thus, using multiphysical models (based on conservation laws of energy, mass and momentum within the dryer and beans), it was possible to simulate the greenhouse drying behavior of the beans. The resolution of the developed equation system was done using the finite element method of COMSOL Multiphysics 4.0 software. For the validation of the numerical model, an experimental study has been developed at the designed dryer. In this study, a drying operation of cocoa beans was conducted. The characteristics of the drying air (temperature, relative humidity and speed) as well as the mass of the beans were regularly determined over time. The results indicate that, in general, there is good agreement between the experimental results and the simulated results (R close to unity). This allows a validation of the mathematical model of the drying of cocoa beans within the greenhouse type solar dryer used.

KEYWORDS: Modeling, simulation, greenhouse dryer, cocoa beans, energy balance, material balance.

RÉSUMÉ: L'objectif de cette étude est de comparer un séchage solaire sous serre simulé par un modèle numérique développé, avec le séchage expérimental réel des fèves de cacao. Ainsi, à l'aide de modèles multiphysiques (basé sur les lois de conservation d'énergie, de masse et de quantité de mouvement au sein du séchoir), il a été possible de simuler le comportement au séchage sous serre des fèves. La résolution du système d'équations développé s'est faite par la méthode des éléments finis à l'aide du logiciel COMSOL Multiphysics 4.0. Pour la validation du modèle numérique, une étude expérimentale a été élaborée au niveau du séchoir conçu. Dans cette étude, une opération de séchage de fèves de cacao a été menée. Les caractéristiques de l'air de séchage (température, humidité relative et vitesse) ainsi que de la masse des fèves ont été régulièrement déterminées au cours du temps. Les résultats indiquent qu'en général, il existe une bonne concordance entre les résultats expérimentaux et les résultats simulés (R proche de l'unité). Ce qui permet une validation du modèle mathématique du séchage de fèves de cacao au sein du séchoir solaire type serre.

MOTS-CLEFS: Modélisation, simulation, séchoir serre, fèves de cacao, bilan énergétique, bilan matière.

NOMENCLATURE

ρ : Masse volumique (kg/m^3)
 C_p : Capacité calorifique à pression constante J/ (kg.K)
 C : Concentration en eau du produit (kg.m^{-3})
 k : Conductivité thermique W/(m.K)
 k_c : Coefficient de transfert de masse (m.s^{-1})
 q : Source de chaleur ou densité volumique d'énergie générée (W/m^3)
 g : Constante de pesanteur (m.s^{-2})
 ε : Coefficient d'émission
 G : Irradiation en provenance d'une surface (W/m^2)
 l_{da} : Chaleur latente de vaporisation d'eau à 100 OC (J.kg^{-1})
 D : Coefficient de diffusion d'eau du produit ($\text{m}^2.\text{s}^{-1}$)
 D_m : Viscosité cinématique de l'eau au sein du produit ($\text{m}^2.\text{s}^{-1}$)
 σ : Constante de Stefan ($\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$)
 h_e : coefficient de transfert de chaleur de l'air extérieur ($\text{W.m}^{-2}.\text{K}$)
 η : viscosité dynamique (Pa.s)
 ξ : viscosité élongationnelle (Pa.s)
 T : Température (K)
 x : Variable d'espace dans la direction horizontale (m)
 y : Variable d'espace dans la direction verticale (m)
 u : vitesse suivant x de l'air au sein du séchoir (m/s)
 v : vitesse suivant y de l'air au sein du séchoir (m/s)
 t : temps (h)
 η : viscosité dynamique du fluide (air) (Pa.s)

INDICES

lamp : lampe
 b : surface du produit
 T : produit
air : air
 s : sortie
 e : entrée
amb : ambiant
 O : initiale

1 INTRODUCTION

Le séchage est une opération importante dans le domaine agro-alimentaire et industriel. Cette opération qui consiste à éliminer partiellement ou totalement l'eau d'un produit humide, constitue un moyen de conservation ou une étape dans la transformation de certains produits [1-4]. Le séchage par air chaud forcé (électrique), reste un procédé très onéreux et non utilisable dans les secteurs ruraux des pays en développement. Le développement des énergies renouvelables et tout particulièrement l'énergie solaire, a été sérieusement envisagé car il est une solution qui intègre les différentes problématiques liées au séchage, à savoir une économie d'énergie, une réponse à la dispersion géographique des lieux de séchage et une simplicité des techniques mises en œuvre [5]. Cette technique est une alternative raisonnable, en particulier dans les pays en développement où le degré d'ensoleillement est élevé tout au long de l'année et où l'utilisation des méthodes traditionnelles continue de s'imposer.

Le paysan pratique le séchage au soleil en étalant les produits agricoles parfois à même le sol, sur des aires en ciment, sur des claies en natte. Ceux-ci sont ainsi exposés aux intempéries, à la poussière, aux insectes et aux germes de toutes sortes. Ces méthodes pourraient entraîner non seulement la pollution des produits séchés, mais aussi la photo-oxydation des vitamines photosensibles et de composés phénoliques notamment pour les plantes aromatiques. Certains pratiquent le séchage au grenier à l'aide de la fumée générée par la combustion du bois ou de déchets variés. Si ce type de séchage conduit à un produit fini de teneur en eau suffisamment basse, il pose en revanche un problème de qualité dû à une forte teneur en acide acétique

et à un goût de fumée notamment dans le cas de certains produits tels que le cacao [6]. On enregistre ainsi une perte considérable non seulement au niveau de la quantité, mais aussi au niveau de la qualité du produit séché. L'amélioration rationnelle de toutes ces techniques passe par la mise en place de séchoirs solaires.

Dans le but d'utiliser efficacement ce type de séchoir sous serre et de prédire son comportement selon les conditions climatiques locales, qu'il a été envisagé cette étude. Elle a pour objectif de réaliser une simulation numérique du procédé de séchage solaire sous serre en convection naturelle, puis de valider le modèle de simulation développé par une application sur le séchage de fèves de cacao.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 SÉCHOIR SOLAIRE SERRE

En vue de faciliter sa construction et de le rendre accessible aux agriculteurs, nous avons opté pour un modèle de séchoir classique et assez simple. Il s'agit d'un séchoir solaire direct à vocation agricole destiné au séchage de produits agricoles tels que le cacao et éventuellement à leur conservation en sacs. Le dispositif utilisé est présenté sur la Figure 1. La structure mise en place est une serre de longueur $L = 3\text{ m}$, de largeur $l = 3\text{ m}$ et de hauteur $h = 2,5\text{ m}$. Celle-ci respecte les recommandations concernant l'orientation des serres [7], à savoir :

- Deux sortes d'ouvertures (entrée et sortie d'air) pratiquées sur les parois latérales perpendiculaires à la direction Nord-Sud,
- Les entrées d'air sont au niveau de la paroi recevant le vent dominant : direction nord-sud et la sortie sur la paroi opposée,
- Le grand axe de la serre est parallèle à la direction Est-Ouest.

Les parois latérales et les capteurs sont en vitre à l'exception de la surface ouest qui est en plastique transparent. L'inclinaison des capteurs est de 18 degrés par rapport à l'horizontale (figure 1).

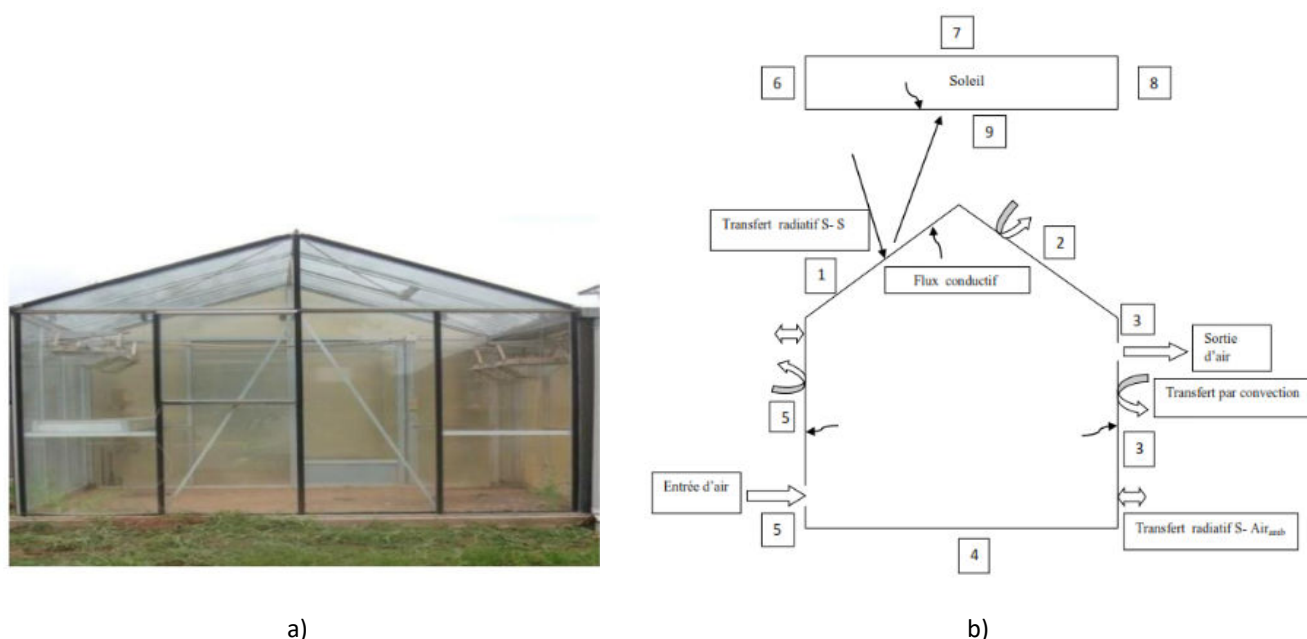


Fig. 1. a) Séchoir solaire serre expérimental ; b) Description du système à modéliser : éléments et mécanismes à prendre en compte dans un modèle de séchoir solaire

2.2 PRÉPARATION DES FÈVES DE CACAO

Les fèves de cacao utilisées ont été achetées dans le village de Toubokro (à proximité de Yamoussoukro) pour la partie expérimentale. Elles avaient déjà subi une fermentation de 7 jours. C'est donc le premier jour de séchage, en vue de l'arrêt de cette fermentation, que la serre solaire a été utilisée. Les fèves ont été étalées sur une étagère comme présenté à la figure 2 avec la description des différents échanges qui ont lieu au niveau du produit.

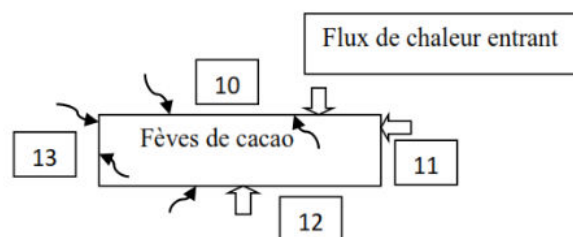


Fig. 2. Disposition des fèves de cacao sur l'étagère avec les différents échanges qui ont lieu au niveau du produit

2.3 MODÉLISATION DU SÉCHAGE SOLAIRE SOUS SERRE

Le modèle mathématique des transferts de chaleur, du mouvement du fluide au sein du séchoir et de la diffusion d'eau au niveau du produit a été développé à partir des bilans énergétiques, de quantités de mouvement de l'air et de diffusion d'eau. Ces bilans traduisent la conservation de l'énergie, de la quantité de mouvement et de la masse. Dans un souci de simplification, le modèle proposé est basé sur les hypothèses suivantes :

- Les propriétés tant géométriques que physiques de la serre sont supposées uniformes dans la direction de son grand axe,
- La serre est donc assimilée à sa section droite transversale et les effets de bord liés aux extrémités sont négligés.
- La couverture de la serre est considérée comme une surface de faible épaisseur où l'échange par conduction entre la face extérieure et intérieure peut être négligé.
- Les radiations solaires captées par les faces latérales de la serre sont négligées.

Les hypothèses susmentionnées permettent le développement des modèles du séchoir solaire et des transferts thermiques au sein du produit le plus simplement possible. Les coefficients de transferts thermiques, de quantité de mouvement et les autres grandeurs physiques qui interviennent dans le modèle ont été pris à partir de la littérature [13].

2.3.1 MODÈLES DE CONSERVATION D'ÉNERGIE DU SÉCHOIR À VIDE

Les équations de ces modèles ont été obtenues en appliquant la loi de conservation d'énergie au niveau du sous domaines I (chambre de séchage) et du sous domaine II (soleil) couplées à leurs différentes conditions aux limites.

Ainsi pour le sous domaine I, les équations (1) à (9) ont été développées.

- Le bilan énergétique dans la chambre de séchage (sous domaine I) est donné par l'équation 1:

$$\rho_{air} C_{p_{air}} \frac{\partial T_I}{\partial t} - k_{air} \left(\frac{\partial^2 T_I}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_I}{\partial y^2} \right) = 0 \quad (1)$$

Avec $0 \leq x \leq 3 \text{ m}$; $0 \leq y \leq 2,5 \text{ m}$ pour ce sous domaine ; T_I : température du sous domaine I (°C)

- Les conditions aux limites du séchoir à vide (domaine I)

Pour la chambre de séchage (sous domaine I), trois types de limites sont présenté par rapport à sa symétrie. D'abord les limites 1 et 2 qui délimite le transfert de chaleur au niveau de la toiture en verre de la serre et mise en exergue par les conditions aux limites représentées par les Eq. 2 et 3.

Limites 1 et 2 :

$$-K_{air} \cos \theta \left(\frac{\partial T_1}{\partial x} \right) + K_{air} \sin \theta \left(\frac{\partial T_1}{\partial y} \right) = h_e (T_0 - T_1) + \varepsilon (G - \sigma T_1^4) \quad (2)$$

$$K_{air} \cos \theta \left(\frac{\partial T_2}{\partial x} \right) + K_{air} \sin \theta \left(\frac{\partial T_2}{\partial y} \right) = h_e (T_0 - T_2) + \varepsilon (G - \sigma T_2^4) \quad (3)$$

Avec T_0 : la température initiale de la toiture de la serre ; T_1 et T_2 : températures externes des côtés respectifs gauche et droit de la toiture en verre du sous domaine I ($^{\circ}\text{C}$) (figure 1); les autres paramètres sont précisés dans la nomenclature.

Pour ces limites, du fait de l'inclinaison d'un angle β , on a : $0 \leq y \leq 0,5 \text{ m}$ et $0 \leq x \leq 3 \text{ m}$ et $\beta = \pi/10$

Ensuite, sur les faces d'entrée et de sortie de la serre, on a des ouvertures basse (pour l'entrée de l'air) et haute (sortie de l'air), qui permettent de distinguer deux limites : 3, 3' et 5, 5'. Ainsi pour le côté entrée et sortie de l'air de la chambre de séchage (sous domaine I) les conditions aux limites sont exprimées à travers les équations 4 à 7.

Limite 3, 3', 5 et 5' :

$$-K_{air} \left(\frac{\partial T_3}{\partial x} \right) = h_e (T_0 - T_3) + \varepsilon \sigma (T_{amb}^4 - T_3^4) \quad (4)$$

$$-K_{air} \left(\frac{\partial T_5}{\partial x} \right) = h_e (T_0 - T_5) + \varepsilon \sigma (T_{amb}^4 - T_5^4) \quad (5)$$

$$-K_{air} \left(\frac{\partial T_{3'}}{\partial x} \right) = h_e (T_0 - T_{3'}) + \varepsilon \sigma (T_{amb}^4 - T_{3'}^4) \quad (6)$$

$$-K_{air} \left(\frac{\partial T_{5'}}{\partial x} \right) = h_e (T_0 - T_{5'}) + \varepsilon \sigma (T_{amb}^4 - T_{5'}^4) \quad (7)$$

Avec T_3 , $T_{3'}$, T_5 et $T_{5'}$: les températures externes des côtés 3, 3', 5 et 5' sur la figure 1 ($^{\circ}\text{C}$) ; les autres paramètres sont précisés dans la nomenclature. Pour ces limites, on a : $0 \leq x \leq 3 \text{ m}$

Enfin pour le sol sur lequel est posé la serre, on a la limite 4, où il n'existe pas de transfert de chaleur dû à l'air extérieur de séchage. Cette condition aux limites est exprimée par l'équation 8.

Limite 4 :

$$K_{air} \left(\frac{\partial T_4}{\partial y} \right) = 0 \quad (8)$$

Avec T_4 : température externe du côté 4 sur la figure 1 ($^{\circ}\text{C}$) ; les autres paramètres sont précisés dans la nomenclature. Pour cette limite, on a : $0 \leq y \leq 2,5 \text{ m}$.

Concernant les ouvertures sur les faces 3 et 5 du sous domaine I, la condition aux limites est présentée dans l'équation 9.

Limite sortie d'air et entrée d'air :

$$\frac{\partial T_s}{\partial x} = 0 \text{ et } T_e = T_0 \quad (9)$$

Pour la limite sortie, on a : $0 \leq x \leq 0,002 \text{ m}$; T_s : température de sortie de l'air et T_e : température d'entrée de l'air.

2.3.2 MODÉLISATION DU RAYONNEMENT SOLAIRE

Dans cette étude, le soleil a été représenté par le sous domaine II. Ainsi en appliquant la loi de conservation d'énergie au niveau de ce sous domaine avec leurs conditions aux limites, l'on obtient les équations 10 et 11.

- Le bilan énergétique du rayonnement solaire (sous domaine II) est donné par l'équation 10:

$$\rho_{lamp} c_{p,lamp} \frac{\partial T_{II}}{\partial t} - k_{lamp} \left(\frac{\partial^2 T_{II}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_{II}}{\partial y^2} \right) = q_{lamp} \quad (10)$$

Avec $0 \leq y \leq e_{lamp} = 0,5 \text{ m}$ et $0 \leq x \leq 3 \text{ m}$ pour le sous domaine II. T_{II} : température du sous domaine II ($^{\circ}\text{C}$)

- **Les conditions aux limites du sous domaine II (soleil)**

Le sous domaine II représentant le soleil (figure 1), fait distinguer deux types de conditions aux limites : celle du côté 9 (ou limite 9), située juste en dessous de la serre de séchage, est responsable du rayonnement solaire direct selon l'équation 11 ; et celle des côtés 6, 7 et 8 dont le rayonnement n'est pas direct sur le séchoir (Eq. 12).

Limite 9 :

$$-k_{lamp} \left(\frac{\partial T_9}{\partial y} \right) = \varepsilon (G - \sigma T_9^4) \quad (11)$$

Avec $0 \leq y \leq e_{lamp} = 0,5$ m pour cette limite ;

Ainsi, pour les limites 6, 7 et 8 où la condition aux limites est égale à la température initiale.

Limite 6,7 et 8 :

$$T = T_0 \quad (12)$$

2.3.3 MODÈLES DE CONSERVATION D'ÉNERGIE DU SÉCHOIR CHARGÉ DES FÈVES DE CACAO

Concernant le séchoir chargé, les équations déterminées ci-dessus pour les domaines I et II restent valables. A ces équations, viennent s'ajouter celles liées au sous domaine III. Et le sous domaine III est représenté uniquement par les fèves de cacao. Par application de la loi de conservation d'énergie à ce sous domaine III, on obtient les équations 13 à 17).

- **Le bilan énergétique dans la chambre de séchage chargée (sous domaine III) est donné par l'équation 13:**

$$\rho_T C_{pT} \frac{\partial T_{III}}{\partial t} - k_T \left(\frac{\partial^2 T_{III}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T_{III}}{\partial y^2} \right) = 0 \quad (13)$$

Avec $0 \leq x \leq 3$ m ; $0 \leq y \leq 2,5$ m, pour ce sous domaine ; T_{III} : température du sous domaine III (°C)

- **Les conditions aux limites du séchoir chargé de fèves**

Le domaine III, représenté par les fèves de cacao qui chargent la chambre de séchage (domaine I), comprend 4 types de limites (10,11,12 et 13) en supposant que les fèves ont une forme rectangulaire en 2D (figure 2). Lesquelles limites génèrent des conditions aux limites présentées par les équations 14 à 17.

Limite 10:

$$K_{air} \left(\frac{\partial T_{10}}{\partial y} \right) - K_T \left(\frac{\partial T_{10}}{\partial y} \right) = D_m \cdot l_{da} \cdot c_{10} \quad (14)$$

Limite 11:

$$K_T \left(\frac{\partial T_{11}}{\partial x} \right) - K_{air} \left(\frac{\partial T_{11}}{\partial x} \right) = D_m \cdot l_{da} \cdot c_{11} \quad (16)$$

Limite 12:

$$K_T \left(\frac{\partial T_{12}}{\partial y} \right) - K_{air} \left(\frac{\partial T_{12}}{\partial y} \right) = D_m \cdot l_{da} \cdot c_{12} \quad (15)$$

Limite 13:

$$K_{air} \left(\frac{\partial T_{13}}{\partial x} \right) - K_T \left(\frac{\partial T_{13}}{\partial x} \right) = D_m \cdot l_{da} \cdot c_{13} \quad (17)$$

2.3.4 MODÈLES DE CONTINUITÉ ET DE TRANSPORT DE LA QUANTITÉ DE MOUVEMENT

Les équations de ces modèles ont été obtenues en appliquant la loi de continuité et de conservation de la quantité de mouvement au niveau du sous domaines I (chambre de séchage) et du sous domaine II (soleil) couplées à leurs différentes conditions aux limites. Ainsi pour le sous domaine I, les équations 18 et 19 ont été développées.

- Le bilan de continuité et conservation de la quantité de mouvement dans le domaine I est donné par l'équation 18 et 19:

On a $\mathbf{u} = (u, v)$ donc :

$$\frac{\partial \rho_{air}}{\partial t} + \rho_{air} \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) + u \frac{\partial \rho_{air}}{\partial x} + v \frac{\partial \rho_{air}}{\partial y} = 0 \quad (18)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho_{air} \frac{\partial u}{\partial x} + \rho_{air} u \frac{\partial u}{\partial x} + \rho_{air} v \frac{\partial u}{\partial y} = 2\eta \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) + \left(\xi - \frac{2}{3}\eta \right) \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y} \right) + F_x \\ \rho_{air} \frac{\partial v}{\partial x} + \rho_{air} u \frac{\partial v}{\partial x} + \rho_{air} v \frac{\partial v}{\partial y} = 2\eta \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) + \left(\xi - \frac{2}{3}\eta \right) \left(\frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} \right) + F_y \end{array} \right. \quad (19)$$

Avec : $F_y = g(\rho_{air0} - \rho_{air})$, $F_x = \xi = 0$ et $P = cte$ et Avec $0 \leq x \leq 3 \text{ m}$; $0 \leq y \leq 2,5 \text{ m}$ pour le sous domaine I.

- Les conditions aux limites du séchoir à vide (domaine I)

Ici, les limites de la chambre de séchage sont composées des côtés 1, 2, 3, 3', 4, 5, 5' du sous domaine I, qui ont pour conditions aux limites l'expression mathématique suivante (Eq. 20). Pour ce qui est de l'entrée et de la sortie de l'air dans le sous domaine I, les conditions aux limites sont mises en exergue dans les équations 21 et 22.

Limites 1, 2, 3, 4, 5, 3' et 5'

$$\text{On a } \mathbf{u} = (u, v) = 0 \quad (20)$$

Limite entrée d'air

$$\text{On a } \mathbf{u} = u_e = \mathbf{U}_0 \quad (21)$$

Limite sortie d'air

$$\frac{\partial \rho_{sair}}{\partial t} + \rho_{sair} \left(\frac{\partial u_s}{\partial x} + \frac{\partial v_s}{\partial y} \right) + u_s \frac{\partial \rho_{sair}}{\partial x} + v_s \frac{\partial \rho_{sair}}{\partial y} = 0 \quad (22)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho_{sair} \frac{\partial u_s}{\partial t} + \rho_{sair} u_s \frac{\partial u_s}{\partial x} + \rho_{sair} v_s \frac{\partial u_s}{\partial y} = 0 \\ \rho_{sair} \frac{\partial v_s}{\partial t} + \rho_{sair} u_s \frac{\partial v_s}{\partial x} + \rho_{sair} v_s \frac{\partial v_s}{\partial y} = g(\rho_{air0} - \rho_{sair}) \end{array} \right. \quad (23)$$

Avec $0 \leq x \leq 0,002 \text{ m}$ et $0 \leq y \leq 25 \text{ cm}$ pour cette limite

2.3.5 MODÈLES DE DIFFUSIVITÉ DE L'EAU DU PRODUIT

Les équations de ces modèles ont été obtenues en appliquant la loi de conservation de la masse au niveau du sous domaines III couplées à leurs différentes conditions aux limites. Ainsi pour le sous domaine III, les équations 24 à 28 ont été obtenues.

- Le bilan de matière dans le domaine III est donné par l'équation 18 et 19:

$$\frac{\partial c_{III}}{\partial t} - D \left(\frac{\partial^2 c_{III}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c_{III}}{\partial y^2} \right) = 0 \quad (24)$$

Avec $0 \leq x \leq 3 \text{ m}$; $0 \leq y \leq 2,5 \text{ m}$, pour ce sous domaine ; c_{III} : concentration en eau du sous domaine III ($^{\circ}\text{C}$)

- Les conditions aux limites du séchoir chargé de fèves

Ici le domaine III, comprend 4 types de limites (10,11,12 et 13) en supposant que les fèves ont une forme rectangulaire en 2D (figure 2). Lesquelles limites génèrent des conditions aux limites présentées par les équations 25 à 28.

Limite 10:

$$D \left(\frac{\partial c_{10}}{\partial y} \right) = k_c (c_b - c_{10}) \quad (25)$$

Limite 11:

$$D \left(\frac{\partial c_{11}}{\partial x} \right) = k_c (c_b - c_{11}) \quad (26)$$

Limite 12:

$$-D \left(\frac{\partial c_{12}}{\partial y} \right) = k_c (c_b - c_{12}) \quad (27)$$

Limite 13

$$-D \left(\frac{\partial c_{13}}{\partial x} \right) = k_c (c_b - c_{13}) \quad (28)$$

Avec $0 \leq y \leq 0,026 \text{ m}$; $0 \leq x \leq 1 \text{ m}$ et $C_b = 0,02 \times \sigma_1$, pour le sous domaine III et ses limites ; σ_1 : la masse volumique du produit.

La concentration étant liée à la teneur en eau, l'équation 24 peut s'écrire :

$$\frac{\partial X}{\partial t} - D \left(\frac{\partial^2 X}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 X}{\partial y^2} \right) = 0 \quad (29)$$

$$\text{Avec } X = \frac{m}{m_i} (X_i + 100) - 100 \text{ et } X_i = 100 \left(\frac{m_i}{m_s} - 1 \right)$$

Il en est de même pour les équations 25 ; 26 ; 27 et 28.

Avec : m_i : masse du produit à l'instant initial (kg); m_s : masse anhydre du produit (kg); m : masse du produit à l'instant t (kg); X_i : teneur en eau du produit en base sèche à l'instant initial (% kg eau / kg ms); X : teneur en eau du produit en base sèche à l'instant t (% kg eau / kg ms).

2.3.6 CONDITIONS INITIALES

Les conditions aux limites sont présentées pour chaque domaine comme suit :

- **Condition initiale du Sous domaine I (chambre de séchage)**

Dans ce sous domaine la condition initiale est la suivante : à $t=0$, l'air est considéré à la température $T=T_0$, avec une masse volumique $\rho = \rho_{\text{air}0}$: masse volumique initiale de l'air et à la vitesse $U = 0$.

- **Conditions initiales du Sous domaine II (soleil)**

À $t = 0$ le sous domaine II est supposé à la température $T=T_0$, température externe.

- **Conditions initiales du Sous domaine III (Produit)**

À $t = 0$ le sous domaine III est supposé à la température $T=T_0$ température initiale du produit et $X = X_i = X_0$ teneur en eau initial du produit.

2.4 RÉSOLUTION NUMÉRIQUE

Le développement du système d'équations donne des équations différentielles partielles non linéaires en T , U , ρ et X ; résolues avec le logiciel Comsol Multiphysics 4.0 par la méthode des éléments finis (MEF). Depuis 1969 la MEF est connue comme un outil général de résolution d'équations différentielles partielles (EDP), et est utilisée pour résoudre des problèmes non linéaires et non stationnaires dans plusieurs domaines. [8] Les étapes d'application de la méthode des éléments finis sont les suivantes [9-12]:

- 1^{ère} étape : la réécriture des équations sous forme intégrale suivie d'une formulation faible pour inclure les conditions aux limites.
- 2^{ème} étape : la préparation des données géométriques qui consiste à discrétiser les domaines en éléments et calculer les connectivités de chacun ainsi que les coordonnées de ses nœuds.
- 3^{ème} étape : la construction des matrices élémentaires ; dans cette étape les variables de chaque élément sont approximées par de simples fonctions linéaires, polynomiales ou autres. Le degré du polynôme d'interpolation est relié au nombre de nœuds de l'élément. Notons que l'approximation nodale est appropriée.
- 4^{ème} étape : toutes les propriétés des éléments doivent être assemblées afin de former le système algébrique pour les valeurs nodales des variables physiques. C'est à ce niveau qu'on utilise les connectivités calculées à l'étape 2 pour construire les matrices globales à partir des matrices élémentaires.

2.5 ETUDE EXPÉRIMENTALE

2.5.1 RÉALISATION DU SÉCHAGE DES FÈVES DE CACAO

Trois (3) essais de séchage sous serre de fèves de cacao ont été réalisés dont un essai correspond à six (6) jours de séchage et un jour correspond à neuf (9) heures de séchage de 8h à 17h. La charge moyenne des fèves par unité de surface a été de 20 kg.m⁻². Cependant pour faciliter la pesée, les fèves ont été regroupées par quantité de 0,226 kg sur une surface délimitée par des nacelles de 113 cm². Le processus de séchage a été suivi par la mesure de certains paramètres de l'air de séchage (température ; humidité relative et vitesse) et du produit (teneur en eau du produit en base sèche X).

2.5.2 DÉTERMINATION DES PARAMÈTRES EXPÉRIMENTAUX (TEMPÉRATURE, HUMIDITÉ RELATIVE ET VITESSE DE L'AIR)

Les températures ont été mesurées par un psychromètre à deux thermomètres gradués au 1/10 (Coffret J. TONNELOT, France); les humidités relatives à l'aide d'un diagramme de l'air humide (Diagramme de Mollier) et les vitesses de l'air à l'aide d'un anémomètre à fil chaud à sonde discrète portable (Testo 425, France). L'erreur absolue sur les mesures faites a été de 0,01 m/s.

2.5.3 DÉTERMINATION DE LA TENEUR EN EAU

Pour la détermination des courbes de perte d'humidité X , des pesées de la masse m ont été effectuées, chaque heure, durant toute l'opération de l'essai de séchage jusqu'à la stabilisation du produit ; ce qui correspond en général à une teneur en eau des fèves environ de 8 % (kg eau/kg ms). [6] L'humidité initiale X_0 est déduite à la fin de l'opération de séchage après détermination de la masse anhydre du produit final. Les pesées ont été effectuées grâce à une balance électronique de marque

SARTORIUS BL 1500 (précision 1g). La teneur en eau X_i à l'instant, t (kg eau/ kg de Ms) des essais expérimentaux a été déterminée comme suit (équation 30) :

$$X_i = \frac{m_t - m_s}{m_s} \quad (30)$$

Avec m_t : la masse du produit à l'instant, t (g); m_s : la matière sèche du produit (g)

3 RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1 DISTRIBUTION SPATIOTEMPORELLE DE LA TEMPÉRATURE ET DE LA VITESSE DE L'AIR

Les résultats de simulation de la température au sein de la chambre de séchage (domaine I) sont présentés par les figures 4 et 5.

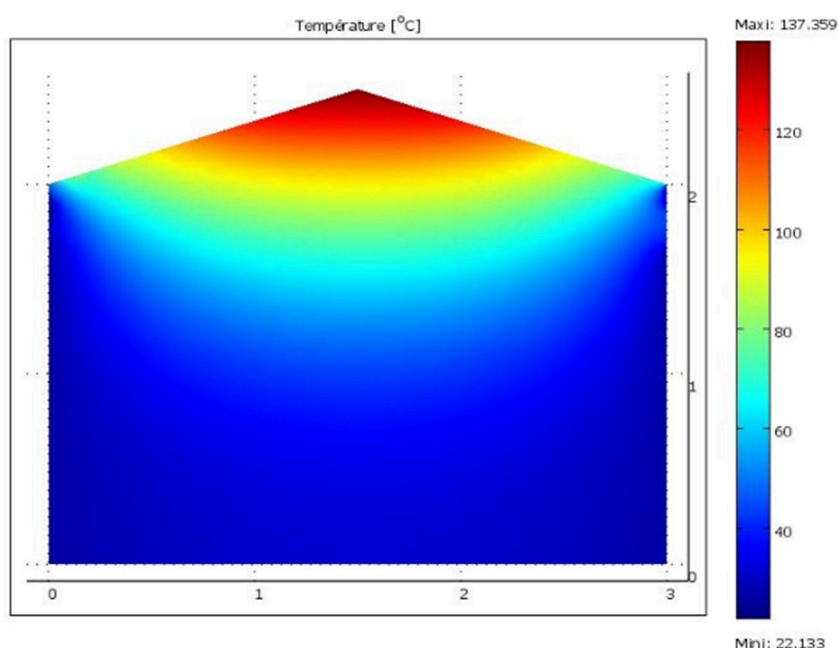


Fig. 3. *Distribution spatiotemporelle de la température au sein du séchoir à $t = 9h$ de fonctionnement*

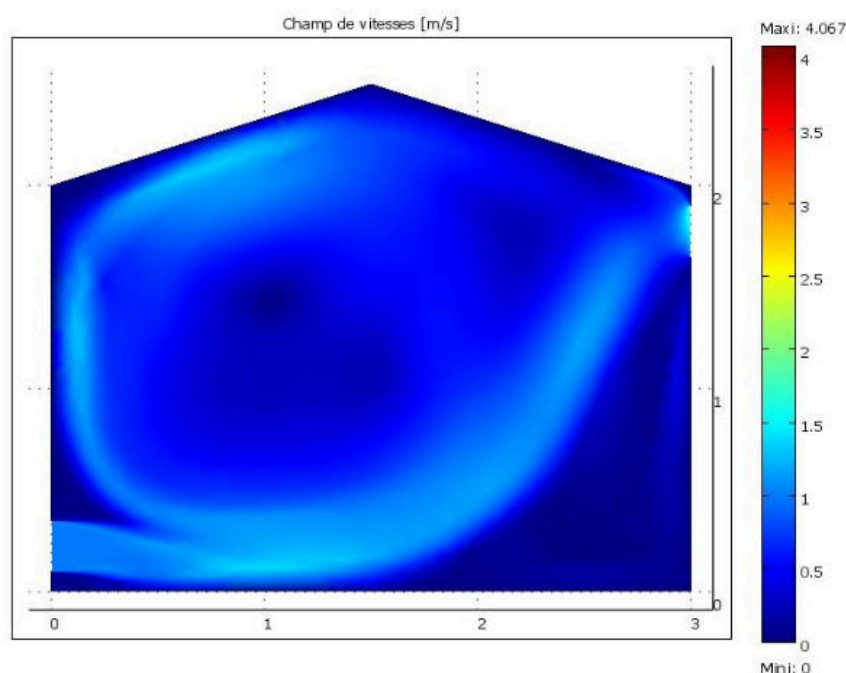


Fig. 4. Distribution spatiotemporelle du champ de vitesse au sein du séchoir à $t = 9h$ de fonctionnement

La Figure 4 montre que les zones les plus chaudes sont en hauteur et pratiquement au centre du séchoir. La forme spatiale de cette distribution est logique car ces zones sont plus proches des capteurs. Aussi, l'analyse de la Figure 5 montre que les champs de vitesse les plus élevés sont étalés également en hauteur et au centre du séchoir. Cela peut être expliqué par le fait que ces régions constituent les zones les plus chaudes donc favorisant la convection naturelle. Ces résultats relatifs à la distribution de température et de champs de vitesse au niveau du séchoir, montrent que les positions convenables à l'exposition des claies de séchage sont situées au centre du séchoir car c'est là qu'on a les plus grands couples de valeurs : vitesse moyenne ($V_{moyenne} = 0,58 \text{ m.s}^{-1}$) et température ($T_{moyenne} = 50,73 \text{ }^{\circ}\text{C}$) convenables au séchage des produits agricoles tels que le cacao. Une étude expérimentale de séchage de fèves a été menée à cette position durant six (6) jours, l'évolution des paramètres caractéristiques de l'air de séchage et la teneur en eau des fèves au cours du temps ont été confrontés.

3.2 CARACTÉRISTIQUES LIÉS À L'AIR DE SÉCHAGE

Les résultats de l'étude comparative entre les données simulées au niveau des caractéristiques de l'air de séchage et les données expérimentales sont présentés aux figures 6, 7 et 8. Ils présentent respectivement l'évolution de la température, de l'humidité relative et de la vitesse de l'air de séchage en fonction du temps.

- Températures de l'air

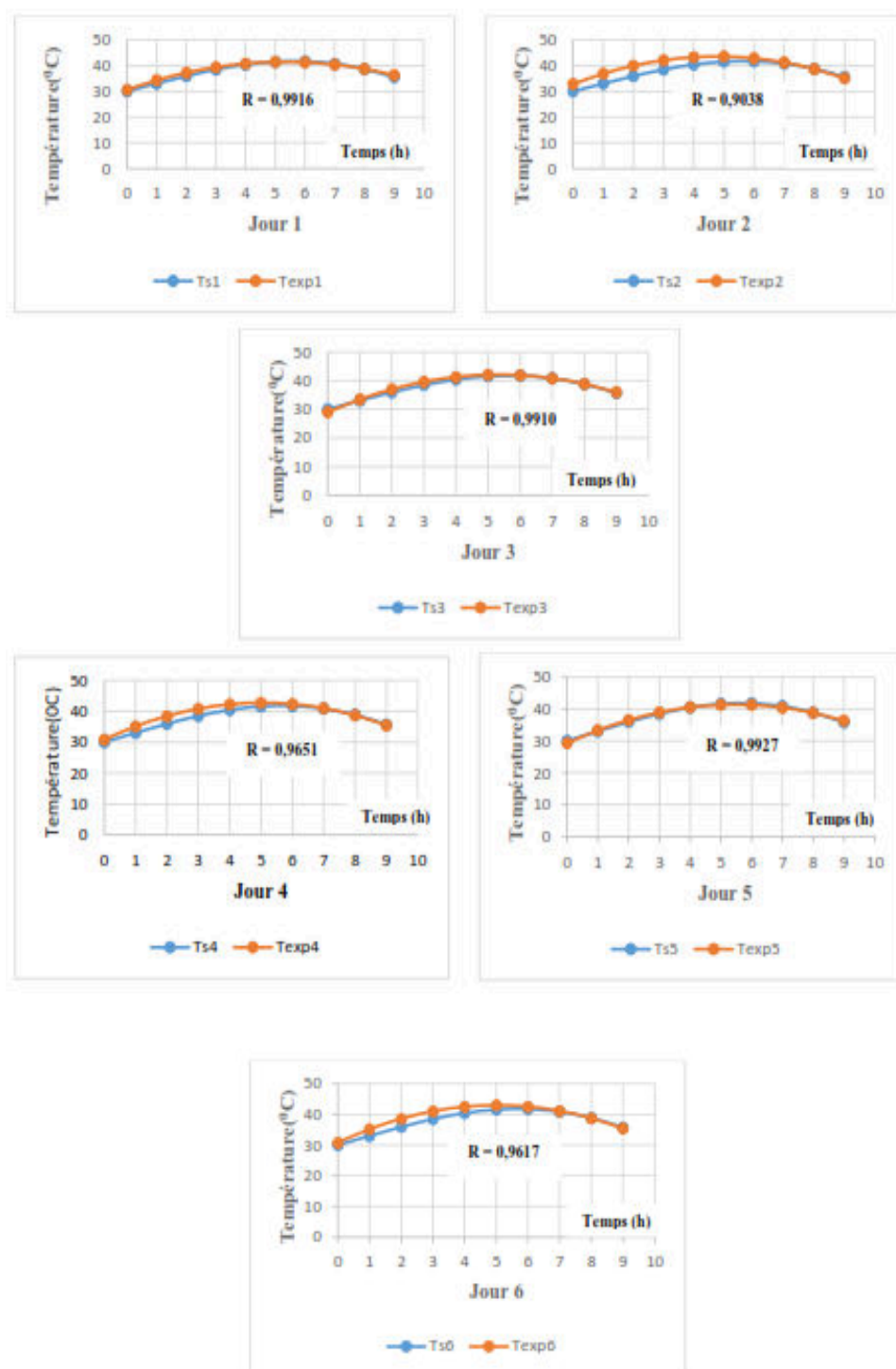


Fig. 5. Comparaison des températures simulée et expérimentale dans la serre de séchage solaire

L'analyse de la figure 6, montre que du premier jour de séchage au 6^e jour de séchage, la température simulée par le logiciel COMSOL, est globalement en concordance avec les données des tests réalisés en réel. Les coefficients de corrélation R obtenus au cours des 6 jours d'essai de séchage entre les valeurs simulées et expérimentales de la température de l'air de séchage varient entre 0,9616 et 0,9927. Cela signifie que les valeurs de températures simulées prédisent très bien celles des

températures expérimentales. Ces résultats sont en conformité avec ceux sur la simulation numérique du comportement dynamique d'un système de séchage solaire de fèves de cacao au Cameroun [6].

- Humidité relative de l'air

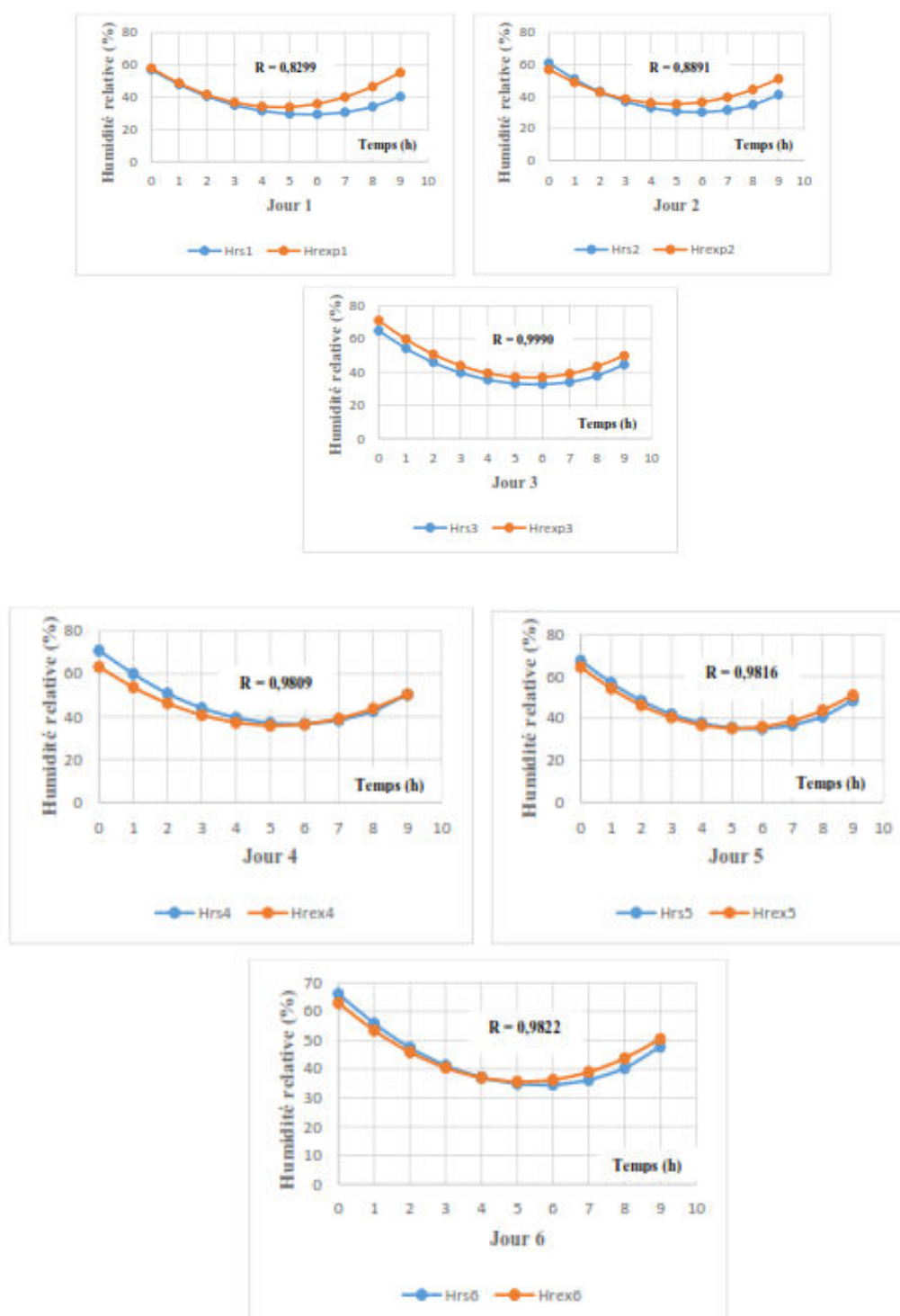


Fig. 6. Comparaison des humidités relatives simulée et expérimentale dans la serre de séchage solaire

A l'observation de la figure 7, on note que du 1^{er} au 6^e jour de séchage, les valeurs de l'humidité relative simulée par le logiciel COMSOL, sont globalement en concordance avec celles des tests réalisés expérimentalement. En effet, les coefficients

de corrélation R obtenus au cours des 6 jours d'essai de séchage entre les valeurs simulées et expérimentales de l'humidité relative de l'air de séchage varient entre 0,8299 et 0,9990. Cela signifie que les valeurs des humidités relatives simulées prédisent très bien celles des températures expérimentales à près de 99%. Ces résultats sont en conformité avec ceux sur la simulation numérique du comportement dynamique d'un système de séchage solaire de fèves de cacao au Cameroun [6].

- Vitesse de l'air

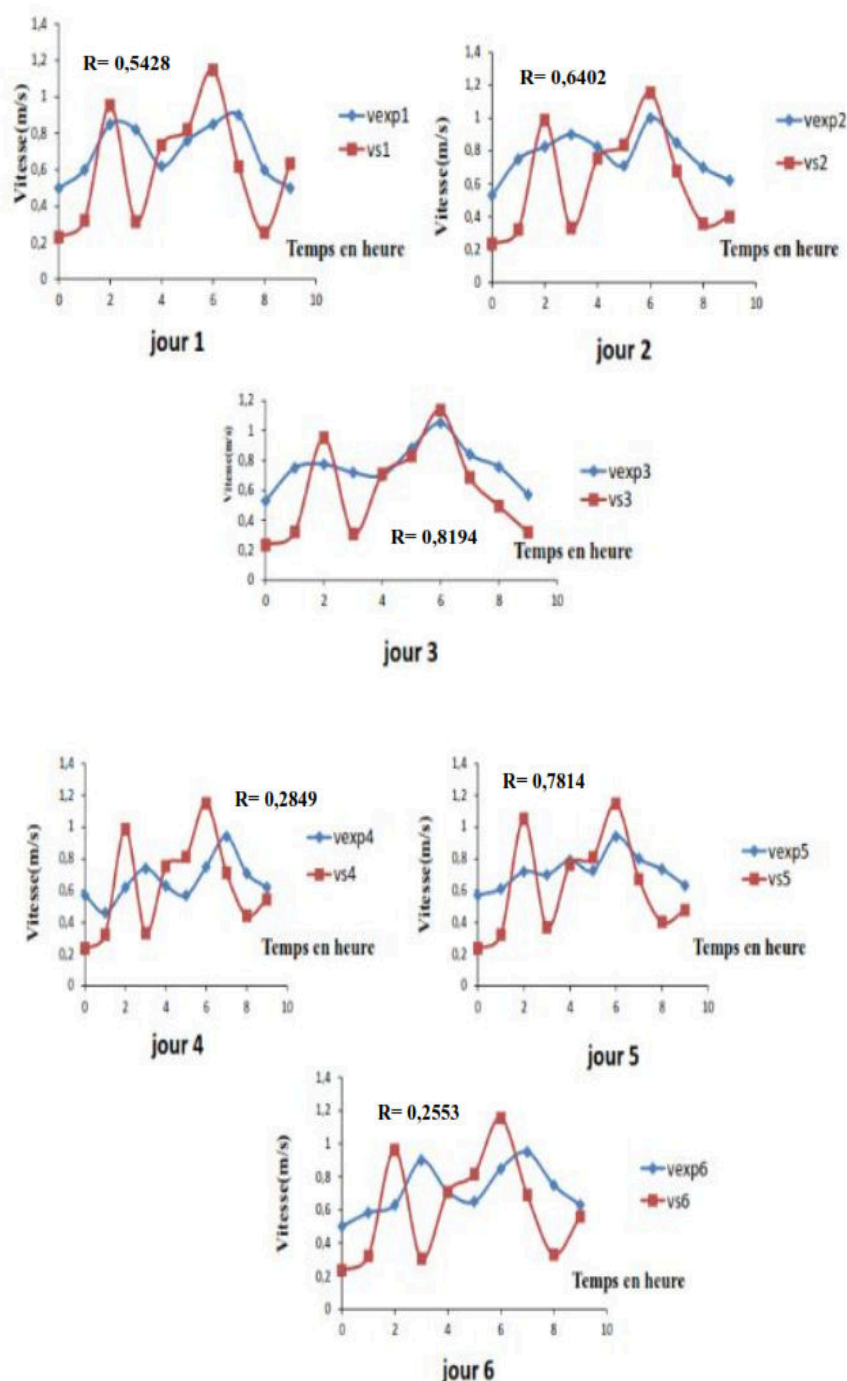


Fig. 7. Comparaison des vitesses simulée et expérimentale dans la serre de séchage solaire

A l'observation de la figure 8, on note que du 1^{er} au 6^e jour de séchage, les valeurs des vitesses de l'air de séchage simulée par le logiciel COMSOL, ne sont globalement en concordance avec celles des tests réalisés expérimentalement. En effet, les coefficients de corrélation R obtenus au cours des 6 jours d'essai de séchage entre les valeurs simulées et expérimentales de vitesse de séchage de l'air varient entre 0,2553 (minimum) et 0,8194 (maximum). Le grand écart observé au niveau des courbes de vitesse de l'air peut s'expliquer par les hypothèses simplificatrices émises au début de la modélisation ; notons également pour expliquer cet écart, la non prise en compte d'une éventuelle variation de la vitesse de l'air à l'entrée du séchoir ; en effet, elle est supposée constante alors qu'elle pourrait varier au cours du temps. Ces résultats sont en conformité avec ceux l'étude expérimentale et la modélisation numérique pour le séchage du raisin sous serre solaire [18].

3.3 ETUDE COMPARATIVE DE L'ÉVOLUTION DE LA TENEUR EN EAU DES FÈVES DE CACAO

Les résultats de l'étude comparative entre les données des valeurs simulées de la teneur en eau des fèves et celles obtenues expérimentalement sont présentés à la figures 9. Ils présentent l'évolution de la teneur en eau dans les fèves en fonction du temps.

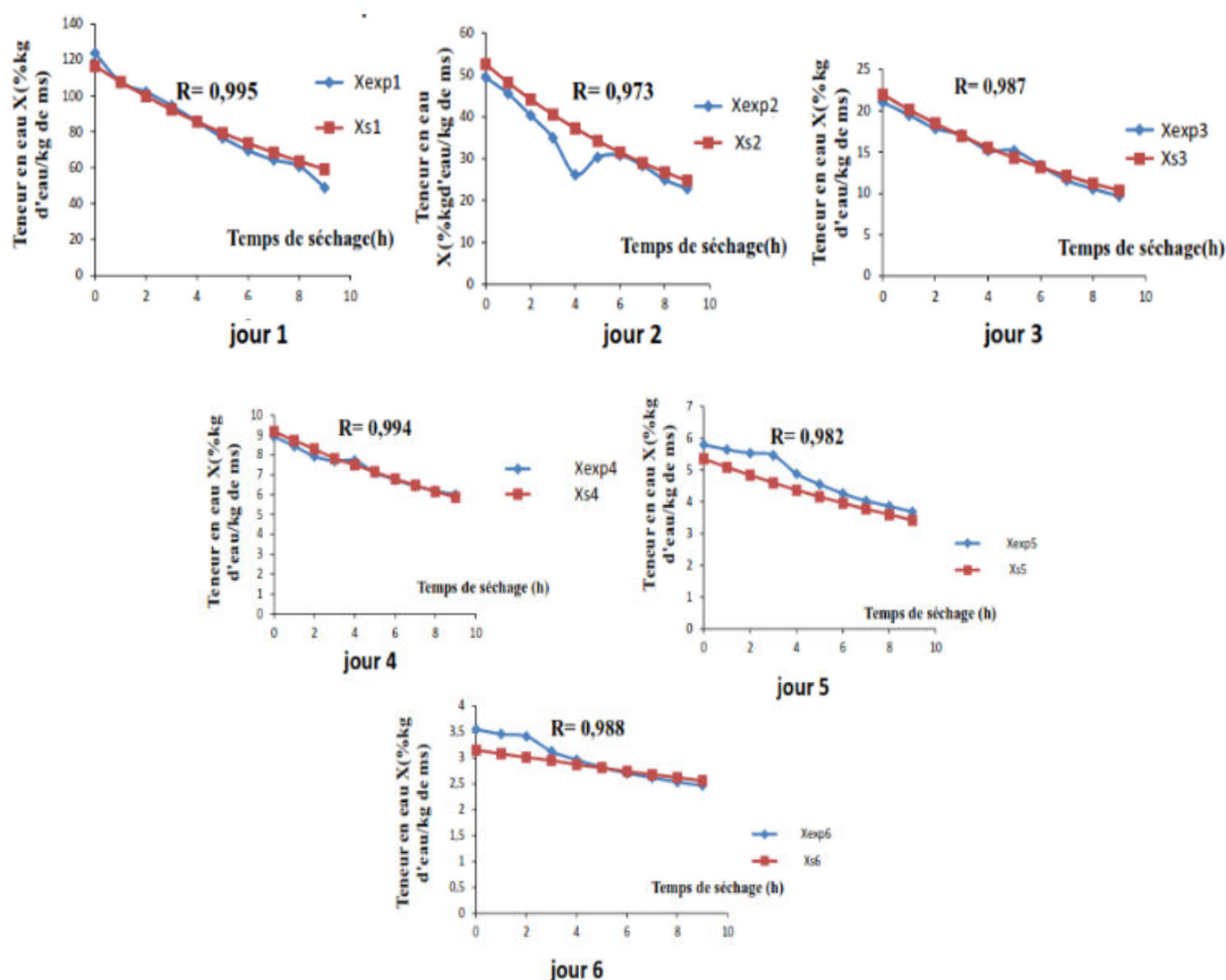


Fig. 8. Comparaison des courbes d'évolution des teneurs en eau simulée et expérimentale des fèves de cacao séchées au soleil dans une serre

L'analyse de la figure 9 montre en général une assez bonne concordance entre courbes simulées et expérimentales pour la teneur en eau du produit. Cette concordance est confirmée par des coefficients de corrélations proches de 1. En effet, on note que du 1^{er} au 6^e jour de séchage, les valeurs des teneurs en eau simulée par COMSOL Multiphysics, sont globalement identiques

à celles des expériences. En plus, les coefficients de corrélation R obtenus au cours des 6 jours d'essai de séchage entre les valeurs simulées et expérimentales de teneur en eau varient entre 0,973 (minimum) et 0,995 (maximum). Ces résultats sont en conformité avec ceux de l'étude expérimentale et la modélisation numérique pour le séchage du raisin sous serre solaire [18].

4 CONCLUSION

Ce travail a fait l'objet du développement et de la validation d'un modèle numérique à échelle de laboratoire. Nous avons présenté dans cette étude une modélisation des différents éléments qui constituent un système de séchage par convection naturelle. Les profils des teneurs en eau des fèves et des différentes caractéristiques de l'air ont été représentés et confrontés à ceux du modèle numérique en vue de valider les résultats prédits par la simulation numérique. On observe en général une bonne concordance entre les résultats expérimentaux et les résultats simulés ; ce qui permet une validation du modèle numérique du séchoir solaire.

Afin d'améliorer ce travail il serait intéressant de définir des lois de variation des paramètres initiaux d'entrée du modèle et réduire les hypothèses simplificatrices émises.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier L'institut UniLaSalle, pour sa franche collaboration, surtout pour l'acquisition de la License COMSOL. Nous n'oublions pas l'INP-HB de Yamoussoukro et* Université Félix Houphouët Boigny d'Abidjan respectivement pour les équipements de séchage et le financement des essais expérimentaux.

RÉFÉRENCES

- [1] Kibangou-Nkembo. S. A., "Contribution à l'étude du séchage solaire de la banane plantain, de la mangue et du manioc : essais de désorption, sorption et modélisation", *Thèse de doctorat, soutenue à l'Université FHB de Cocody-Abidjan* le 20/12/2013.
- [2] S. Toure and S. Kibangou-Nkembo, Chp 463: A numerical model and experimental study of natural solar drying of cassava in Abidjan (Côte d'Ivoire), World Renewable Energy Congress VI, 2000, Elsevier pp. 2155-2158, 2000.
- [3] S. TOURE and S. KIBANGOU-NKEMBO, "Comparative study of natural solar drying of cassava, banana and mango", *Renewable Energy*, vol. 29, n° 6, pp 975 – 990, 2004.
- [4] Warda Belachi., "Application du séchage solaire pour la conservation des produits agro-alimentaire", *Mémoire de magister*, soutenue à L'Université Kasdi Merbah Ouargla, Département de physique le 15/02/2009.
- [5] Peyre, A., Zéau, Y., Analyse de l'utilisation de l'énergie solaire pour le séchage agricole : Programme interdisciplinaire de recherche pour le développement de l'énergie solaire, C.N.R.S.-PIRDES, 1979.
- [6] Nganhou J., Nganya T., Simulation numérique du comportement dynamique d'un système de séchage solaire de fèves de cacao au Cameroun, Laboratoire d'Energétique (LAEN), ENSP – Yaoundé, Cameroun, 2003.
- [7] Akmel C., "Séchage Solaire des fèves de cacao : étude expérimentale et modélisation de la cinétique de séchage", *Thèse de doctorat, soutenue à L'Université d'Abobo-Adjamé Abidjan* le 22/07/2010.
- [8] A., SEGHIR., *chapitre 2 : Méthode des éléments finis*, 2014 [Online], Available: <http://univ-bejaia.dz/a.seghir/?p=mef/mef>, november 24, 2019.
- [9] Zienkiewicz O. C. and Newton R. E., Coupled vibrations of a structure submerged in a compressible fluid. In: *Int. Sym. Finite Element Techniques*, 1st-15th May 1969.
- [10] O. C. Zienkiewicz, R. L. Taylor, J. Z. Zhu, Chapter 1: The Standard Discrete System and Origins of the Finite Element Method, *The Finite Element Method: its Basis and Fundamentals*, Elsevier, Seventh Edition, pp 1-20, 2013.
- [11] Mitra, S. and Sinhamahapatra K.P., "2D simulation of fluid-structure interaction using finite element method", *Finite Elem. Anal. Des.*, Vol. 45, pp52 - 59, 2008.
- [12] Liu, G., R. and Quek-jerry S. S., "A non-reflecting boundary for analyzing wave propagation using the finite element method", *Finite Elem. Anal. Des.*, Vol. 39, pp 403-417, 2003.
- [13] Incropera, F.P and DeWitt D.P., *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*, 4th ed., John Wiley & Sons, 1996.
- [14] Benkhelfellah, R., El Mokretar S., Miri, R. et M. Belhamel., Séchage des produits agro-alimentaires dans un séchoir solaire direct. *12èmes Journées Internationales de Thermique* Tanger, Maroc du 15 au 17 Novembre 2005.
- [15] Hallak, H., Hilal, J., Hilal, F. et Rahhal, R., "The staircase solar dryer: design and characteristics", *Renewable Energy*, Vol. 7, n° 2, pp 177-183, 1996.

- [16] N., Chalal, "Etude d'un séchoir solaire fonctionnant en mode direct et indirect"; *Mémoire de Magister Université Mentouri – Constantine d'Algérie*, soutenu 16 décembre 2007.
- [17] Matallah, A., "Séchage solaire des arachides par trois modes différents : Etude comparatif et aspect qualité" ; *Mémoire de master Université Kasdi Marbah Ouargla d'Algérie*, soutenu le 16 juin 2013.
- [18] I., Hamdi, S. Kooli, A., Elkhadraoui, Z., Azaizia, F., "Abdelhamid, A., Guizani, Experimental study and numerical modeling for drying grapes under solar greenhouse", *Renewable Energy*, Vol 127 pp 936-946, 2018.

PERCEPTION DES HABITANTS DE NYANGEZI SUR LES SOINS OFFERTS PAR L'HOPITAL GENERAL DE REFERENCE DE NYANGEZI

ZIRIRANA NGURUBE Jean Pierre¹, Alice BULAMBO KULILWA¹, BAMPORIKI CINYIGINYA Pascal¹, Marceline FUNDISHO BAHIZIRE², and MUNGUACIZA KABUNGA BENJAMIN¹

¹Institut Supérieur des Techniques Médicales de Nyangezi, RD Congo

²Université Simon Kimbangu de Bukavu, RD Congo

Copyright © 2020 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This article analyzes the perception of the inhabitants of Nyangezi about the care offered by the general reference hospital of Nyangezi. Having noted the use of this population for charlatans and or prayer rooms in the first place, for a late recourse to our care; we thought we would do this research to find out what the people of Nyangezi think about the care offered by HGR / NYANGEZI. There is a need here to diagnose the level of satisfaction of the inhabitants of Nyangezi on the care offered by the general reference hospital of Nyangezi and present to the hospital team, as well as other bodies involved, the guidelines for remedy this situation. The hospital service is indeed complex and presents many aspects such as reception, care, medical monitoring, carrying out technical examinations,... the more the care services are abundant, the more the grounds where one can express his dissatisfaction are numerous..

KEYWORDS: perception, inhabitants, quality care.

RÉSUMÉ: Cet article analyse la perception des habitants de Nyangezi sur les soins offerts par l'hôpital général de référence de Nyangezi. Ayant constaté le recours de cette population aux charlatans et ou aux chambres de prière en premier lieu, pour un recours tardif à nos soins ; nous avons pensé mener cette recherche afin de découvrir ce que pensent les habitants de Nyangezi en rapport avec les soins offerts par l'HGR/NYANGEZI. Il est ici un besoin de diagnostiquer le niveau de satisfaction des habitants de Nyangezi sur les soins offerts par l'hôpital général de référence de Nyangezi et présenter à l'équipe de l'hôpital, ainsi que d'autres instances impliquées, les orientations pour remédier à cette situation. Le service hospitalier est en effet complexe et présente de nombreux aspects tels que l'accueil, les soins, le suivi médical, la réalisation d'examens techniques, ... plus les services de soins sont abondants, plus les terrains où l'on peut exprimer son insatisfaction sont nombreux.

MOTS-CLEFS: Perception, habitants, soins de qualité.

1 INTRODUCTION

1.1 ENONCÉ DU PROBLÈME

Le développement de la RD Congo repose principalement sur la bonne santé de sa population ; force indéniable de toute action politique, économique et sociale. Cet état de santé dépend pour une large part du niveau de fonctionnement de son système de santé qui doit être capable de prévenir les maladies, restaurer la santé et participer à la promotion de conditions favorables à l'atteinte d'un idéal : « un état de bien être complet pour tout congolais ».

La forte dépendance du financement de la santé vis-à-vis de l'extérieur s'est accompagnée de dysfonctionnement qui se matérialise dans la structure du Ministère de santé publique aussi bien au niveau central qu'au niveau intermédiaire. Les

programmes exercent un effet d'aspiration des ressources importantes du niveau intermédiaire vers le central ; au lieu de se préoccuper d'appuyer le développement des ZS, la structure intermédiaire regarde vers le haut, pour en tirer des bénéfices immédiats et ainsi obtiennent plus de poids.... Ici on n'a cité que quelques obstacles à la base du non performance du système de santé en RDC malgré l'apport important financier ce dernier temps.

La Politique Nationale de la Santé (PNS) de la République Démocratique du Congo (RDC) définie pour la première fois en 1984 et révisée en 2001 sur base des recommandations des Etats Généraux de la Santé tenus en décembre 1999.

Elle repose sur la SRSS, basée elle-même sur les Soins de Santé Primaires. Elle a pour but de promouvoir l'état de santé de la population congolaise en fournissant un paquet de soins de santé de qualité, globaux, intégrés et continus avec la participation de la communauté à la planification, la gestion des interventions et services de santé à travers des organes de gestion de la Zone de Santé, dans un contexte global de la lutte contre la pauvreté.

La politique mondiale de la « Santé pour Tous et par Tous » en RDC, laquelle se base sur la prise en compte des besoins sanitaires des Communautés nationales dans leur diversité ; L'adhésion de la RDC au Partenariat International pour la Santé (IHP+) reconnaissant les efforts entrepris dans le pays en vue de renforcer le système de santé comme préalable à la réalisation durable des objectifs du millénaire pour le développement (OMD) et d'autres objectifs de santé d'une part et elle permet de réduire en amont le risque de fragmentation de l'aide internationale et donc, celle des prestations dans nos Zones de Santé, d'autre part.

Le troisième objectif pour le développement durable vise à permettre à tous de vivre en bonne santé et promouvoir le bien-être de tous et à tout âge d'ici 2030.

Malgré les efforts du gouvernement de la RDC et aussi des partenaires pour l'appui au système de santé ; l'accès aux soins de qualité reste un véritable besoin aux congolais en général et en particulier aux habitants de Nyangezi.

Le nombre de lits montés reste faible par rapport à la population de la zone de santé ; 65 lits budgétaires pour une population de 164787 habitants alors que les normes prévoient 100lits pour 100000 habitants et donc pour cette population on devrait avoir environ 165 lits. Combien de malades ont été hospitalisés au cours de l'année 2018 ? Malgré ce nombre de lits, notre taux d'occupation est faible soit de 61,1% pour l'année 2018 ; Si on travaillait avec 165 lits ; on serait à un taux d'occupation de 24,02%.

Il a été constaté que les gens ne viennent pas à l'hôpital de Nyangezi parce qu'ils jouissent d'une permanente bonne santé. Les décès à domicile sont toujours et couramment enregistrés. De ce 24.02% qui ont fréquenté l'hôpital en 2018, la plupart sont venus après avoir consulté soit un charlatan, une chambre de prière ou l'auto médication.

Nous sommes d'une part, professionnels de santé œuvrant au sein de l'hôpital général de Nyangezi, avec le souci de savoir ce que la population nous reproche réellement ; d'autre part, sommes chercheurs du domaine de santé publique et voudrions à cet effet partager les résultats de cette recherche avec le monde scientifique, ainsi qu'avec ceux qui peuvent concourir à la solution du problème. C'est là que nous avons été encouragés à mener la présente recherche.

1.2 BRÈVE PRÉSENTATION DE LA ZONE DE RECHERCHE

L'hôpital général de référence de Nyagezi est l'un des hôpitaux de la zone de santé de NYANGEZI. Il est situé dans le groupement de KARHONGO, territoire de WALUNGU à environ 25 km de la ville de Bukavu sur la route nationale numéro 5 vers Uvira. Il est sous la gestion de l'Archidiocèse de Bukavu.

L'accessibilité est plus freinée par les barrières géographiques et climatiques dans la saison de pluie avec les crues des rivières et marais. Seul un total de 104640/164787 habitants soit 63,5% dispose d'une accessibilité géographique aux structures des soins

1.3 DONNÉES SOCIOCULTURELLES

Les principaux groupes ethniques sont: les Shi, les Lega, les Fuliru.

Les principales langues parlées sont : le mashi, et le swahili.

Les principales religions sont: catholique, protestante, témoins de Jéhovah, branhamistes, islamique, kimbanguisme et autres.

On y remarque aussi quelques us et coutumes en rapport avec le problème de santé dont :

- Les travaux durs sont abandonnés aux femmes (sevrage précoce, affaiblissement du corps et mal nutrition) ;
- Le refus de transfusion par les témoins de Jéhovah, plusieurs décès ont déjà été enregistrés quant à ce ;
- Quelques poches de pratique d'ablation de l'utérus et raclage de la gorge ;
- La polygamie est fortement appuyée par la coutume ;
- Les naissances rapprochées, cause d'une faible connaissance des méthodes de planification familiale, avec comme conséquence, le syndrome d'épuisement maternel ;
- Le recours fréquent à l'automédication ;
- L'existence des chambres des prières et auto – médication indigène (surtout les utéro toniques)

2 MATERIEL, METHODES, HYPOTHESES ET OBJECTIFS

2.1 MATÉRIELS

Sans être exhaustif, les matériels suivants nous ont permis de mener cette recherche :

- Les papiers duplicateurs qui ont servi pour imprimer les questionnaires d'enquête soumis à nos sujets ;
- Les stylos et crayons nous ont servi à noter les réponses et faire les corrections possibles ;
- Un ordinateur portable de marque hp avec les logiciels Word pour la saisie des textes et Excel pour le traitement statistique des données.

2.2 HYPOTHÈSES

La faible fréquentation de l'hôpital par les habitants de Nyangezi et/ou leur recours tardif, après avoir consulté en premier les charlatans et tenter l'automédication, nous a poussé à nous poser les questions suivantes :

- Quelle perception qu'ont les habitants de Nyangezi vis-à-vis de leur HGR ?
- Cette population est-elle satisfaite des soins reçus de cet hôpital ?

En guise de réponse provisoires aux questions ci-haut posées ; nous estimons que : * La perception des habitants de Nyangezi sur les soins offerts par leur hôpital général de référence serait négative suite à un mauvais accueil que les prestataires réservent à leurs clients quand ils leur demandent des services. * Une fois à l'hôpital ; la population de Nyangezi n'est pas satisfaite des soins reçus à cause des attitudes des certains prestataires.

2.3 OBJECTIFS

Nous nous sommes ainsi assignés les objectifs ci-dessous :

- Identifier les causes qui font que les habitants de Nyangezi ne fréquentent pas l'HGR en 1^{er} lieu ;
- Mettre les résultats à la disposition des parties prenantes afin que les mesures idoines soient prises afin d'améliorer de la fréquentation de l'HGR.

2.4 MÉTHODOLOGIE

Pour concrétiser notre action et pour appréhender la perception des habitants de Nyangezi sur les soins reçus à l'HGR/ Nyangezi, nous avons fait appel à la méthode descriptive d'observation transversale appuyée par un questionnaire d'enquête pour récolter les données. Le calcul de l'indice de pourcentage nous a servi à l'analyse et à l'interprétation des résultats.

Pour cette recherche, nous avons utilisé les techniques de collecte des données par analyse documentaire et l'entretien. Ces méthodes nous ont permis d'examiner la documentation disponible permettant d'avoir des informations sur la fréquentation de l'hôpital.

L'entretien avec un questionnaire bien établi, quant à lui, nous a permis d'apprécier la perception des habitants au sujet de la qualité de soins leur offerts par l'hôpital général de référence de Nyangezi.

3 SYNTHÈSE DE LA REVUE DE LA LITTÉRATURE

3.1 DÉFINITIONS

3.1.1 LA PERCEPTION

Selon l'encyclopédie universalis, c'est la faculté de percevoir par les sens, par l'esprit, les sensations, la compréhension, la représentation consciente des objets.

Selon Wikipédia (2020), c'est l'activité par laquelle un sujet fait l'expérience d'objets ou de propriétés présents dans son environnement. Cette activité repose habituellement sur des informations délivrées par ses sens. Chez l'espèce humaine, la perception est aussi liée aux mécanismes de cognition.

Nous pouvons comprendre par ce qui précède que les habitants de Nyangezi ont certainement vécu, entendu, subi, vu, senti,...des choses qui les ont démotivés à ne pas fréquenter l'hôpital général de référence.

3.1.2 LA QUALITÉ DE SOINS

C'est une démarche qui doit permettre de garantir à chaque patient l'assortiment d'actes diagnostiques et thérapeutiques qui lui assurera le meilleur résultat en termes de santé, conformément à l'état actuel de la science médicale au meilleur coût pour un même résultat au moindre risque iatrogène et pour sa plus grande satisfaction en terme de procédures résultats et de contact humains à l'intérieur du système de soins.

Selon l'OMS (2018), la prestation de services de santé de qualité est essentielle pour instaurer la couverture santé universelle. La mesure et l'amélioration de l'accès ne sont pas suffisantes à elles seules pour garantir des soins de qualité aux populations et suivre les progrès vers la couverture santé universelle.

Six éléments constitutifs de la qualité de soins sont :

- **La sécurité** : Mesurer et réduire les risques liés aux soins ;
- **L'efficacité** : Bonne utilisation des ressources, des compétences et des équipements ;
- **L'efficacités** : Capacité de réaliser des résultats (de soins) souhaitables ;
- **L'équité** : Garantir à tous les patients sans distinction des soins de qualité ;
- **Le partenariat** : Prodiger des soins respectueux de la personne, de ses préférences et de ses valeurs ;
- **La réactivité** : Réduire les temps d'attente évitables pour les patients.

Les éléments de la qualité de soins réunis, débouchent à la satisfaction de la population.

Selon Donabedian (1980) ; la satisfaction peut être considérée comme un résultat de la prestation de service (les usagers plus satisfaits sont plus fideles au traitement) ; les usagers peuvent contribuer à définir la qualité dans ce domaine, ils ont généralement une vision plus large que celle des praticiens (notamment en ce qui a trait aux aspects interpersonnels), en exprimant leur niveau de satisfaction, les usagers font une évaluation de la qualité des services.

4 METHODOLOGIE DU TRAVAIL

Notre recherche étant exploratrice de la perception des habitants de Nyangezi sur les soins offerts par l'hôpital général de référence de Nyangezi, nous avons jugé bon de recourir à la méthode descriptive.

Cette méthode nous a été utile dans la mesure où elle nous a permis de décrire la perception de la population de Nyangezi face aux soins offerts par leur HGR.

4.1 POPULATION D'ÉTUDE

Selon Mucchieilli (1971, p.336), la population d'étude est un ensemble de groupes auxquels s'intéresse une étude ayant une caractéristique commune.

La population étudiée est constituée par les résidents du rayon de l'hôpital de Nyangezi afin d'apprécier leur niveau de satisfaction par rapport aux services offerts par l'HGR/Nyangezi.

Selon l'OMS la taille de l'échantillon varie de 1 à 20% de la population totale. Ceci étant et vue l'importance du travail à faire nous avons pris un échantillonnage de 2,5% de notre population totale pour nos 3 aires de santé où est orientée nos

recherches comme l'indique les tableaux ci-dessous. Notre population d'étude est constituée de 956 personnes ayant bénéficiées des soins à l'HGR/Nyangezi et vivant dans l'une des 3 aires de santé. Quelle motivation ayant amené à ne considérer que les trois aires de santé ?

Tableau 1. Répartition de l'échantillon dans l'aire de santé

N°	Aire de santé	Pop totale	Pop d'étude
1.	MUNYA	15904	398
2.	MUZINZI	12096	303
3.	KALENGERA	10259	257
TOTAL		38259	956

956 personnes constituent les sujets de notre étude. Ils représentent ...% de tous les malades hospitalisés au cours de l'année 2018.

Tableau 2. Répartition de la population à enquêter par village

N°	Aire de santé	Pop totale	Pop d'étude
1.	KAMINA	2122	53
2.	CIZIBA MUNYA	3925	98
3.	CAMPOSTE	5536	139
4.	MUNYA	2781	70
5.	CIRIMBA	694	18
6.	NYAMURHAMBYE	845	21
7.	MULENDE	4047	101
8.	BWENDA	950	24
9.	IRHAGA	628	16
10.	KARHUNDU	818	21
11.	BIDAHO	475	12
12.	MUSHEGO	1079	27
13.	CIJINGIRI	1043	26
14.	KABIGANDA	435	11
15.	LUKANANDA	1427	36
16.	ISHUNDA	420	11
17.	MUGANZO	339	9
18.	CIYANJA	435	11
19.	CIBIMBI	1604	40
20.	KALENGERA	3574	90
21.	NTENDERA	1740	44
22.	KAHINA	853	22
23.	LUHORHE	948	24
24.	CISHASHU	1540	39

Les villages repris dans le tableau ci-haut, sont ceux qui constituent les trois aires de santé de notre étude, qui sont dans le tableau 1.

4.2 TECHNIQUES DE COLLECTE DES DONNÉES

Dans cette étude, nous avons recouru au questionnaire d'enquête pour récolter les données. Ainsi, nous avons élaboré un questionnaire adressé à toute personne ayant bénéficié des soins au niveau de l'HGR. Ce questionnaire comprend des questions fermées et des questions ouvertes regroupées autour de deux thèmes :

- L'accueil ;
- Les soins ;

Etant donné que tous nos enquêtés ne connaissent pas lire et écrire, nous avons recruté 6 volontaires pour nous aider à expliquer aux enquêtés les questions et les aider à écrire si besoin. Ces volontaires étaient indépendants, sans influence vis-à-vis de la population et aussi de l'hôpital pour éviter d'introduire les biais dans les réponses. Les enquêtés ont été garantis de toute sécurité et également de l'anonymat, leurs noms n'ayant pas été repris sur les fiches de récolte des données.

4.3 TECHNIQUES DE DÉPOUILLEMENT, D'ANALYSE ET DE TRAITEMENT DES DONNÉES

Pour dépouiller nos données, nous avons recouru à la distribution des fréquences aux différentes réponses des questions fermées et pour les questions ouvertes, nous avons recouru à l'analyse de contenu où nous avons procédé à la catégorisation qui a consisté à déterminer les catégories et à dégager les idées maîtresses de chaque réponse du sujet.

L'utilisation de la technique de pourcentage nous a permis de quantifier nos résultats en utilisant la formule : $P = \frac{f \times 100}{N}$ d'où f = fréquence, N = nombre, P = pourcentage.

5 PRESENTATION, ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

Dans ce chapitre, nous présentons, analysons et interprétons les résultats obtenus à partir de notre enquête.

Nous présentons une question après une autre suivant le thème retenu en enregistrant les réponses fournies par nos enquêtés dans des tableaux de distribution des fréquences et qui sont à leur tour transformés en pourcentage.

5.1 THÈME 1 : PERCEPTION DE NOS ENQUÊTÉS FACE À L'ACCUEIL LEUR RÉSERVÉ PAR LES PRESTATAIRES DE L'HGR/NYANGEZI

Ce thème est exploité par les questions de l'assertion I. du questionnaire adressé aux bénéficiaires des services de l'hôpital de Nyangezi.

Tableau 3. *Perception de nos enquêtés sur l'accueil leur réservé à l'HGR/Nyangezi*

	Très satisfaisant	Satisfaisant	Peu satisfaisant	Insatisfaisant	Total
La signalisation des locaux était ...	90	866	0	0	956
L'accueil administratif était ...	79	825	52	0	956
L'accueil dans l'unité de soins était.	489	409	55	3	956

Au regard de ce tableau, 90/956 soit 9,4% des enquêtés estiment que la signalisation des locaux était très satisfaisant contre 866 soit 90,6% montrant que cette signalisation était seulement satisfaisant. Le même tableau montre que 52/956 enquêtés soit 5,4% montrent que l'accueil administratif était peu satisfaisant ; Dans l'unité des soins 3/956 soit 0,3% montrent que l'accueil dans l'unité des soins était insatisfaisant et 55/956 soit 5,8% prouvent que dans l'unité des soins l'accueil est peu satisfaisant.

Tableau 4. *Répartition de nos enquêtés par rapport à leur réception dans le service des soins pour le 1^{er} contact par le médecin ou l'infirmier*

J'étais reçu à mon arrivée dans la salle des soins pour la consultation par...	Effectif	%
1. Le médecin	105	11
2. L'infirmier	851	89
Total	956	100

Il se dégage de ce tableau que 105 sujets sur 956, soit 11% sont reçus par le médecin et 851 soit 89% sont reçus par l'infirmier au 1^{er} contact dans la salle des soins pour la consultation.

Tenant compte de tous les résultats obtenus à ce thème, nous confirmons notre hypothèse selon laquelle la perception des habitants de Nyangezi sur les soins offerts par l'hôpital général de référence de Nyangezi serait négative suite à un mauvais accueil que les prestataires réservent à leurs clients quand ils leur demandent des services.

5.2 THÈME 2 : CONSIDÉRATION DES SERVICES OFFERTS PAR LES PRESTATAIRES DE L'HGR/NYANGEZI PAR NOS ENQUÊTÉS

Tableau 5. Appréciation de nos enquêtés par rapport aux soins leur offerts

	Très satisfaisant	Satisfaisant	Peu satisfaisant	Insatisfaisant	Total
La qualité de la PEC/Médecin était					
Jour	97	836	15	8	956
Nuit	41	228	555	132	956
La qualité de la PEC/Infirmier était					
Jour	742	116	98	0	956
Nuit	543	402	9	2	956
La disponibilité/ écoute était					
Du prestataire	41	726	189	0	956
Le respect de votre intimité					
- Dans les conditions d'hébergement était ...	893	63	0	0	956
- Dans les pratiques professionnelles était...	750	144	62	0	956
- Dans la confidentialité était ...	756	142	58	0	956

Faisant suite à ce tableau ; il s'observe que la qualité de la prise en charge médicale : 8 sur 956 soit 0,8% de nos enquêtés montre que la qualité est insatisfaisante le jour et à 13,8% la nuit ; 15/956 soit 1,6% de nos enquêtés montre que la qualité était peu satisfaisante la journée et à 58,1% la nuit pour le médecin. Suite à la qualité des prestations infirmières ; 2/956 soit 0,2% montre que cette qualité est insatisfaisante la nuit ; et peu satisfaisante à 10,2% le jour contre 0,9% la nuit.

Pour la disponibilité/ écoute des prestataires ; nos enquêtés montrent à 19,7% qu'ils étaient peu satisfaits. Pour le respect de l'intimité des malades ; dans l'hébergement ; nos enquêtés sont très satisfaits à 93,4% et satisfaits à 6,6% mais dans les pratiques professionnelles ; il y a 6,5% de nos enquêtés était peu satisfaits dans le respect de leur intimité et 15,1% était satisfait contre 78,5 qui était très satisfait. Ce tableau continu à nous montrer que 58/956 soit 6,1% sont peu satisfait du respect de leur confidentialité, 14,9% témoigne leur satisfaction et 79,1% est très satisfait.

Tableau 6. Appréciation de nos enquêtés par rapport aux informations reçues sur leur santé et prise en charge

Information que vous a donnée l'équipe soignante sur votre état de santé: diagnostique, traitement ...		
Réponse	Effectif	%
Très satisfaisante	105	11
Satisfaisante	812	85
Peu satisfaisante	30	3,1
Insatisfaisante	9	0,9
Total	956	100

Il se dégage de ce tableau que 11% de nos enquêtés est très satisfait de l'information reçue sur son état de santé, 85% est satisfait, 3,1% est peu satisfait et 0,9% est insatisfait.

Tableau 7. Qualification du séjour passé à l'hôpital de Nyangezi par nos enquêtés

Vous pouvez qualifier votre séjour de:		
Réponse	Effectif	%
Très satisfaisant	105	11
Satisfaisant	812	85
Peu satisfaisant	30	3,1
Insatisfaisant	9	0,9
Total	956	100

Ce tableau montre que 11% de nos enquêtés était très satisfait de leur séjour à l'hôpital, 85% était satisfait, 3,1% montre qu'il était peu satisfait et 0,9% était insatisfait de leur séjour à l'hôpital de Nyangezi.

Tableau 8. *Evaluation de la prise en compte des attentes et besoins de nos enquêtés pendant leur demande de service à l'hôpital de Nyangezi*

Pensez-vous que tous vos besoins et attentes ont été pris en compte?		
Réponse	Effectif	%
Oui	737	77,1
Non	219	22,9
Total	956	100

Il ressort de ce tableau que 737 enquêtés sur 956 soit 77,1% affirment que leurs besoins et attentes ont été pris en compte lors de leur passage à l'hôpital contre 219 soit 22,9% qui pensent que leurs attentes et besoins n'étaient pas prise en compte.

Tableau 9. *Evaluation d'un désir animant nos enquêtés à revenir ou à recommander leurs proches aux services de l'hôpital de Nyangezi*

Recommanderiez-vous l'HGR/NYANGEZI à vos proches?		
Réponse	Effectif	%
Oui	821	85,9
Non	135	14,1
Total	956	100

Ce tableau montre qu'à 85,9% nos enquêtés souhaitent revenir ou recommander leurs proches à l'hôpital de Nyangezi contre 14,1% qui ne souhaitent plus revenir dans cet hôpital.

Tableau 10. *Cote synthèse que nos enquêtés donnent à l'hôpital de Nyangezi*

Quelle cote synthèse donneriez-vous à l'HGR/NYANGEZI pour la satisfaction de la population concernant les services lui offerts?		
Réponse	Effectif	%
Entre 10 et 8	325	34
Entre 7 et 5	502	52,5
En dessous de 5	129	13,5
Total	956	100

Au regard de ce tableau, nous trouvons qu'à 52,5% nos enquêtés donnent la cote se trouvant entre 7 et 5 sur 10 ; 34% donnent entre 10 et 8 tandis que 13,5% donnent une cote en dessous de 5 sur 10.

Partant des résultats obtenus à ce thème, nous confirmons notre deuxième hypothèse selon laquelle une fois à l'hôpital ; la population de Nyangezi n'est pas satisfaite des soins reçus à cause des attitudes des certains prestataires.

6 DISCUSSION DES RESULTATS

Après analyse et interprétation des résultats nos enquêtes ont abouti à ce qui suit : 52/956 enquêtés soit 5,4% montrent que l'accueil administratif est peu satisfaisant ; dans l'unité des soins 3/956 soit 0,3% montrent que l'accueil dans l'unité des soins est insatisfaisant et 55/956 soit 5,8% prouvent que dans l'unité des soins l'accueil est peu satisfaisant ; 89% de nos malades sont reçus par l'infirmier au 1^e contact dans la salle des soins pour la consultation.

Voilà l'un des éléments d'un mauvais accueil dans un hôpital. Il n'est pas acceptable que les infirmiers soient les premiers à accueillir les malades à 89%. Ces malades sont supposés avoir été soignés sans succès par les infirmiers dans les centres de santé et quand ils arrivent à l'hôpital, c'est encore les infirmiers qui les reçoivent en premier. Les médecins devraient se rendre

disponible pour faire un premier contact avec les malades à l'hôpital général de référence. C'est là même le début du processus de la qualité des soins.

Pour la disponibilité et/ou écoute des prestataires ; nos enquêtés montrent à 19,7% qu'ils étaient peu satisfaits. Pour l'hébergement ; nos enquêtés sont très satisfaits à 93,4% et satisfaits à 6,6% mais dans les pratiques professionnelles ; il y a 6,5% de nos enquêtés qui étaient peu satisfaits dans le respect de leur intimité et 15,1% étaient satisfaits contre 78,5% qui étaient très satisfaits. Ce qui est comparable aux résultats obtenus par M^{lle} Kadidiatou KANTA dont plus de la moitié des usagers 59,3% trouve que les locaux sont bien confortables. Dans l'étude de Coulibaly L 92,8% des femmes de Banamba et 94% des femmes de Doila étaient installées confortablement. Près de 91% des usagers trouvent le temps d'attente acceptable, donc le temps que les usagers font avant de voir le médecin n'est pas long. L'étude de Coulibaly. L en 2005 dans la région de Koulikoro trouve que 52,8% des usagers de Banamba disent que l'attente n'est pas longue contre 68,8% à Doila.

L'intimité du malade fait référence au secret professionnel, qui est un élément clé dans la qualité de soins, impliquant même les aspects juridiques et des droits. Un hôpital qui ne veille pas sur la stricte intimité des malades ne peut aucunement s'attendre à une bonne utilisation, si pas des procès récurrents en justice pour les malades qui connaissent et jouissent de leurs droits.

Dans notre étude, 87,4 % des usagers de l'HGR/NYANGEZI déclarent qu'ils sont très satisfaits des soins qu'ils ont reçus, ce qui est comparable aux résultats obtenus par l'étude de Dogmo R,L, dont 88,7% des personnes interrogées ont été satisfaits des prestations offerts.

87.4% paraît un bon pourcentage, mais la question reste posée pour les 22.6% qui ne le sont pas, car tous devraient être très satisfaits. Ce sont ces 22.6% qui mènent des mauvaises campagnes à tort ou à raison contre l'hôpital général de référence.

7 CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Notre recherche a pour objectifs d'évaluer la perception des habitants de Nyangezi sur les soins reçus à l'HGR/ Nyangezi et leur niveau de satisfaction par rapport aux services leur offerts.

Partant de cet objectif, nous nous sommes posé les questions suivantes : 1. Quelle perception qu'ont les habitants de Nyangezi vis-à-vis de leur HGR ? 2. Cette population est-elle satisfaite des soins reçus de cet hôpital ?

De ces questions, les hypothèses suivantes ont été formulées : 1. La perception des habitants de Nyangezi sur les soins offerts par l'hôpital général de référence de Nyangezi serait négative suite à un mauvais accueil que les prestataires réservent à leurs clients quand ils leur demandent des services. 2. Une fois à l'hôpital ; la population de Nyangezi n'est pas satisfaite des soins reçus à cause des attitudes des certains prestataires.

Ainsi nous avons fait appel à la méthode descriptive. Pour la récolte des données nous avons utilisé un questionnaire d'enquête.

Après dépouillement et analyse de nos résultats, nous avons confirmé toutes nos hypothèses.

A la lumière de ce qui précède et vu les résultats auxquels nous venons d'aboutir, nous recommandons ce qui suit :

1. Au gouvernement congolais par le truchement du ministère de la santé :

- Doter l'hôpital du matériel adéquat pour l'exercice des soins appropriés aux malades et tout autre moyen motivant le personnel à mieux exercer leurs fonctions ;
- Recruter suffisamment de médecins et s'assurer qu'ils sont disponibles pour le premier contact avec les malades ;
- Assurer la formation continue du personnel sur la qualité de soins,

2. Aux autorités de l'hôpital général de référence de Nyangezi :

- Mettre en place et exploiter la boîte à suggestions au niveau de l'hôpital ;
- Programmer les médecins de manière à ce qu'ils soient toujours les premiers à prendre contact avec les malades ;
- Veiller au respect de l'intimité du malade et l'intégrité dans la prise en charge ;
- Organiser des tournées de sensibilisation dans la zone afin de conscientiser les habitants à fréquenter de l'HGR.

3. A la communauté de Nyangezi :

- Informer et sensibiliser d'avantage la communauté sur l'usage et l'importance de la boite à suggestion pour s'exprimer ;
- Informer et sensibiliser d'avantage la communauté sur les risques au recours tardifs et auto prise en charge ;
- Vulgariser les bienfaits des services de santé modernes.

4. Aux chercheurs :

- Approfondir les recherches sur l'accessibilité financière de la population, ainsi que les capacités et la motivation du personnel à fournir les soins de qualité.

REFERENCES

- [1] Cordial DICO : La perception, Encyclopaedia universalis, France 2020.
- [2] Wikipédia : La perception, juin 2020.
- [3] Dictionnaire encarta.
- [4] La constitution Congolaise.
- [5] Shamsuzzoha B et all : Améliorer la qualité des soins dans tout le système de santé, OMS, Genève, Suisse 2018.
- [6] Manuel du Centre de santé, soins préventifs et promotionnels.
- [7] Recueil des normes d'organisation et de fonctionnement des structures sanitaires de la zone de sante en République Démocratique du Congo.
- [8] Les recommandations de la Revue annuelle 2010 du Ministère de la Santé Publique tenue à l'Hôtel Karavia de Lubumbashi du 12 au 15 octobre 2011.
- [9] Mlle KADIDIATOU KANTA : Utilisation des services de santé et perception de la qualité des soins par les populations de l'aire de santé de SEGUE (CERCLE DE KOLOKANI) ; inédit, thèse faculté de médecine interne, université de BAMAKO/MALI, 2007
- [10] C.H. MONKOLE : La qualité de soins, Kinshasa 2018.
- [11] HARUNA. J : Management appliqué à l'organisation des services de santé, Cours inédit, section de santé publique, ISTM/NYANGEZI, 2010.
- [12] BAHIZIRE. R : Epidémiologie, cours inédit, ISTM/NYANGEZI, 2009.
- [13] HGR Nyangezi : Rapport annuel, Nyangezi, 2018.

A SEMANTIC DIVERSITY OF SOME SHI VERBS: AN OBSTACLE TO PEOPLE LEARNING MASHI AS THEIR SECOND LANGUAGE

Polepole Bicuncuma Jean-Pierre and Bashimbe Baharanyi Jean-Pierre

Walungu Teachers Training College, RD Congo

Copyright © 2020 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 natives of Bushi speak Mashi, a language that brings about confusion to its learners since a single verb may bear more than one meaning. By dint of noticing that this is an obstacle to the mastery of the language in question, we have tried to explain and bring more light to the matter. To do so, we have collected some Shi verbs, namely the ones we thought were useful for the fulfillment of the present work. It was realized that people who learn Mashi as their second language ignore that the latter is a tone language.

This is mostly manifested in Shi verbs. Besides, we have noticed that a learner of Mashi needs to pay much attention to vocalic length, and also the context or circumstances in which any single Shi utterance is provided.

KEYWORDS: Semantic, diversity, obstacle, tone, Mashi.

1 INTRODUCTION

There are numerous reasons which motivated us to deal with the topic under discussion. Firstly, we have found that not all people of Shi origin speak Mashi properly. Secondly, many Shi people assume that Mashi is too easy that it cannot bear any subject of study. Thirdly, those who learn Mashi as their second language seem to be unaware of the fact that tones, the circumstances in which a word is uttered and its social contexts are of paramount necessity.

Each human being has got a language he speaks and that he may claim to know or speak well. Yet, he ignores that he may be speaking the language in question superfluously. In fact, as far as Mashi is concerned, some issues need to be revealed through the present paper since they impact on people's learning.

What can people learning Mashi as their second language do to understand what a Shi utterance actually means? What are the main elements that the learners of Mashi can take into consideration so as to acquire it satisfactorily?

In trying to deal with "***A semantic diversity of some Shi verbs: An obstacle to People learning Mashi as their second language***," we have based the work on the following hypotheses:

- Tones and vocalic length that prevail in Shi verbs are influential to grasp the meaning.
- Contexts and circumstances impact a lot on the understanding of a Shi utterance.

To collect the data of this work, we have used interview and documentation. First, concerning interview, we consulted some Bashi who know more about Shi language, and ask them to provide Shi verbs so as to check the latter's semantic diversity. The check on these verbs aimed at finding out what the semantic diversity in question originated from. In this paper, each Shi verb to be dealt with is copied down, and then translated into English. Second, we read some books related to our topic, especially the ones we thought were useful for the fulfillment of this work.

The present study enables people to discover the reasons why the semantic diversity of some Shi verbs is said to be an obstacle to Shi learners. Thanks to this study most people notice that Mashi is never spoken or learnt in a careless or untidy way. The study that we deal with at present helps as well people bear in mind what is needed to understand Shi language, that is, suprasegmental, the social context in which a verb is used, and the circumstances in which an utterance is provided.

We should be expressing ourselves vaguely if we decided to deal with every Shi word or verb. So, we have managed to be more precise and concise by dealing only with Shi verbs. Besides, it has been quite impossible to study whatever bears obstacles to any learner. However, we found it better to be stuck only to some issues originating obstacles to those who learn Mashi as their second language.

Our objective in this research is to:

- Reveal the predominance of tones and vocalic length in Shi verbs together with their consequences.
- Prove that the contexts and the circumstances in which the verbs are used are tremendous facts for understanding Shi utterances.

We came up against some problems in our research among which the data that were sometimes conditioned by the payment. Also, it was not easy to find documents written in Mashi for the present topic. Yet, most of our informants who were gentle and kindly provided us with useful data through which we accomplished this paper.

The present work is subdivided into three sections. The first section consists of the introduction. The second section deals with the analysis of Shi verbs with regard to tones, vocalic length, contexts and circumstances. The third section concerns the conclusion.

2 SHI VERBS ANALYSIS AND ENGLISH TRANSLATIONS

To analyze Shi verbs, we found it better to be translating them into English. All of them are always uttered by the natives of Mashi, the latter being the language of the Bashi. The Bashi are people living in Shi tribe which is located in the East of the Democratic Republic of Congo, precisely in South-Kivu, in both territories named Walungu and Ka- bare.

Since Mashi is a tone language, it is worth defining “tone”. This is “the pitch of the voice of someone when he is speaking.” Tone language in its turn is “a language in which the way a sound goes up or down affects the meaning of the words.”

Here below, are some Shi verbs to deal with:

- “kúdumba” and “kudumba”
- “**kúdumba**” means to go here and there looking for Shi traditional beer called “kasigisi” while “**kudumba**” is to be keen on committing adultery.

There is a prosodic feature on the first syllable in “**kúdumba**” (to go here and there looking for Shi traditional beer) but it is on the second syllable in “**kudumba**” (to mean, to be keen on committing adultery). It is realized from this that the difference between the two verbs originates from where the tones are sensible, that is, on the first and the second syllables of the respective verbs (i.e **kúdumba** and **kudumba**). This is a huge obstacle to people who learn Mashi as their second language because that will bring about confusion in their understanding.

From this, it is easy to notice a semantic diversity. It is then worth defining “**diversity**” as the quality of having variety and including a wide range of different people or things.

- “kúbùla”, “(ku)kùbùla” and “(ku)kùbuula”

The three verbs differ from one another because of their tones which are not produced equally. The first verb “**kúbùla**” has a tone on the first syllable and another on the second one. One will notice that when these two tones are produced this way, the verb in question means “to miss”. It is worth mentioning that though “**kúbùla**” means “to miss”, the context in which it may be used is also of paramount necessity. For example, the following two sentences differ according to the context in which the verb is uttered.

If the verb is used in a context of sexual intercourse it means something else. In a sentence: “**kúbùla** obuhya olusiku wagi shiragwa”; normally, in a literally translation, this sentence means “to miss the marriage the day you have got married”. Yet, taking into account the context the verb is used, the latter no longer displays a literal meaning but literary instead. Thus, it means “to fail to ejaculate during your first sexual intercourse with your bride”. But when you say for instance: “**kúbùla omushangi**”, the phrase simply means “to miss clothing”.

The second verb “**kukùbùla**” has no variety as far as the voice level is concerned when we refer to the second and the third syllables. This fact plays an important role to distinguish this verb from the others. While “**kukùbùla**” means “to hit strongly”, “**kúbùla**” and “**kukùbuula**” mean respectively “to miss” and “to give somebody one’s old wearing, letting him own it”.

- “kúrhùma” and “kùrhùma”

The first verb means “to send somebody somewhere” whereas the second means “to cause something happen”. As it can be easily seen, the two verbs differ from one another because of their tones which differ as well. However, to understand what each of the two verbs implies, one has to refer to the context in which it is uttered. Unlike a learner of Mashi, when somebody says, “Ná kúrhùma érwishi (i. e I will send you to the river), a skilful speaker of Mashi will grasp the direct meaning undoubtedly. As for the learner, the latter will lose time to check which of the tones of the two verbs has been used so as to react to the speaker.

- “Kukòla” and “kúkòla “

“kukòla” means “to repeat again and again what somebody has uttered in order to shame or mock him” whereas “kúkòla” simply means “to work”. Then, one can realize that there is no relationship between the first verb and the second one as far as their meanings are concerned. This is due to the absence of a prosodic element on the first syllable of the first verb and its presence on the first syllable of the second one. This fact bears an obstacle to somebody learning Mashi as his or her second language since they are unable to discover what the difference originates from.

- “kúfuka”, “kùfuka” and “kufuuka”

These three verbs are dissimilar as far as their meanings are concerned. That is, the first means “to wrap things while they are being cooked or just before they are being put into a pan for being cooked”. The second means “to fight with somebody, hitting one another while both of you are lying on the ground”. Finally, the last (“kufuuka”) means “to resuscitate”. This verb is characterized by a vocalic length which is located on the second syllable. However, the difference existing between all of the three verbs (“kúfuka”, “kùfuka” and “kufuuka”) originates respectively from the pitch in the first two ones and the vocalic length (“uu”) located in the third.

- “kúlongola” and “kulòngoola”

“kúlongola” means “to head a queue during a walk” and “kulòngoola” means “to go on disputing with someone permanently”. We can realize that the tones and the vocalic length intervene in the differentiation of the two verbs. That is, the opposite tones on both of the two verbs and the vocalic length (“oo”) on the third syllable of “kulòngoo- la” have a huge impact on the meanings. From this, a learner of Mashi encounters a blockage as far as the comprehension of the present verbs is concerned.

- “kúhinga”, “kúhinga” and “kuhinga”

One should pay much attention to the first two verbs because both their spelling and tones which are the same do not impact on the meaning. It is the context that impacts on the meaning instead. In other words, the meanings are displayed through the contexts in which they may be produced. In fact, the first “kúhinga” means “to cultivate” (see soil) while the second “kúhinga” means “to have sex with somebody’s wife when she is pregnant and then make her terribly sick as a consequence”.

For example, when someone says, e.g 1. “kúhinga nája buno”(i.e I go to cultivate now). In this case, the listener should know what to refer to in order to make himself sure that the speaker is really talking about cultivating the soil; for instance, to check whether he behaves like somebody who goes to the field (to check the tool such as hoe, machete, spade,....). In short, the listener (or learner) must recognize the context in which the speaker has provided the verb or even the whole utterance.

e.g 2.” Ka kúhinga wáhinzire oyo múkazi ?”(i.e Have you had sex with that woman when she was pregnant ?). Once this verb is used transitively with “woman” as object, the learner might keep in mind that the verb in question does not mean “to cultivate” any more.

In addition, the third verb (kuhinga) differs from the first two ones because of the opposite tone that it bears on the second syllable. This verb means “to change some- thing for something else”. For example, in a sentence, “kuhinga engale oku ishwa”(i.e to change a car for a plot of land)

- “kútumula” and “kutùmuula”

Both of the tones and the vocalic length play an important role in the two verbs as far as their meanings are concerned. The first verb carrying a tone on the first syllable means “*to be accused of doing something*” whereas the second having a tone on the second syllable and a vocalic length (“uu”) on the third syllable means “*to renew a field*”. In other words, the vocalic length in the verb “*kutùmuula*” influences more the distinction between the present two verbs.

- « kukula », « kúkula » and « kukuula »

These three verbs are different in meaning though each of them has three syllables.

Also, unlike the first and the third verbs, the second verb has a prosodic element on the first syllable. However, “*kukula*” means “*to use magic power to attract a wrongdoer who had fled or hidden*” ; “*kúkula*” means “*to grow up*” and “*kukuula*” means “*to uproot*”. Then, to differentiate these three verbs remains an obstacle to somebody learning Mashi as his second language.

- “kútùnda” and “kutunda”

“*kútùnda*” means “*to stir milk that is kept in a calabash so as to start serving it*” whereas “*Kutunda*” means “*to push*”.

While the first verb has got two opposite tones respectively on the first and the second syllables, the second verb has not any prosodic element. If we can happen to say that these two verbs differ in meaning, it is because of these two distinctive features, namely the presence of the tones in one verb (*kútùnda*) and their absence in the other (*kutunda*). This is what often complicates a learner of Shi language.

- « kúshiga », « kùshiga » and « kushiiga »

These three verbs do not mean the same thing since “*kúshiga*” means “*to plead for and benefit from a temporary settlement from someone*”; “*kùshiga*” means “*to bet*” and “*kushiiga*” is “*to rub oil over one’s or someone else’s skin*”. It is worth telling that a learner of Mashi will not know how to distinguish the three verbs. However, he needs to be aware of the context or possibly the circumstances in which each of them is used; otherwise he will simply be confusing them, especially, if he does not take into account the vocalic length (“ii”) existing on the second syllable of “*kushiiga*”.

- “kúyaaka” and “kuyaaka”

“*kúyaaka*” means “*to flee*” whereas “*kuyaaka*” means “*to light*”. All of the two verbs are concerned with vocalic length (“aa”) that is on the second syllable though they are different in meaning. The difference in meaning is due to the tone which is located on the first syllable of “*kúyaaka*”. So, “*to flee*” is different from “*to light*”.

- “kugaanyá” and “kúganya”

The two verbs do not have the same meaning. “*kugaanyá*” means “*to despise*” while “*kúganya*” means “*to dry up stagnant liquid*”. Each of the present verbs is composed by three syllables. In addition to this, the verbs in question have tones. As for the first verb, the tone is noticed on the last syllable whereas it is on the first syllable in the second one.

We must also emphasize that the vocalic length (“aa”) we find in “*kugaanya*” does not appear by chance. This is the complement to the dissimilarity of the two verbs as far as their meanings are concerned apart from the prosodic elements.

- “kúloba”, “kúloba” and “kuloba”

These are three verbs that differ in meaning. It is easy to find that the first verb and the second one are similar in spelling.

The first verb means “*to fish*”, the second one means “*to gossip*” whereas the third (*kuloba*) whose prosodic feature is absent means “*to get wet*”. However, to remedy all probable confusion which bears obstacles on the side of the learner, some features need to be known by the learner in question, namely the context or circumstances in which the verbs are used, and also the way the speaker produces his utterances (i.e whether the speaker was careful about the presence or the absence of tones). Then the listener should be careful when the speaker says, for example:

e.g 1. Kúloba omú nnyanja (i.e **to fish** in the lake)

e.g2. Kúloba ómulungu wawe (i.e **to gossip** about your neighbor)

e.g3. kuloba kwarhumire ágúla ígoti (i.e **to get wet** has caused him to buy a raincoat)

• “kúlasha” and “kúlasha”

Unlike people who speak Mashi as their mother tongue, those who learn it as their second language will think that the present verbs share the meaning. Yet, the two verbs are quite different in meaning though they share the tones. The first verb means “ *to shoot* ” (i.e namely with an arm) and the second one means “ *to lose* (i.e see death) a husband after you have lost some others “ (i.e more than one husband) “. However, what is more required to understand these verbs is to know the context or circumstances in which they are used.

For example, a speaker can say:

e.g 1. Okúlasha en’ nsiimba kurhàba kúlembu (i.e **to shoot** an animal is not easy).

e.g 2. Okúlasha buba buhanya oku mukazi (i.e **to lose husbands** is a doom for a woman).

It is worth telling that none of these two verbs can be used in place of the other in terms of context. In other words, each of these verbs has its own context or circumstances through which it can be used properly.

Besides, the following verbs in a chart have the same features as “ *kúlasha* ” and “ *kúlasha* ”.

That is, they differ in meaning but share the tones and the spelling.

. Kúhusha –to miss what you have aimed at . Kuhya –being burnt . Kutwa - to cut . Kugula – to buy . Kúbùnga-to move away (to go on living in a new area, probably because of having been ill-treated in your former dwelling place.) . Kúrhanga- to be the first to start doing something. . kulunga - to season the food . kulibirha – to run . kulumwa- to be bitten . kúluma –to bite . kulema –to create . kúziga –tobe sexually excited . kulwazá- to nurse a sick person.	.Kúhusha –to commit adultery .kuhya – being guilty .Kutwa -to grow up(see someone who was not expected to because of great economic hardship or heavy sickness) .kugula-to provide the dowry or marriage portion .Kúbùnga- to plait something .kúrhanga-to block somebody or something to go on moving forward. .kulunga –to have one’s fracture healed. . kulibirha-to have a diarrhea. . kulumwa –to have a diarrhea . Kúluma –to hurt . kulema – to plea for something again and again. .kúziga - to be greedy .kulwazá-to make somebody sick.	.kuhya –being ripe(especially, fruit)
---	---	---

As we said before, each of the verbs above has its correspondent though different in meaning.

However, to notice it, one should be reading from the left to the right with regard to the first column towards the last one.

2.1 IMPACT OF TONES AND VOCALIC LENGTH ON SHI VERBS

From the present point, it is necessary to tackle the verbs of some prosodic elements together with those of vocalic length.

In fact, a “vocalic length” is defined as the amount of time that a syllable bearing a doubled similar vowel lasts.

- “**kúyaaga**” and “**kùyaaga**”

Once we check the two verbs, we find that they have two opposite tones on the first syllables.

Even though all of them have the second syllable that is “**yaa**”, we notice that their meanings remain dissimilar. That is, “**kúyaaga**” means “*to lose a case after trial or dispute*” whereas “**kùyaa-ga**” is “*to scratch*” (*to rub your skin with your nails, especially because it itches*). This characteristic always brings about obstacles to the learner’s understanding of Shi verbs. In the same way, the opposite prosodic features on the first syllables of both verbs also impact on the meanings of the present verbs. In other words, the meanings of these two verbs are affected by the tone and the vocalic length. Because of this, the learner might be prudent to grasp the context and the circumstances in which the verbs are produced.

- “**kùleemba**”, “**kùleemba**” and “**kúleemba**”

The first verb means “*to be physically weaker*”, the second means “*to be gentle, especially in terms of behavior*” while the third means “*to pretend to give something you own to somebody when he has already held out his hands expecting to receive it*”. As we have mentioned it previously, learners need to be careful so as to know how to differentiate Shi verbs. For example, a learner of Mashi will only take into account the vocalic length (“**ee**”) that the verbs in question share. That is, he will not pay attention to the prosodic elements that they all carry on their first syllables. Besides, an unskilled learner will not care about the first and the second verbs while these need to be contextualized for better understanding since they all have the same spelling. When somebody says, for instance:

e.g 1. “**kùleemba** nk’ówanywir’óbúfumu”(i.e **to be weaker** like somebody who has taken drug)

e.g 2. “**kùleemba** emalanga g’omukulu wawe w’omukolo”(i.e **to be gentle** before your boss)

e.g3. “**kúleemba** na mulembága ci ntakamuh’ákantu”(i.e **I only pretended to give him** but I can’t give him anything)

Thus, a learner of Mashi is disposed to confusion because he is not informed that to understand such verbs mostly depends on the understanding of the context and the circumstances in which the verbs in question are produced.

- “**kúsheenda**” and “**kúsheenda**”

As we have just said it, the difference between the two verbs is mostly due to the context or the circumstances. This is to say that the prosodic elements together with the vocalic length that we find in the present verbs impact indirectly on their meanings. That is, if we remove those elements and the vocalic length, these verbs will become meaningless. Then, once those complications are encountered by the learner, they bring about innumerable obstacles to his understanding.

It is once again necessary to remind that the following chart is to be read carefully from the left to the right with regard to the verbs which match in terms of vocalic length.

2.2 CHART OF VERBS OF VOCALIC LENGTH WITH DISSIMILAR MEANINGS

.kurhuula-to lift down a luggage that had been carried or lifted up	.kurhuula-to provide the offerings	.kurhuula-to be humble	.kurhuula-to bring a huge part of meat(always a cow's leg) to someone as a recognition to a cow he had given you formerly)
.kurhoola-to pick up	.kurhoola-to marry (as far as the man is concerned)	.kurhoola-to take something which is being given to you	
.kufuula-to rot	.kufuula-to resuscitate	.kufuula-to repair(a tool,radio...)	
.kuseeza-to tie something strongly	.kuseeza-not to leave	.kuseeza-to bargain for the bride price	
.kupeepa-to finish completely	.kupeepa-to select (especially true minerals from wrong ones)		
.kuyiigula-to open	.kuyiigula-to visit the newly-weds with drink and food, one or two days after the marriage (always done by the family of the bride)		
.kurheera-to lay eggs	.kurheera-to lose	Kurheera -to attack somebody surprisingly	
.kuhuuna-to ask someone for something	.kuhuuna-to pray to go God		

3 CONCLUSION

This paper was fully about *“A Semantic Diversity of Some Shi verbs: An obstacle to People Learning Mashi as their Second Language”*. In dealing with the present topic, we have provided an important sample of Shi verbs in order to find out how a semantic diversity of Shi verbs is an obstacle to people who learn Mashi as their second language. At first, it has been noticed that each of the verbs in question are composed of four syllables or less once they are infinitives. This is to mean that we did not deal with verbal extensions. Then, we found that Shi verbs often bore suprasegmental features, namely, tones. The same verbs mostly included vocalic length. It has been realized during the analysis that Mashi is really a tonal language. That is, the way a sound goes up or down affects the meaning of Shi verbs. This is what we showed in the work through the verbs that we tried to detail. We have provided the verbs with equal tones and same spelling but different in meaning; the verbs with opposite tones and dissimilar meanings; the verbs with no prosodic element and same in spelling, but different in meaning. After we have pointed out all of these elements above, we have realized that the latter constitute obstacles to people who learn Mashi as their second language. First, they are unable to discover where tones vary in a verb. Second, they are incapable to know where vocalic length prevails in a verb. Third, they always fail to match the meaning of Shi verbs with the contexts or the circumstances in which the verbs in question are used.

REFERENCES

- [1] BRYAN, M.A; The Bantu Languages of Africa, Oxford,1959
- [2] COLLE, P ; Essai de Monographie des Bashi, Bukavu, Centre d'Etude des Langues Africaines,1971
- [3] DE BLOIS K. F; The Augment in The Bantu Languages, AFRICANA LINGUISTICA IV,1970
- [4] FINNEGAN, R; Oral Literature in Africa, London, Oxford University Press,1970
- [5] LONGMAN DICTIONARY OF CONTEMPORARY ENGLISH; Longman Group Limited, Great Britain, 1995
- [6] MARANDA, P. and ELLI KÖNGÄS MARANDA, Structural Analysis of Oral Tradition, University of Pennsylvania Press Philadelphia, 1971
- [7] MULUM'ODERHWA, B. Children formation through some enigmas, Case of Shi society, Bukavu, ISP 1994

Influence de la granulométrie sur la durabilité du Lit de Séchage à Ecoulement Non Saturé (LSENS) en traitement de boues de vidange des fosses septiques

[Influence of granulometry on the durability of the Non Saturated Flow Drying Bed (NSFDB) in the treatment of septic tank sludge]

Ténéna Martial YEO¹⁻², Kinanpara KONE¹⁻³, Théophile GNAGNE²⁻⁴, and Yves Kotchi BONY¹⁻³

¹Unité de Formation et de Recherche en Environnement, Université JEAN LOROUGNON GUEDE, BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

²Laboratoire Géosciences et Environnement UFR Sciences et Gestion de l'Environnement, Université NANGUI ABROGOUA, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

³Laboratoire d'Environnement et de Biologie Aquatique, UFR Sciences et Gestion de l'Environnement, Université NANGUI ABROGOUA, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

⁴Unité de Formation et de Recherche des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université NANGUI ABROGOUA, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

Copyright © 2020 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: Non-Saturated Flow Drying Beds permit the effective treatment of septic tank discharge sludge. However, they are vulnerable to clogging. To ensure the sustainability of this technology, through the choice of a suitable filter bed, an unsaturated flow model coupled with the variation of the biofilm has been developed. Calibration, validation and comparison of model simulation results and experimental results were performed on the basis of the NASH criterion. The simulations covered three types of sand: fine sand, medium sand and coarse sand. The results show that the maximum organic load applicable is 24.7 mgO₂ / cm² / day at the fine sand, 43.3 mgO₂ / cm² / day at the medium sand and 31.6 mgO₂ / cm² / day at the level of the sand coarse sand. Then, the Chemical Oxygen Demand removal yield is 92 % at the medium sand level versus 73 % for the coarse sand. Finally, medium sand is less vulnerable to clogging (91.3 %) than fine sand (95.45 %). So, of the three types of sand, it is the average sand that is best suited for the treatment of sludge septic tanks by Non-Saturated Flow Drying Beds. However, when the average sand is not available, the developed model makes it possible to fix the operating conditions and the purification yields of the available sand.

KEYWORDS: Biofilm, faecal sludge, organic load, clogging, porosity, simulation.

RESUME: Les Lits de Séchage à Ecoulement Non Saturé permettent le traitement efficace des boues de vidange des fosses septiques. Cependant, ils sont vulnérables au colmatage. Pour garantir la durabilité de cette technologie, à travers le choix d'un massif filtrant approprié, un modèle d'écoulement en milieu non saturé couplé avec la variation du biofilm a été développé. Le calage, la validation et la comparaison des résultats de simulation du modèle et des résultats expérimentaux ont été faits sur la base du critère de NASH. Les simulations ont porté sur trois types de sables : un sable fin, un sable moyen et un sable grossier. Les résultats montrent que la charge organique maximale applicable est de 24,7 mgO₂/cm²/j au niveau du sable fin, 43,3 mgO₂/cm²/j au niveau du sable moyen et 31,6 mgO₂/cm²/j au niveau du sable grossier. Ensuite, le rendement d'élimination de la Demande Chimique en Oxygène est de 92% au niveau du sable moyen contre 73% pour le sable grossier. Enfin, le sable moyen est moins vulnérable au colmatage (91,3%) que le sable fin (95,45%). Ainsi donc, des trois types de sable, c'est le sable moyen qui est le mieux approprié pour le traitement des boues de vidange des fosses septiques par les Lits de Séchage à Ecoulement Non Saturé. Toutefois, lorsque le sable moyen n'est pas disponible, le modèle développé permet de fixer les conditions de fonctionnement et les rendements épuratoires du sable disponible.

MOTS-CLEFS: Biofilm, boues de vidange, charge organique, colmatage, porosité, simulation.

1 INTRODUCTION

Les Lits de Séchage à Ecoulement Non Saturé (LSENS) conviennent au traitement des boues de vidange des fosses septiques caractérisées par de fortes teneurs en matière en suspension (MES) et en matière oxydable [1].

Toutefois, l'impératif de trouver un compromis entre la nécessité de l'écoulement de l'eau à travers le massif et la nécessité de disposer d'un temps de séjour suffisant pour l'oxydation de la pollution organique, rend le plus souvent délicat, le choix de la granulométrie du support épuratoire [2] et [3].

En effet, un bon écoulement s'obtient avec un massif à granulométrie relativement grossière mais avec le risque de sortie rapide de l'eau sans traitement. Par contre, un long temps de séjour requiert un massif à granulométrie fine avec le risque d'un colmatage rapide dû à la croissance du biofilm induite par la dégradation de la pollution retenue [4].

La vérification expérimentale a été faite sur deux colonnes de sable dont l'une contient du sable moyen ($M_z = 420 \mu\text{m}$) de porosité totale 0,48 et l'autre contient du sable grossier ($M_z = 695 \mu\text{m}$) de porosité totale 0,56. Les résultats montrent que le sable à granulométrie moyenne est le plus efficace avec des rendements d'épuration de plus de 97% pour la DCO et l'azote et un abattement bactérien de plus de 3,30 ULog. Cela correspond à une capacité épuratoire de 239 kg de DCO/j/ha [5].

Cependant, la durée de l'expérimentation (2 mois) et les essais à une seule charge hydraulique (3,5 cm/j) ne suffisent pas pour tirer des conclusions irréfutables quant au choix du type de sable dans la perspective d'une exploitation de la technologie des LSENS à grande échelle

L'objectif de la présente étude est de déterminer la granulométrie qui garantit la meilleure durabilité du fonctionnement d'un LSNS à partir de la simulation de l'efficacité épuratoire en fonction de la granulométrie.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 MATÉRIEL

Les activités se sont déroulées sur le site de l'Université Nangui Abrogoua d'Abidjan en Côte d'Ivoire. Elles consistent à effectuer des expérimentations sur trois colonnes de sable.

Le matériel est composé du dispositif expérimental et de la boue de vidange. Le dispositif expérimental est constitué de trois colonnes en plastique de 220 litres de capacité et de 54 cm de diamètre intérieur chacune (Figure 1). Elles contiennent respectivement du sable grossier (A), du sable moyen (B) et du sable fin (C). Au-dessus de chaque colonne, il y a un diffuseur qui assure une bonne répartition de l'effluent sur la surface d'infiltration.

La boue de vidange utilisée est caractérisée par une DCO, un NTK, une turbidité et un pH respectivement estimés à 1175 mg O_2/l , 1447 mg/l, 1342 UNT et 7,46.

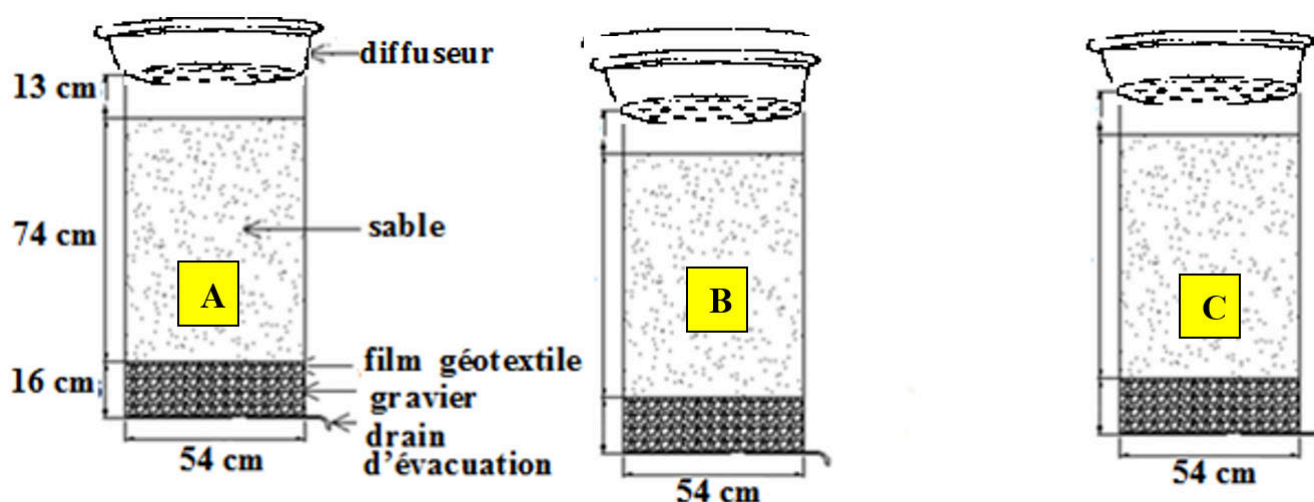


Fig. 1. Schéma du dispositif expérimental (A = Réacteur à sable grossier (RG) ; B = Réacteur à sable moyen (RM) ; C= Réacteur à sable fin) (RF))

2.2 MÉTHODES

2.2.1 ALIMENTATION DU DISPOSITIF ET SUIVI DES DÉBITS DE RESTITUTION

L'alimentation se fait en une bâchée (apport instantané) d'une charge organique fixe par alternance d'un jour d'alimentation et de deux jours de repos. A chaque application des boues, les débits en sortie de chaque colonne sont mesurés jusqu'à l'arrêt de l'écoulement.

2.2.2 TENEUR EN EAU DES MASSIFS FILTRANTS

La teneur en eau des massifs (θ) est mesurée à partir de la méthode directe ou mesure par pesées. Le principe consiste à mesurer la masse de l'échantillon avant et après le séchage. La différence de masse entre ces deux états de l'échantillon correspond à la masse d'eau (M_e) qu'il contenait. Cette masse divisée par la masse de l'échantillon (M_s) correspond à la valeur de l'humidité massique.

$$\theta = \frac{M_e}{M_s}$$

2.2.3 SUIVI ANALYTIQUE

Les concentrations de la DCO, de l'azote (NTK) et du pH des boues de vidange brutes et traitées, sont déterminées à partir des méthodes d'analyses physicochimiques résumées dans le Tableau 1.

Tableau 1. Récapitulatif des méthodes d'analyse

Paramètres	Méthodes
DCO (mgO ₂ /L)	Oxydabilité au dichromate de potassium (AFNOR T 90-101)
NTK	Spectrophotométrie après minéralisation (AFNOR T 90-110)
pH	Electrométrie par un pH mètre de terrain de type HACH EC 10

2.2.4 MODÉLISATION DU FONCTIONNEMENT HYDRODYNAMIQUE ET HYDROCINÉTIQUE

Le logiciel utilisé comme support est le logiciel IPOX, conçu à partir du logiciel HYDRUS Version 5.0. Les différents programmes de ses 11 fichiers sources sont écrits en FORTRAN 77. La compilation et le développement sont faits sous FORTRAN PowerStation Version 4.0 / Microsoft Developer Studio.

La vérification de l'ajustement du modèle est faite par analyse du coefficient de NASH (NTD) défini par l'équation ci-dessous. Les valeurs des coefficients ne peuvent être retenues que si le coefficient de NASH (NTD) est supérieur ou égal à 70% [6] et [7].

$$NTD = 1 - \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (d_{ci} - d''_{ci})^2}}{\sum_{i=1}^n (d_{oi} - d''_{oi})^2}$$

d_{ci} = données calculées ;

d_{oi} = données observées ;

d''_{ci} = moyenne des données calculées ;

d''_{oi} = moyenne des données observées.

3 RESULTATS

3.1 COMPARAISON DES RÉSULTATS SIMULÉS AUX RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

La comparaison des résultats simulés aux résultats expérimentaux est faite pour vérifier l'aptitude du modèle à reproduire le fonctionnement réel des colonnes de sable. Les valeurs des paramètres des sables et des boues sont consignées dans les tableaux 2 et 3.

Tableau 2. Caractéristiques des sables utilisés

Paramètres des sables		Θ_s	Θ_r	K_s (cm/s)	n	α
Valeurs	Sable grossier	0,57	0,04	0,0185	1,59	0,021
	Sable moyen	0,48	0,05	0,0172	1,37	0,016

Θ_s : Humidité à la saturation

Θ_r : Humidité résiduelle

K_s : Conductivité hydraulique à saturation

n : Nombre de mole d'acide

α : coefficient de transfert entre la phase mobile et la phase stagnante

Tableau 3. Caractéristiques des boues de vidange

Paramètres des boues	DCO (mg O ₂ /l)	NTK (mg/l)	Turbidité (UNT)	pH
Valeurs moyennes	1175	1447	1342	7,46

3.1.1 COMPARAISON DES RÉSULTATS AU NIVEAU DES RENDEMENTS ÉPURATOIRES

Les résultats de la comparaison des valeurs de la DCO des filtrats simulés à la charge 3,5 cm/j, sur des colonnes à sable grossier (RG) et à sable moyen (RM), aux valeurs expérimentales de la DCO, montrent une bonne corrélation entre ces deux séries de valeurs de la DCO (Figure 2). En effet, la moyenne des coefficients de NASH est de 0,82.

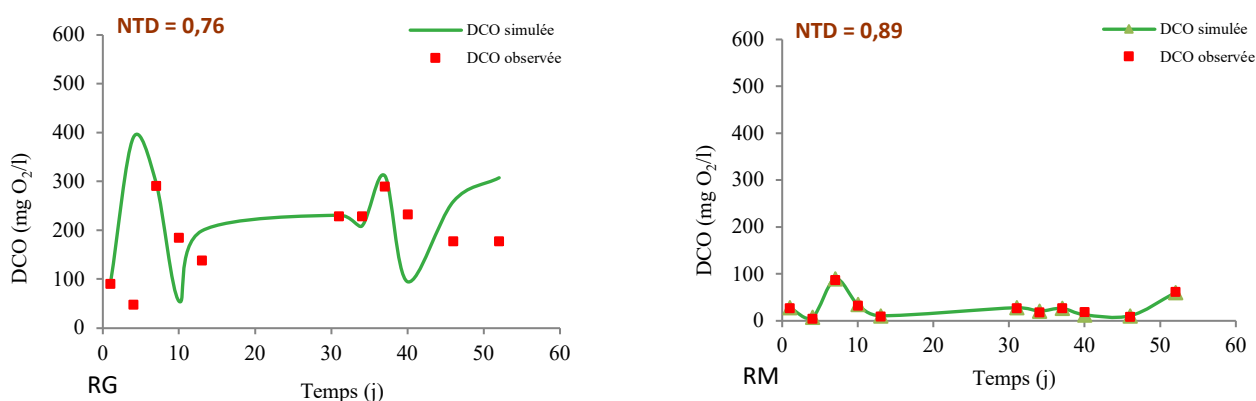


Fig. 2. DCO observée et DCO simulée à la sortie du RG et du RM

3.1.2 COMPARAISON DES RÉSULTATS AU NIVEAU DU FONCTIONNEMENT HYDRODYNAMIQUE

L'analyse porte sur les débits de restitution et l'humidité des massifs filtrants. Les résultats de la comparaison des débits observés aux débits simulés à la charge 3,5 cm/j conduisent à des coefficients de NASH dont la valeur moyenne est de 0,91 au niveau du RM et de 0,87 au niveau du RG (Figure 3). Cela témoigne de la bonne corrélation entre les valeurs simulées et les valeurs observées.

Au niveau de l'humidité des massifs filtrants, les résultats de la comparaison des valeurs expérimentales aux valeurs simulées à la charge 7,5 cm/j, montrent qu'il y a aussi une bonne corrélation entre ces deux types d'humidités. La valeur moyenne du coefficient de NASH égale à 0,80, est supérieure à 0,70 (Figures 4).

Les différentes valeurs du coefficient de NASH issues des différentes comparaisons des résultats simulés aux résultats observés (0,82 pour le rendement épuratoire et 0,86 pour le fonctionnement hydrodynamique), indiquent que le modèle reproduit bien le fonctionnement réel des LSENS à sable moyen et à sable grossier.

Ces résultats autorisent donc l'utilisation du modèle pour décrire les situations de fonctionnement des LSENS non étudiées lors de l'expérimentation. Pour faire les simulations, en plus du sable grossier et du sable moyen, un sable fin est pris en compte.

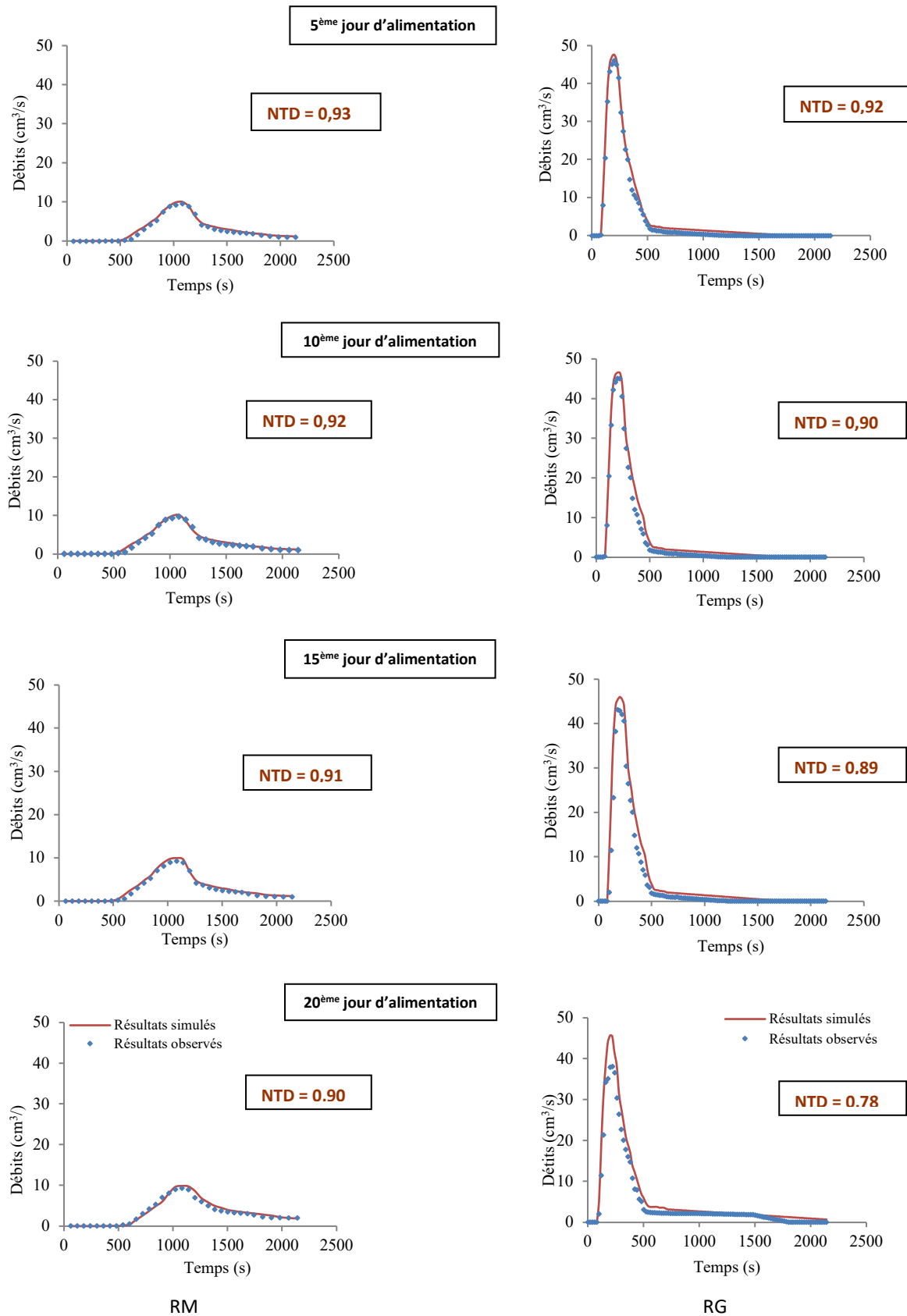


Fig. 3. Débits simulés et débits observés à la sortie du RM et du RG à différentes dates de fonctionnement à la charge hydraulique 3,5 cm/j

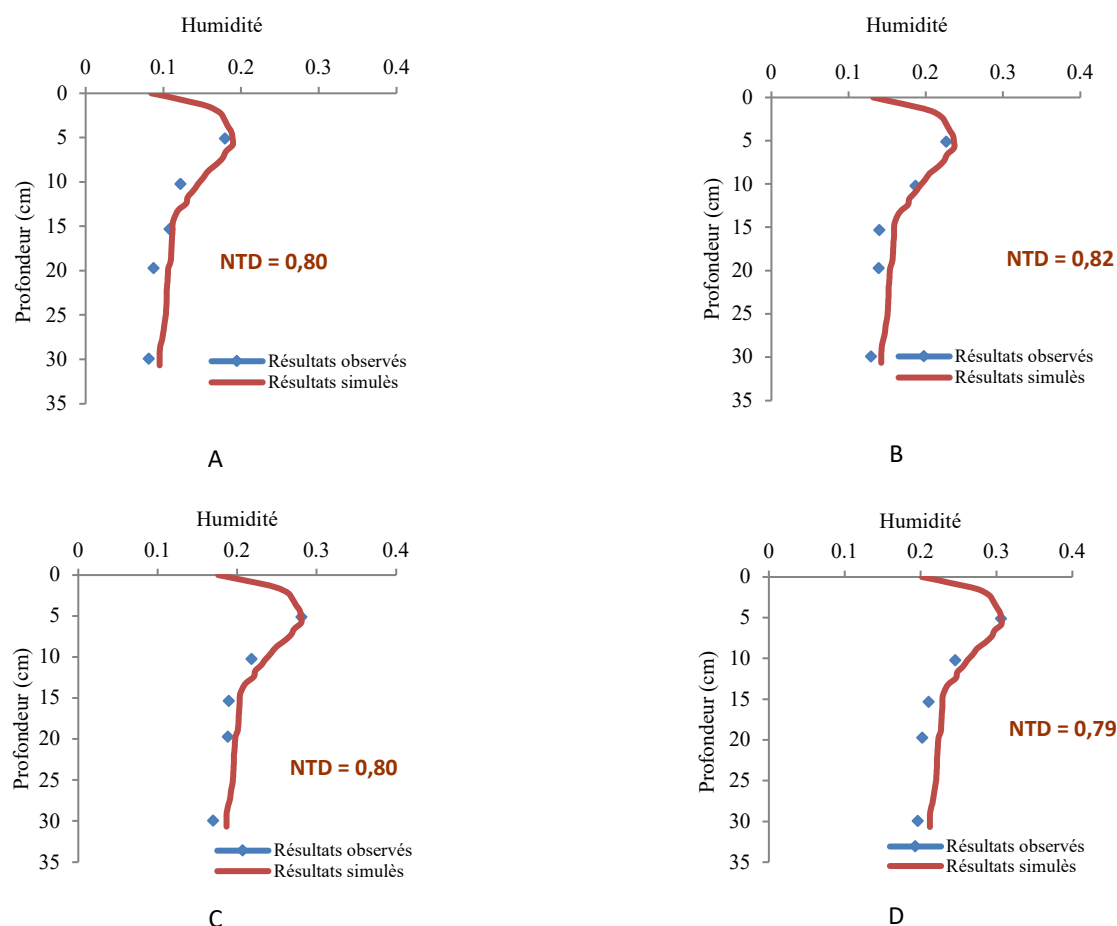


Fig. 4. Humidités observées et humidités simulées aux 30^{ème} (A), 60^{ème} (B), 90^{ème} (C) et 120^{ème} (D) jours de fonctionnement de la colonne à sable moyen à la charge hydraulique de 7,5 cm/j

3.2 PRÉVISIONS DU FONCTIONNEMENT DES MASSIFS FILTRANTS DANS LE TEMPS

Les résultats expérimentaux montrent que, contrairement à l'eau claire, l'alimentation des massifs filtrants avec les boues de vidange induit une augmentation de l'humidité liée au biofilm (θ_{bio}) qui s'accompagne d'une réduction de la porosité libre aux écoulements ($\theta_s - \theta_{bio}$). Cet état de fait peut s'accroître avec l'augmentation des charges organiques représentées par la charge hydraulique pour une pollution incidente fixe. Ainsi, déterminer la charge organique maximale traitable revient, à déterminer pour chaque type de sable, la charge hydraulique pour laquelle la réduction de la porosité libre aux écoulements est maximale.

La simulation est faite à des charges hydrauliques croissantes. Le passage d'une charge hydraulique à une charge hydraulique supérieure intervient lorsque la variation de débit de restitution maximale (ΔQ_{max}) est inférieure à $10^{-3} \text{ cm}^3/\text{s}$. L'opération se répète jusqu'à ce que la porosité libre aux écoulements soit réduite d'au moins 93% de sa valeur initiale.

Les trois sables utilisés présentent les caractéristiques suivantes (tableau 4) :

Tableau 4. Caractéristiques des trois sables étudiés

Paramètres des sables		θ_s	θ_r	Ks (cm/s)	n	α
Valeurs	Sable grossier	0,57	0,04	0,0185	1,59	0,021
	Sable moyen	0,48	0,05	0,0172	1,37	0,016
	Sable fin	0,29	0,08	0,0104	0,92	0,009

La boue appliquée présente les caractéristiques physico-chimiques dans le tableau 5 ci-dessous.

Tableau 5. Caractéristiques des boues de vidange utilisées pour la simulation des débits à la sortie des deux colonnes à sable

Paramètres des boues	DCO (mg O ₂ /l)	NTK (mg/l)	Turbidité (UNT)	pH
Valeurs moyennes	1175	1447	1342	7,46

Les simulations débutent à la charge 3,5 cm/j et les déterminations de l'humidité liée au biofilm sont faites 2 jours après chaque alimentation jusqu'à la stabilisation des mécanismes épuratoires ($\Delta Q_{\max} \leq 10^{-3} \text{ cm}^3/\text{s}$).

Les résultats des simulations montrent qu'au niveau du sable grossier, c'est à la charge hydraulique 22,5 cm/j que la porosité libre aux écoulements a subi une réduction de 94,64% (supérieure à 93%) (Figure 5). En effet, à cette charge, la porosité libre aux écoulements est passée de 0,57 à 0,031 après trois mois de fonctionnement. Cette charge représente donc la charge maximale traitable par le sable grossier étudié.

Au niveau du sable moyen, la réduction de la porosité atteint 93,33% (supérieure à 93%) à la charge 17,5 cm/j (Figure 5). En effet, de 0,48, la porosité libre aux écoulements passe à 0,032 après trois mois de fonctionnement sous cette charge. Elle est donc la charge maximale traitable par le sable moyen.

Au niveau du sable fin (Figure 5), la charge maximale traitable est de 12,5 cm/j. A cette charge, la porosité libre aux écoulements passe de 0,29 à 0,019 ; soit une réduction de 93,45% (supérieure à 93%) après trois mois de fonctionnement.

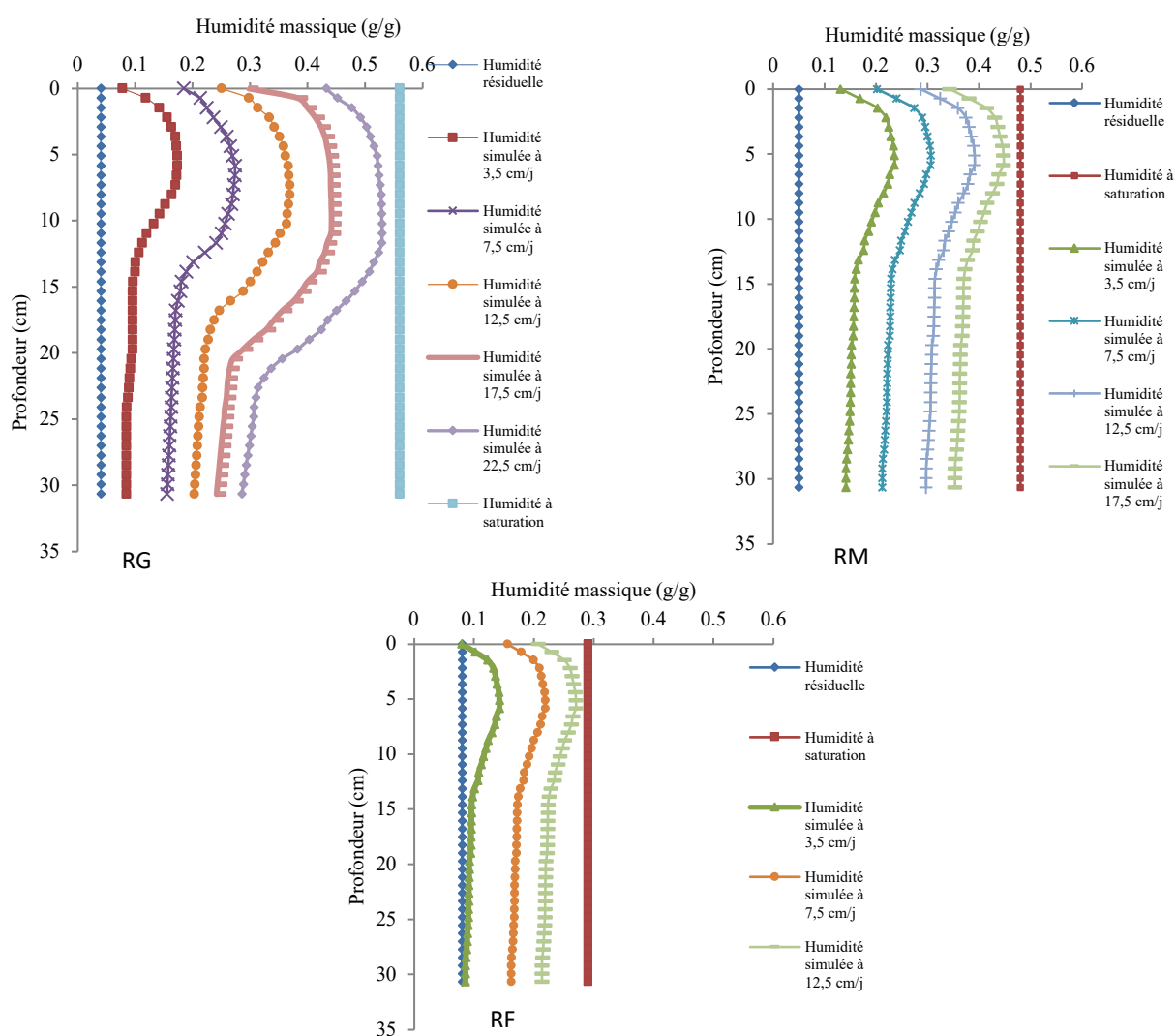


Fig. 5. Humidité simulée au niveau du réacteur à sable grossier (RG), du réacteur à sable moyen (RM) et du réacteur à sable fin (RF) à différentes charges hydrauliques

Du point de vue de la restitution de la fraction liquide des boues appliquées, les débits en sortie sont simulés à des charges allant de 3,5 cm/j jusqu'à 12,5 cm/j ; 17,5 cm/j et 22,5 cm/j respectivement au niveau du sable fin, du sable moyen et du sable grossier.

Les résultats montrent les débits de restitution maximale (Q_{max}) diminuent au fur et à mesure que les charges hydrauliques appliquées augmentent (Figure 6).

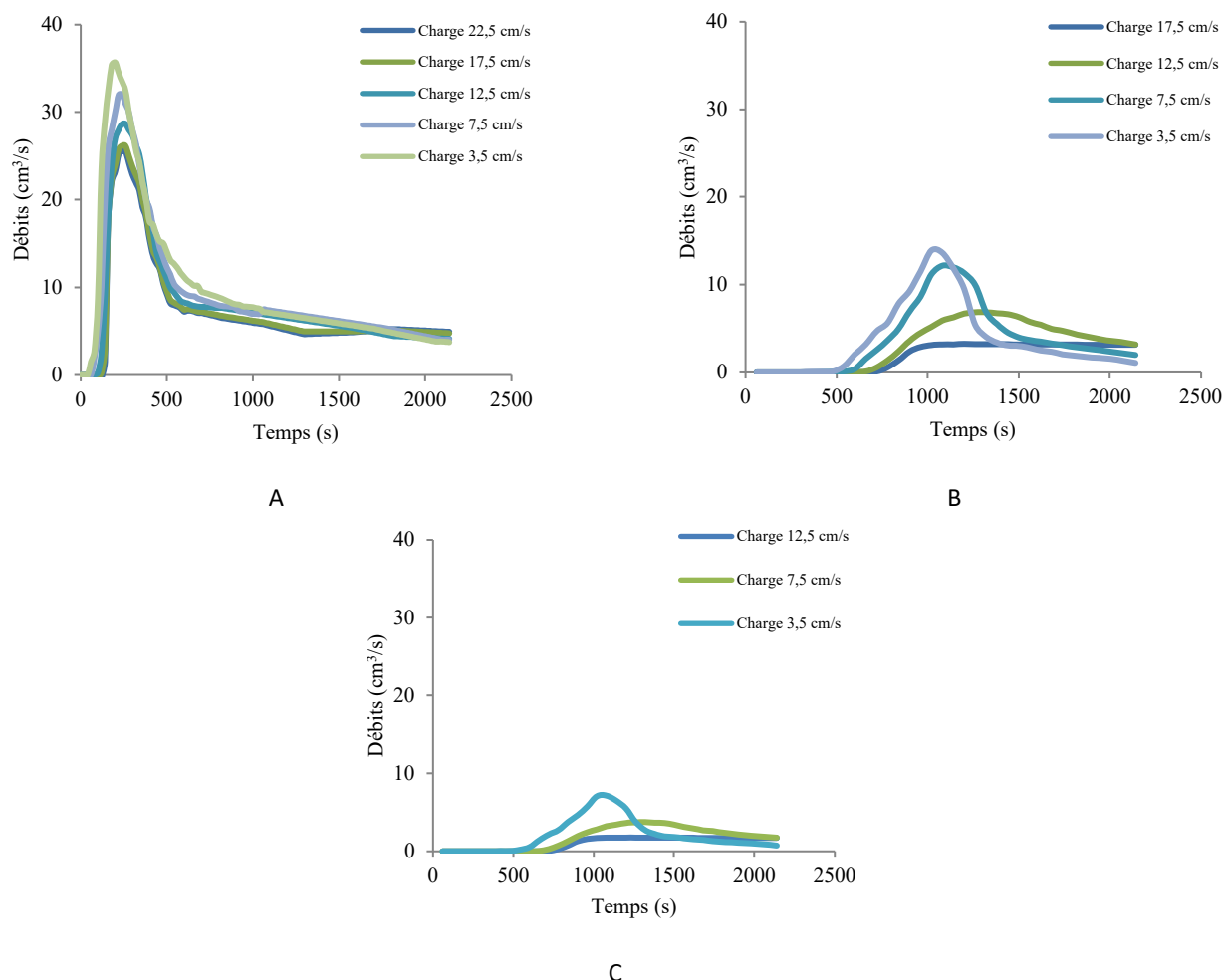


Fig. 6. Débits simulés à la sortie du réacteur à sable grossier (A), du réacteur à sable moyen (B) et du réacteur à sable fin (C) à chaque stabilisation du Q_{max} pour différentes charges hydrauliques

La réduction des débits en sortie est plus importante au niveau du sable fin (Tableau 6).

Tableau 6. Pourcentage de réduction des débits de restitution maximale (Q_{max}) en fonction des charges hydrauliques

Charges hydrauliques (cm/j)		3,5	7,5	12,5
Réduction des Q_{max} (%)	Sable grossier	33,48	52,17	60,11
	Sable moyen	62,10	77,70	87,11
	Sable fin	76,83	87,14	96,05

Parallèlement, la simulation des temps de séjour montre que l'augmentation de la charge hydraulique allonge les temps de séjour de la fraction liquide des boues au sein des massifs alors qu'avec l'eau de robinet (l'eau claire), l'augmentation de la charge hydraulique réduit les temps de séjour (Figure 7).

Ainsi, avec les boues de vidange, le temps de séjour passe de 3h27mn à 4h55mn lors du fonctionnement à la charge 22,5 cm/j au niveau du sable grossier. Pour le sable moyen, le temps de séjour passe de 9h50mn à 11h45mn lors du fonctionnement

à la charge 17,5 cm/j. Au niveau du sable fin, il passe de 12h40mn à 15h38mn lors du fonctionnement à la charge 12,5 cm/j (Figure 7).

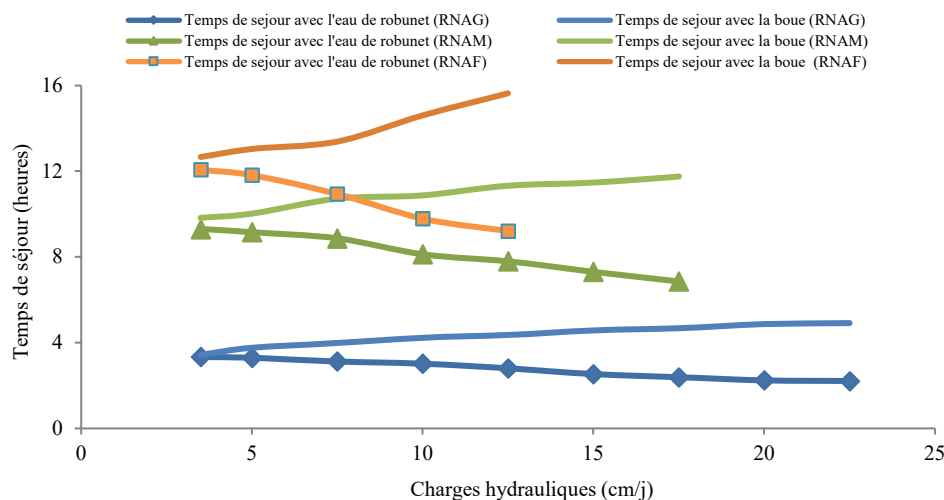


Fig. 7. Temps de séjour simulés au niveau des sables avec l'eau de robinet (eau claire) et avec la boue de vidange à chaque stabilisation du Q_{max} pour les charges hydrauliques traitables

Sur le plan des rendements, la DCO des filtrats est simulée de la charge 3,5 cm/j à la charge 12,5 cm/j, 17,5 cm/j et 22,5 cm/j respectivement au niveau des sables fin, moyen et grossier.

Les résultats montrent que la variation de la DCO des filtrats se fait en deux phases : une phase de réduction suivie d'une phase de stabilisation (Figure 8). Au niveau du sable grossier, la plus grande partie de la DCO est éliminée pendant les 10 premiers jours de fonctionnement. Toutefois, la phase de réduction de la DCO se poursuit jusqu'au soixante dixième jour de fonctionnement. Au niveau du sable moyen, l'essentiel de la DCO est éliminé pendant les 8 premiers jours de fonctionnement. Néanmoins, la phase de réduction de la DCO se déroule jusqu'au soixantième jour de fonctionnement. Quant au sable fin, la plus grande partie de la DCO est éliminée pendant les 7 premiers jours. Toutefois, la phase de réduction de la DCO se poursuit jusqu'au cinquantième jour de fonctionnement (Figure 8).

Les résultats montrent également que pour chaque type de sable, le rendement d'élimination de la DCO est nettement meilleur à la charge hydraulique 3,5 cm/j. En outre, la teneur en DCO des filtrats augmente lorsque la charge hydraulique augmente (Figure 8).

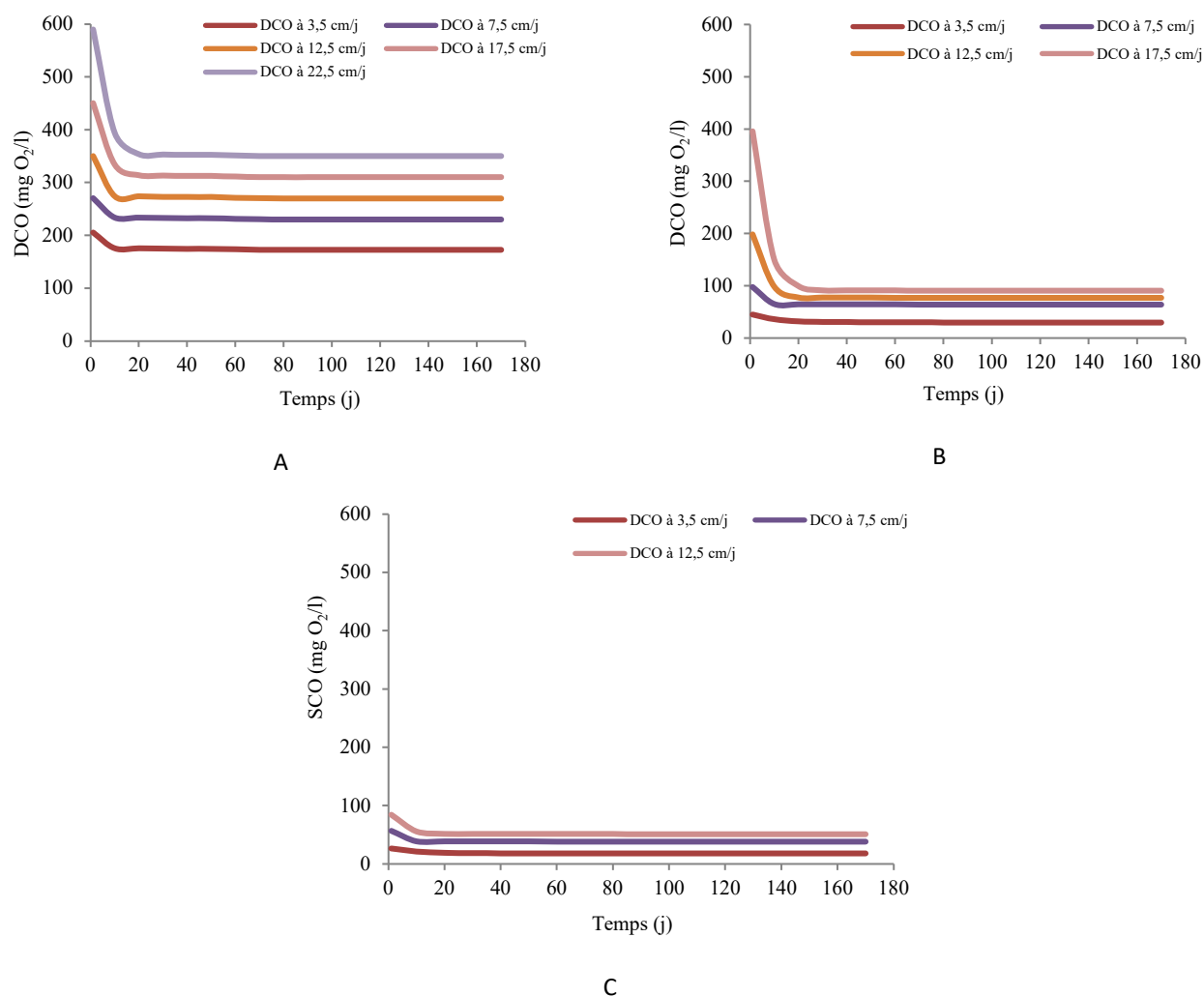


Fig. 8. DCO des filtrats du sable grossier (A), du sable moyen (B) et du sable fin (C) aux charges traitables par chaque sable avec une DCO incidente de 1170 mg O₂/l

Par ailleurs, les résultats montrent que pour une même charge hydraulique, les meilleurs rendements sont obtenus sur le sable fin suivi du sable moyen et du sable grossier lorsque les charges hydrauliques sont faibles (Tableau 7).

Tableau 7. Pourcentages d'élimination de la DCO pour chaque type de sable et pour chaque charge hydraulique appliquée

Charges hydrauliques (cm/j)		3,5	7,5	12,5	17,5	22,5
Rendement d'élimination de la DCO (%)	RNAG	85,25	80,32	76,90	73,48	70,06
	RNAM	97,42	94,50	93,40	92,66	Réacteur non fonctionnel
	RNAF	98,46	96,71	95,61	Réacteur non fonctionnel	

4 DISCUSSION

Les résultats montrent que le modèle élaboré reproduit bien le fonctionnement réel du Lit de Séchage à Ecoulement Non Saturé (LSENS), aussi bien au niveau de l'hydrodynamique que de l'hydrocinétique. En effet, la comparaison des résultats simulés aux résultats expérimentaux, fournit des coefficients de NASH estimés à 0,82 pour la DCO des filtrats, 0,88 pour les débits de restitution et 0,80 pour l'humidité des massifs filtrants. Ces différentes valeurs du coefficient de NASH supérieures à 0,70, montrent que les résultats fournis par le modèle sont conformes aux résultats expérimentaux. Elles autorisent donc l'utilisation du modèle pour décrire les situations de fonctionnement non étudiées lors de l'expérimentation [6], [7] et [8].

Pour la simulation des situations non étudiées lors de l'expérimentation, en plus des sables grossier et moyen, un sable fin est pris en compte.

Au titre du dimensionnement et de la prédiction du fonctionnement, le modèle a permis de déterminer les capacités de traitement des LSENS pour chacun des trois types de sables que sont le sable fin, le sable moyen et le sable grossier. En effet, dans la pratique, le dimensionnement est fait à partir des caractéristiques du sable disponible, de la teneur en DCO des boues de vidange et du rendement souhaité.

Ainsi les simulations montrent que la charge organique maximale applicable est de 24,7 mgO₂/cm²/j au niveau du sable fin, 43,3 mgO₂/cm²/j au niveau du sable moyen et 31,6 mgO₂/cm²/j au niveau du sable grossier. En outre, les simulations montrent que l'activité biologique a lieu principalement entre 3 cm et 5 cm au niveau du sable fin, entre 3 cm et 6 cm au niveau du sable moyen et entre 9 cm et 15 cm au niveau du sable grossier. Par ailleurs, la simulation montre que le temps de séjour est de 15h38mn au niveau du sable fin, 11h 45mn au niveau du sable moyen et 04h 55mn au niveau du sable grossier. De même, le modèle montre que la réduction de l'espace poral est de 95,45 % ; 91,3 % et 87,60 % respectivement au niveau du sable fin, du sable moyen et du sable grossier.

La plus grande charge organique traitable est donc obtenue sur le sable moyen, suivi du sable grossier et du sable fin. Cela est lié au fait que le sable moyen favorise le maintien de la pollution dans les six premiers centimètres des massifs filtrants avec un long temps de séjour. En fait, à la profondeur 6 cm, il y a une forte diffusion de l'oxygène atmosphérique. En effet, **Wanko (2005) [3], et Gnagne et al. (2014) [9]**, montrent que la présence de la pollution dans la partie supérieure des massifs filtrants crée des gradients de concentration de l'oxygène élevés entre la surface du massif épuratoire et l'air atmosphérique, si bien que la diffusion de l'oxygène à l'intérieur du massif filtrant est accrue. Cette bonne oxygénation du milieu associée au long temps de contact pollution-biofilm, assurent une bonne oxydation de la pollution azotée et carbonée.

Ce qui n'est pas le cas au niveau du sable grossier où les simulations montrent que la pollution va plus en profondeur (13 cm), hors de portée de l'oxygène qui diffuse à partir de la surface d'infiltration. De plus, le temps de séjour de la fraction liquide des boues au sein de ce support épuratoire est plus court que celui du sable moyen. Dans ces conditions, selon **Racault et al. (1984) [10], Seguret (1998) [11], Mubarak et al. (2009) [12] et Kaskassian et al. (2012) [13]**, la pollution ne dispose pas d'assez de temps pour y être bien oxydée.

La plus petite charge organique traitable est obtenue au niveau du sable fin comparativement aux sables moyen et grossier. Cela peut s'expliquer par la faible conductivité hydraulique de ce sable qui se réduit encore plus avec la croissance du biofilm. En effet, lorsque la charge hydraulique augmente, il se produit rapidement une saturation du milieu, créant la stagnation des effluents à la surface d'infiltration et un colmatage plus rapide du milieu poreux. Selon **Cooper (2004) [14], Karra et Maslouhi (2015) [15] et Onema (2015) [16]**, le milieu ainsi saturé devient anaérobique et l'oxydation se dégrade. C'est ce qui justifie la forte réduction de la porosité libre aux écoulements qui se traduit par une forte réduction des débits de restitution estimée à 96,05%. Cet état de fait prédispose le sable fin à un colmatage interne précoce aux fortes charges hydrauliques.

Dans ces conditions, le sable à granulométrie moyenne est plus approprié à la technologie des LSENS pour le traitement des boues de vidange des fosses septiques. Néanmoins, lorsque le sable moyen n'est pas disponible, le modèle permet de fixer les conditions de fonctionnement du LSENS avec le sable disponible.

Lors de l'expérimentation, des mesures directes de l'oxygène n'ont pas pu être réalisées. Par ailleurs, les résultats d'élimination de l'azote suggèrent l'existence de sites anoxy et oxy dans les milieux poreux en raison de l'alternance des phases d'alimentation et de repos. Ce phénomène qui, couplé avec le mélange d'eaux anciennes riches en nitrate et d'eaux nouvelles riches en carbone, laisse penser que le milieu poreux est également le siège de réactions de dénitrification dont la confirmation sera obtenue par le suivi à la fois du CO₂, du CH₄, du N₂, etc., dans le cadre d'une nouvelle étude.

5 CONCLUSION

Un modèle simulant les processus hydrodynamiques et biologiques qui participent à l'élimination de la pollution lors du traitement des boues de vidange des fosses septiques par LSENS est conçu. Il comporte deux modules représentant les mécanismes hydrodynamiques et les mécanismes biologiques. L'ajustement du modèle a été fait à partir des résultats d'expérimentations réalisées sur du sable moyen et sur du sable grossier.

Les simulations montrent que des trois types de sable (sable fin, sable moyen et sable grossier), c'est le sable moyen qui est le mieux approprié pour le traitement des boues de vidange des fosses septiques par LSENS. Cependant, lorsque le sable moyen n'est pas disponible, le modèle permet de déterminer les conditions de fonctionnement et de calculer les rendements épuratoires du sable disponible.

REFERENCES

- [1] Y. F. KOUAME, T. M. YEO, T. GNAGNE, K. F. KONAN, K. F. N'GOUANDI, O. B. YAPO, A. SEKA et P. V. HOUENOU, Stratégie d'élimination de l'azote des boues de vidange par Lit de Séchage à Ecoulement Non Saturé (LENS). *J. Soc. Ouest Afr. Chim*, pp 1-10. 029, 2010.
- [2] A. FOUCAULT et T. J. F. RAOUL, Dictionnaire de Géologie, *édition Masson*, Paris, 331p. 1980.
- [3] A. WANKO, Etude des mécanismes de transfert et évaluation des capacités d'oxygénation et de traitement des dispositifs par cultures fixées sur support granulaire fin. Thèse de doctorat N°99026201, Ecole doctorale MSH, Mathématiques et Sciences de l'information et de l'ingénieur, CEMAGREF. 224 p. 2005.
- [4] T. M. YEO, T. GNAGNE, K. F. KONAN, Y. F. KOUAME, et P. V. HOUENOU, Etude de la vulnérabilité d'un lit de séchage d'effluents de fosses septiques à écoulement non saturé, *European Journal of Scientific Research*, ISSN 1450-216X Vol.24 N°2 (2008), pp.187-196. 2008.
- [5] Y. F. KOUAME, T. GNAGNE, K. F. KONAN, T. M. YEO, P. V. HOUENOU et F. BRISSAUD, Choix du matériau poreux pour l'épuration des boues de vidange des fosses septiques par Lit de Séchage à Ecoulement Non Saturé (LENS). Numéro Spécial Afrique – *Tribune De L'eau* 2008, N°642, 10 p. 2008.
- [6] M. DESCHESNE, S. BARRAUD, and J. P. BARDIN, Experimental assessment of stormwater infiltration evolution, *Journal of environmental engineering*: pp 1090-1098. 2005.
- [7] E. HANGEN, H. H. GERKE, W. SCHAAF and R. F. HÜTTL, Assessment of preferential flow processes in a forest-reclaimed lignitic mine soil by multicell sampling of drainage water and three tracers, *Journal of Hydrology*, 303: pp 16-37. 2005.
- [8] B. A. TARIK et D. NOUREDDINE, Modélisation pluie-débit journalière par des modèles conceptuels et "boîte noire" ; Test d'un modèle Neuro-flou. *Hydrological Sciences, Journal des Sciences hydrologiques*, 49(5) Octobre 2004, 919, 12 p. 2004.
- [9] T. GNAGNE, T. M. YEO, Y. F. KOUAME, K. F. KONAN, Unsaturated Flow Drying Bed (UFDB): An alternative for treatment of septic tanks ludge ; *Journal of Water Resource and Protection*, 2014, 6, 454-462, Published Online April 2014 in SciRes. <http://www.scirp.org/journal/jwarp>; <http://dx.doi.org/10.4236/jwarp.2014.65045>, 2014.
- [10] Y. RACAULT, P. BOUTIN et J. DOUAT, Etude par traçage du comportement hydraulique d'une lagune d'épuration : Influence de la géométrie du bassin. *Revue Française des Sciences de l'eau*, 3 (1984), pp 107-218. 1984.
- [11] F. SEGURET, Etude de l'hydrodynamique des procédés de traitement des eaux à biomasse fixée, application aux lits bactériens et aux biofiltres. Thèse de Mécanique. Université de Bordeaux I. 118p + annexes. 1998.
- [12] I. MUBARAK, J. C. MAILHOL, R. ANGULO-JARAMILLO, S. BOUARFA and P. RUELLE, Effect of temporal variability in soil hydraulic properties on simulated water transfer under high-frequency drip irrigation, *Agric. Water Management*, 96: pp 1547-1559. 2009.
- [13] S. KASKASSIAN, J. CHASTANET, T. GLEIZE, J. M. COME, D. GETTO, V. BARTHES et R. ANGULO-JARAMILLO, L'essai d'infiltration couplé à un traçage non réactif : un outil pour évaluer le transfert des polluants dans la zone non saturée des sols, *L'eau, l'Industrie, les Nuisances* 349 : p 38-45. 2012.
- [14] P. COOPER, The performance of vertical flow constructed wetland systems with special reference to the significance of oxygen transfer and hydraulic loading rates. 9th international conference on wetland systems for water pollution control Avignon (France) 26-30th Sept 2004, pp 25-33. 2004.
- [15] R. KARRA et A. MASLOUHI, Modélisation de l'effet de la frange capillaire sur l'écoulement dans un milieu poreux non saturé. Laboratoire Interdisciplinaire en Ressources Naturelles et en Environnement (LIRNE), Université IBN TOFAIL, Faculté des Sciences de Kenitra, BP n° 133, Maroc ; 32p. 2015.
- [16] ONEMA, Filtre à Ecoulement vertical non saturé ; *Office Nationale de l'Eau et des Milieux Aquatiques, Domaine Eau et Aménagements Urbains*. Action 40-2 « Evaluation des procédés nouveaux d'assainissement ; Conception et exploitation des stations de traitement des eaux usées des petites et moyennes collectivités (EPNAC) », 14 p. 2015.

Hygiénisation par stockage et valorisation agronomique des urines comme fertilisant en riziculture irriguée à Katiola

[Hygienization by storage and agronomic valorization of urine as fertilizer in irrigated rice cultivation in Katiola]

Kinanpara KONE¹⁻², Yves Kotchi BONY¹⁻², and Théophile GNAGNE³⁻⁴

¹Unité de Formation et de Recherche en Environnement (UFR), Université JEAN LOROUGNON GUEDE ; BP 150 Daloa, Côte d'Ivoire

²Laboratoire d'Environnement et de Biologie Aquatique, UFR Sciences et Gestion de l'Environnement, Université NANGUI ABROGOUA, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

³Unité de Formation et de Recherche des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université NANGUI ABROGOUA, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

⁴Laboratoire Géosciences et Environnement UFR Sciences et Gestion de l'Environnement, Université NANGUI ABROGOUA, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire

Copyright © 2020 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 perspective of exploiting the economic opportunities for the recovery and reuse of waste as resources, our study aims to promote sanitation and improve agricultural productivity. It was assessed by collecting urine from households and drinking establishments in Katiola city, Toumbokaha and Kassémé villages and its use as a fertilizer. A total of 25 drinking alcohol operators and 258 households have agreed to install urine production equipment. They provided about 2.500 and 32.000 liters of urine per month. Studies have shown that wastewater facilities installed in households are more effective in providing urine through their frequent and regular use. Thus, households are more efficient in providing urine (more than 12 times) than public places. This means that individual sanitation is more effective than collective sanitation. These collected urines are hygienized by storage and applied as fertilizer to rice fields. The yields of urine fertilization are higher than those of chemical fertilizer fertilization, with the added benefits of herbicide. While improving rice productivity and thus soil fertility, urine ensures the sustainability of rice-based systems at economically bearable costs by producers. These results are an expression of the accession of the populations, a guarantee of the sustainability of the EcoSan approach, through their involvement in the production, collection and use of urine as fertilizer.

KEYWORDS: Ecological sanitation, urine, hygienization, fertilizer, irrigated rice growing, Katiola.

RÉSUMÉ: Dans la perspective d'exploitation des opportunités économiques de récupération et de réutilisation des déchets comme ressources, notre étude s'est fixée pour objectif de faire la promotion de l'assainissement et d'améliorer la productivité agricole. Elle a été évaluée à partir de la collecte de l'urine auprès des ménages et débits de boisson de la ville de Katiola, des villages Toumbokaha et Kassémé ainsi son utilisation comme fertilisant. Au total 25 tenanciers de débits de boisson et 258 ménages ont accepté l'installation des équipements de production d'urine. Ils ont fourni respectivement environ 2 500 et 32 000 litres d'urine par mois. Ainsi les ménages ont été plus efficaces dans la production d'urine (12 fois plus) que les lieux publics. C'est dire donc que l'assainissement individuel est plus efficace que l'assainissement collectif. Ces urines collectées sont hygiénisées par stockage et appliquées comme fertilisant sur les sites rizières. Les rendements de la fertilisation à l'urine sont

meilleurs à ceux de la fertilisation à l'engrais chimique avec en plus des avantages liés à son caractère herbicide. Tout en améliorant la productivité du riz et donc la fertilité des sols, l'urine permet d'assurer la durabilité des systèmes rizicoles à des coûts économiquement supportables par les producteurs. Ces résultats constituent l'expression de l'adhésion des populations, gage de la durabilité de l'approche EcoSan, à travers leur implication à la production, la collecte et utilisation des urines comme fertilisant.

MOTS-CLEFS: Assainissement écologique, urine, hygiénisation, fertilisant, riziculture irriguée, Katiola.

1 INTRODUCTION

Le dernier quart du vingtième siècle a vu émerger la prise de conscience mondiale de la dégradation accélérée de notre environnement et de la responsabilité de l'Homme dans cette évolution. Cette prise de conscience rapide s'est accompagnée de la reconnaissance de la nécessité d'un développement durable impliquant tous les acteurs de la société [1] : acteurs scientifiques et économiques, décideurs publics, société civile.

Le concept de durabilité est plus une direction à prendre qu'un stade à atteindre. En ce qui concerne l'assainissement, il n'existe aucune solution qui puisse remplir tous les critères de durabilité dans toutes les circonstances [2]. En 2004, plus de 2,6 milliards de personnes n'avaient pas accès à de l'assainissement adéquat, ce qui représente 60 % de la population des pays en développement [3]. Ce manque représente un problème sérieux pour la dignité humaine, la santé publique, l'intégrité environnementale, l'équité sociale et le développement économique. Au niveau environnemental, l'assainissement inadéquat dans les établissements humains pollue les eaux de surface et l'eau souterraine avec des pathogènes et des nutriments en quantité excessive [4]. Cette pollution affecte autant les ressources d'eau potable que les besoins des écosystèmes. Les approches conventionnelles sont souvent inefficaces et limitées.

Face à ces difficultés, la perspective nouvelle soutenue par la communauté scientifique à travers un nouveau paradigme, consiste à régler les questions d'assainissement à la source au niveau des ménages avec un minimum de dignité, à utiliser très peu d'eau pour le transport des déchets, à développer des technologies d'aseptisation et à exploiter les opportunités économiques de récupération et de réutilisation des déchets qui sont considérés comme des ressources [5].

Par ailleurs, la problématique environnementale associée à l'utilisation des engrais chimiques dans la production agricole a toujours préoccupé de nombreux gouvernements. De ce fait, une politique d'incitation des producteurs vers l'utilisation des fertilisants à moindre coût, et qui préservent l'environnement, paraît plus que nécessaire en raison des conséquences de la pollution chimique sur les sols et les eaux. Notons que la plupart des éléments nutritifs nécessaires aux plantes sont contenus dans les excréta humains, particulièrement les urines [6].

C'est dans ce contexte que, le Centre Régional pour l'Eau Potable et l'Assainissement (CREPA), devenu en 2011 Agence Intergouvernementale Panafricaine Eau et Assainissement pour l'Afrique (EAA), a mis en œuvre depuis 2003, un programme régional d'Assainissement Ecologique (EcoSan, Ecological Sanitation) dans huit (8) de ses pays membres dont la Côte d'Ivoire. La vision de l'approche EcoSan consiste à donner une valeur agronomique aux excréta [7], tout en les traitant comme une ressource plutôt que déchet, leur recyclage et leur transformation en nutriments [4].

C'est dans ces conditions que depuis 2007, cette valorisation est réalisée régulièrement à Katiola (zone centre du pays) en riziculture irriguée dans la phase de vulgarisation de l'approche EcoSan. Dans ce Département, les périmètres rizicoles aménagés de Nianra et Lopé où l'on réalise la fertilisation à l'urine, sont bien connus pour leurs importantes productions agricoles (plus de 700 tonnes par cycle, à raison de 2 cycles par an selon la coopérative des riziculteurs).

L'un des moyens d'utilisation d'urine sans risque de contamination est son hygiénisation [8]. L'hygiénisation de l'urine offre donc une opportunité d'usage des fertilisants agricoles disponibles, de moindre coût et respectueux de l'environnement.

Par conséquent, le recours à l'urine hygiénisée comme fertilisant pourrait constituer une stratégie durable de financement de l'assainissement. En effet, à Katiola, seulement 22,55% des ménages ne disposent pas de latrines [9]. Cette situation est susceptible d'engendrer le péril fécal et fragiliser la santé publique.

Notre étude s'est fixée pour objectif de faire la promotion de l'assainissement (réduction de la pollution par les excréta humains) et d'améliorer la productivité agricole par l'utilisation de l'urine humaine hygiénisée par stockage comme fertilisant en riziculture irriguée.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 ZONE D'ÉTUDE

Le Département de Katiola, zone géographique de la présente étude, est situé au Centre -Nord de la Côte d'Ivoire (Figure 1). Il couvre une superficie totale d'environ 2754 km² [10], [11]. La ville de Katiola (chef-lieu de la région du Hambol) est distante d'environ quatre cent trente (430) kilomètres d'Abidjan (capitale économique) entre 8° 00' et 9° 20' N, 4° 43' et 5° 78' W et une altitude de 320 mètres. Située dans la partie sud du Département, la zone d'étude est constituée des périmètres rizicoles de Nianra (Sous-préfecture de Timbé) et de Lopé (Sous-préfecture de Katiola). Le site de Nianra est situé en milieu rural tandis que celui de Lopé est localisé en milieu périurbain de la ville de Katiola. Ces périmètres sont divisés en blocs et casiers de tailles variées, irrigués par des canaux.

2.2 MÉTHODES DE PRODUCTION, COLLECTE, STOCKAGE ET VALORISATION DES URINES COMME FERTILISANT

La connaissance du circuit d'assainissement écologique de Katiola se résumait en la maîtrise de la production, de la collecte et du transport des urines vers les sites de valorisation (périmètres irrigués). Les choix des ménages et débits de boisson se sont faits sur la base du volontariat après la mise en œuvre d'une approche participative.

Ces différentes activités se sont réalisées en deux phases : 2007-2011 et 2013-2014. Rappelons que les activités de l'approche EcoSan se sont réalisées parallèlement à celles effectuées dans le cadre des programmes d'urgence de sortie de crise entre 2005 et 2011. A partir de 2011, tous ces programmes ont été arrêtés, suspendant ainsi les activités d'EcoSan. Ce n'est qu'en 2013 qu'elles ont été reprises et se réalisent régulièrement jusqu'à ce jour.

2.2.1 PRODUCTION ET COLLECTE DES URINES

Des bidons de 10 et 20 litres et entonnoirs mis à la disposition des ménages, sont déposés dans les endroits servant à la miction dans les concessions (douches, derrière les maisons, etc.). Il en est de même pour les lieux de grande affluence où les bidons de 20 et 25 litres surmontés d'entonnoirs sont installés dans les boîtes urinaires (figure 2).

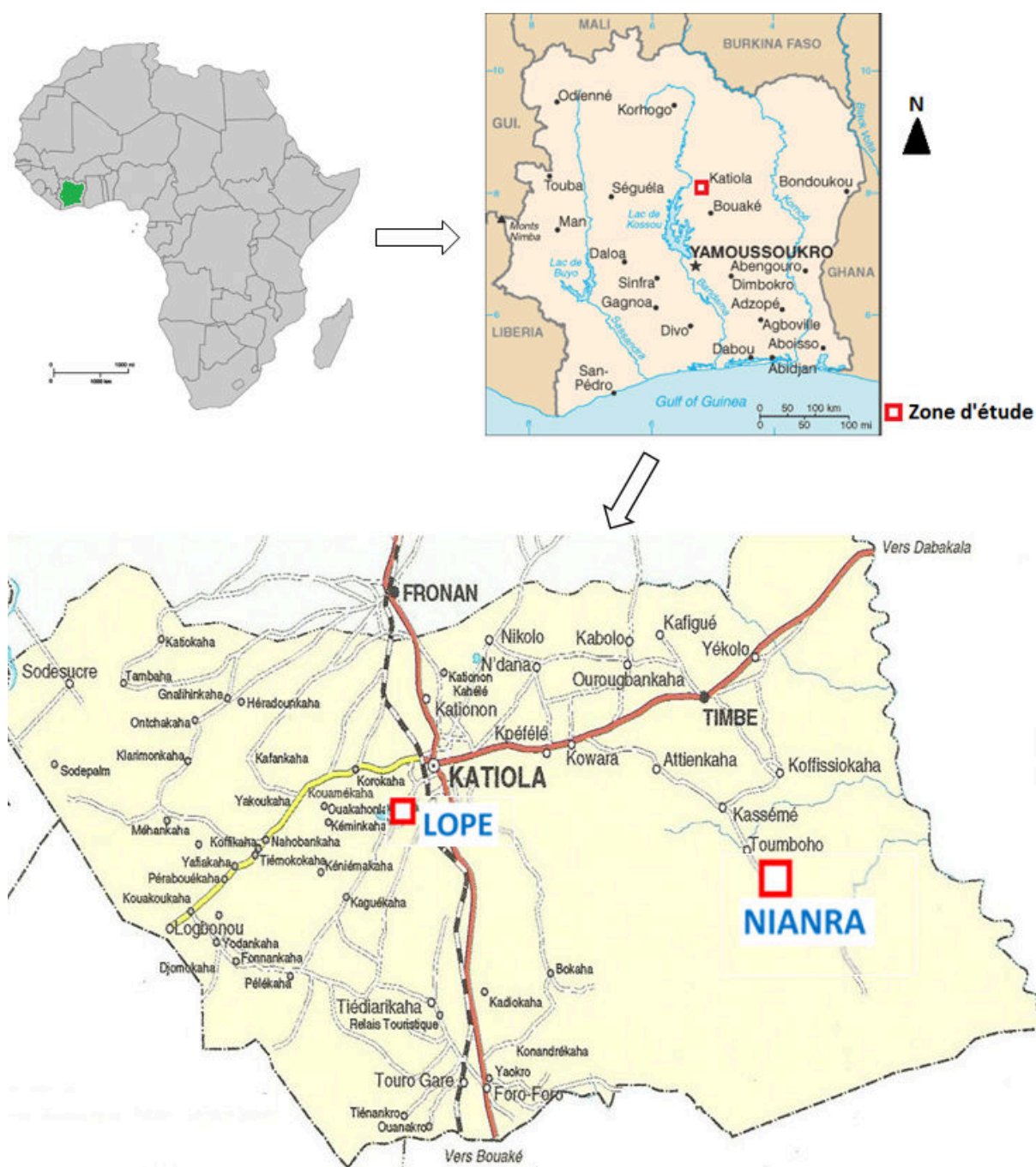


Fig. 1. Situation de la zone d'étude

Source : <http://www.atlas-monde.net/afrique/> et [http://fr.wikipedia.org/wiki/Côte d'Ivoire](http://fr.wikipedia.org/wiki/Côte_d'Ivoire), 2018) et sites d'étude (CCT, 2013)

Les ouvrages de production sont quotidiennement visités par les collecteurs. Les bidons remplis sont régulièrement récupérés et remplacés selon la fréquence d'utilisation des ouvrages desquels ils sont issus. Les urines collectées sont transportées à l'aide des brouettes (figure 3) et regroupées aux abords des rues. De ces lieux, elles sont acheminées à l'aide d'un motoculteur ou d'un tricycle vers les sites de valorisation (figure 3). Les urines collectées dans les villages de Toubokaha et Kassémé et la ville de Katiola sont valorisées sur le périmètre de Nianra tandis que le site de Lopé ne reçoit que celles collectées à Katiola. Le riziculteur habitant le périmètre de Nianra collecte ses urines et les utilise sur ses propres parcelles.



Fig. 2. Box urinoir (vue de dos et de l'intérieur) et Bidurs dans une douche traditionnelle avec un dispositif de collecte des urines



Fig. 3. Pré-collecte (brouette) et collecte des urines (motoculteur et tricycle)

Notons que seules les urines provenant de la ville de Katiola sont collectées par l'équipe de EAA. A Toumbokaha, ce sont les riziculteurs eux-mêmes (au nombre de 5) qui organisent la collecte sous la direction du président de la coopérative. Il en est de même pour le village de Kassémé où un riziculteur du périmètre de Nianra a organisé la collecte. Le campement de Nianra où le riziculteur qui y habite (trésorier de la coopérative) a organisé la collecte avec l'aide et l'implication de toute sa famille.

2.2.2 HYGIÉNISATION ET VALORISATION DES URINES

Sur ces sites, les contenus des différents bidons sont transvasés dans des réservoirs de 1000 litres dans lesquels les urines sont stockées. Notons qu'il y a possibilité de perte d'azote par évaporation lors du transvasement des contenus des bidons, diminuant ainsi son pouvoir fertilisant. C'est ce qui justifie la collecte par quantité de 1000 litres évitant ainsi les ouvertures et fermetures des fûts. Après chaque transvasement les réservoirs doivent être fermés hermétiquement aux abords des champs à fertiliser pour la phase d'hygiénisation. Elle consiste en la conservation des urines durant une période de 45 jours. Ce qui permet l'élimination des germes pathogènes éventuels contenus dans l'urine avant l'application sur le champ (figure 4).

La valorisation de l'urine sur les périmètres irrigués permet la fertilisation du sol par apport d'eau et d'urine aux parcelles rizicoles (figure 4). L'apport d'urine se fait par inondation lors de l'apport d'eau d'irrigation dans les parcelles. L'urine est emmenée à l'aide d'un raccord en tuyau raccordé à une vanne au niveau du réservoir, jusqu'à l'entrée de l'eau dans la parcelle. Le réservoir est installé en hauteur afin de faciliter l'écoulement gravitaire dû à la charge hydraulique.



Fig. 4. Transvasement, stockage et hygiénisation et application des urines

La quantité et la dose sont déterminées en fonction de la superficie, les besoins nutritifs des plantes, composition d'urine en azote et le principe de conservation de la matière. La norme est de 3 à 4 mètres cubes d'urine par apport et par hectare en riziculture.

3 RÉSULTATS

3.1 EQUIPEMENT ET PRODUCTION D'URINE

3.1.1 PHASE 1 : 2007 - 2011

Lors de la première phase de l'étude, 25 boxs urinoirs ont été installés dans 25 débits de boisson de la ville de Katiola avec le consentement des responsables. Au niveau des ménages, 211 à Katiola, 35 à Toumbokaha, 10 à Kassémé et 2 au campement de Nianra ont accepté l'installation des bidurs.

3.1.1.1 VILLE DE KATIOLA

Les ouvrages de production d'urine sont inégalement répartis à travers la ville de Katiola (tableau I). En effet, l'on dénombre 25 boxs urinoirs dont les quartiers Kaklinkaha et Nagnankaha concentrent à eux seuls 76 % de ce type d'ouvrage. Au niveau des ménages, 211 bidurs ont été distribués dont 66 Nagnankaha montrant ainsi ce quartier plus réceptif à l'approche.

Tableau 1. Répartition des ouvrages de production à Katiola

Quartiers	Nombre de boxs	Nombre de Ménages	Total
Kaklinkaha	11	25	36
Nagnankaha	8	66	74
Nandjèplékaha	3	40	43
Pédiakaha	1	39	40
Mangorosso	2	41	43
Total	25	211	236

La production des urines est tout aussi liée au nombre qu'au type d'ouvrages (figures 5 et 6). En effet, les quantités produites sont importantes dans les quartiers ayant un nombre élevé d'ouvrages quel que soit le type. Ces quantités produites en fonction du nombre d'ouvrages évoluent conformément aux productions journalières, hebdomadaire et mensuelle.

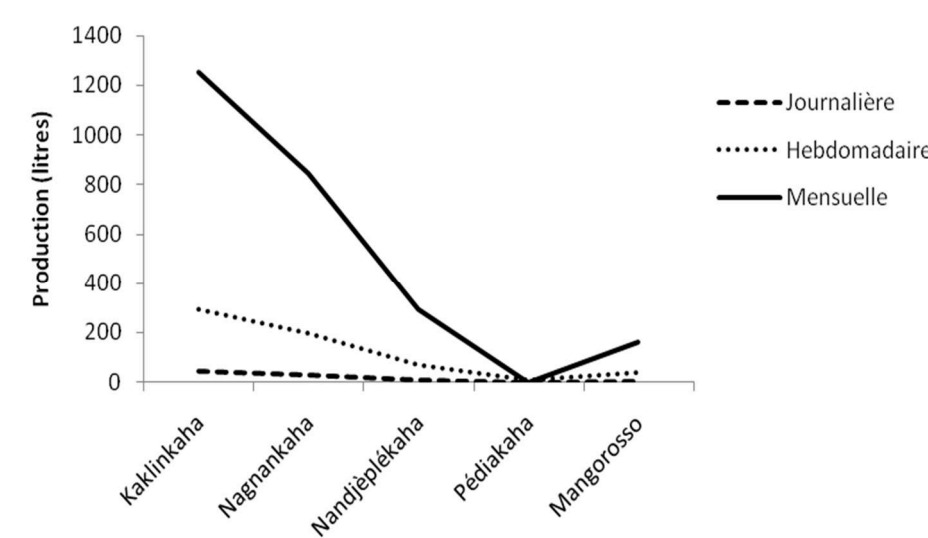


Fig. 5. Productions journalière, hebdomadaire et mensuelle des urines des boxs

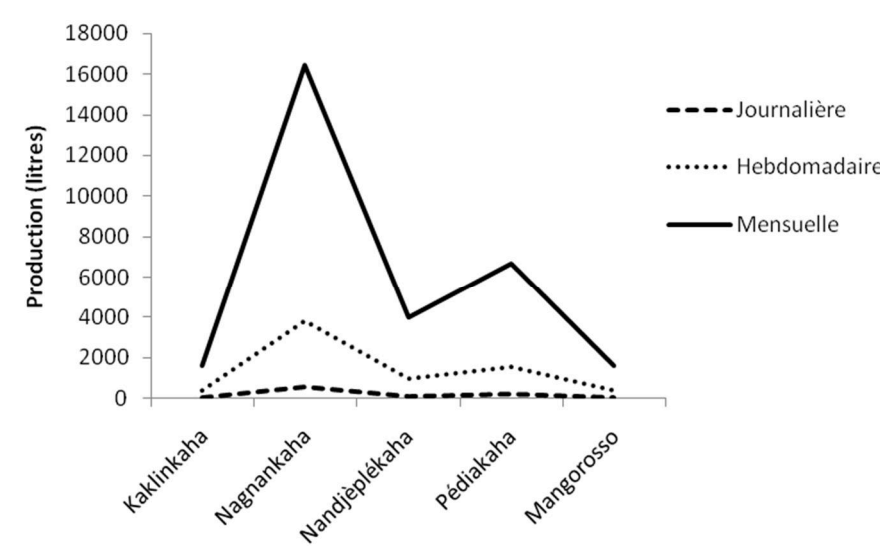


Fig. 6. Productions journalière, hebdomadaire et mensuelle des urines des ménages de Katiola

Les quantités moyennes d'urine produites dans les ménages sont plus importantes que celles des boxs urinoirs (tableau II). En effet, les productions spécifiques d'urine sont environ 12 fois plus importante dans les ménages que dans les lieux publics, quel que soit la périodicité, montrant ainsi leur l'efficacité.

Tableau 2. Répartition de la production moyenne des boxs et ménages à Katiola

Quartiers	Productions moyennes (litres)					
	Boxs urinoirs			Ménages		
	Jour	Semaine	Mois	Jour	Semaine	Mois
Kaklinkaha	41,76	292,32	1252,8	53,02	371,14	1590,6
Nagnankaha	28,12	196,84	843,6	548,57	3839,99	16457,1
Nandjèplékaha	9,82	68,74	294,6	133,33	933,31	3999,9
Pédiakaha	0,9	6,36	27,27	222,85	1559,95	6685,5
Mangorosso	5,44	38,08	163,2	52,8	369,6	1584
Total	86,04	602,34	2581,47	1010,57	7073,99	30317,1

3.1.1.2 TOUMBOKAHA, KASSÉMÉ ET CAMPEMENT DE NIANRA

Durant la période 2007 - 2011, 35 bidurs ont été introduits dans le village de Toumbokaha, 10 à Kassémé et 2 au campement de Nianra. Les productions spécifiques sont tout aussi étroitement liées aux nombres d'ouvrages (tableau III). En effet, le président de la coopérative et ses 4 collègues ont obtenu une production moyenne de moins d'un litre par bidur et par jour. Ce qui revient à une production hebdomadaire de 240 litres et à peine un mètre cube par mois. A Kassémé et au campement, leurs collègues ont atteint une performance journalière respective de 1,2 et 3,5 litres. Ce qui revient à des productions spécifiques hebdomadaires respectives de 80 et 51 litres d'urine. La production au campement est de loin la plus impressionnante dans la zone d'étude si l'on assimile la famille du trésorier à un ménage.

Tableau 3. Répartition de la production moyenne des urines dans les localités

Localités	Nombre de bidurs	Productions moyennes (litres)		
		Jour	Semaine	Mois
Toumbokaha	35	33	240	1015
Kassémé	10	12	80	330
Campement Nianra	2	7	51	250

3.1.2 PHASE 2 : 2013 - 2014

Durant la seconde phase, 101 ménages de la ville de Katiola ont accepté l'installation des bidurs dans leurs domiciles avec une répartition inégale dans les quartiers (tableau IV).

Tableau 4. Répartition des bidurs et de la production moyenne des urines à Katiola

Quartiers	Nombre de bidurs	Productions moyennes (litres)		
		Jour	Semaine	Mois
Nagnankaha	17	76,5	535,5	2159
Nandjèplékaha	23	103,5	724,5	2921
Mangorosso	7	31,5	220,5	889
Dioulabougou	34	153	1071	4318
Lonankaha	20	90	630	2540
Total	101	454,5	3181,5	12827

A l'analyse du tableau, l'on note la présence de 3 anciens quartiers (Nagnankaha, Nandjèplékaha et Mangorosso) et 2 nouveaux quartiers (Dioulabougou et Lonankaha) qui ont accepté de fournir l'urine à la reprise des activités.

La production, fonction du nombre d'ouvrages, est estimée à 454,50 litres par jour, à 3181,50 litres par semaine et 12827 litres par mois. Ce qui signifie que pour cette deuxième phase, l'on a une capacité de production de 3 et 13 fûts de 1000 litres par semaine et par mois en vue de la fertilisation des rizières.

3.1.3 VALORISATION DE L'URINE COLLECTÉE COMME FERTILISANT

L'on estime à 3 - 4 m³ d'urine pour couvrir les besoins nutritifs du riz à l'hectare et par apport selon l'état des sols. Il faut deux apports par cycle dont la date de référence est le jour du repiquage des plants. En effet, le premier apport intervient au tallage, 20 jours après le repiquage. Quant au second apport, il est fait entre les 55 et 60 jours à la montaison des plants.

Les superficies fertilisées ont évolué dans le temps (voir tableau V). Notons que lors de la première phase de l'étude, la valorisation a eu lieu dans les deux périmètres entre 2008 et 2011. Seuls les riziculteurs de Nianra ont bénéficié de l'urine comme fertilisant lors de la deuxième phase.

A l'analyse de ce tableau l'on constate que tous les bénéficiaires ont augmenté leurs parcelles fertilisées à l'urine entre la première et la seconde période de la phase 1. De même, les parcelles fertilisées à l'urine de la deuxième phase sont nettement supérieures aux précédentes pour les mêmes riziculteurs.

Tableau 5. Bénéficiaires et aires fertilisées à l'urine selon les sites et les périodes

Sites	Bénéficiaires	Aires fertilisées (ha)	
Phase 1 : 2007 - 2011			
Période 2008 - 2009		Période 2010 - 2011	
Nianra	Président	0,28	0,32
	Trésorier	0,2	0,23
	Membre	0,13	0,21
Lopé	EAA	0,26	2
	Président	0,5	0,5
Total		1,12	3,01
Phase 2 : 2013 - 2014			
Nianra	Président	1	
	Trésorier	1,5	
	Membre	0,5	
Total		3	

Notons que l'on a observé une amélioration de la productivité faisant passer les rendements de 5,4 à 6,7 tonnes à l'hectare à Nianra et 4,5 à 5,3 tonnes à l'hectare à Lopé.

4 DISCUSSION

Lors des deux phases de l'étude, 2007 – 2011 et 2013 - 2014, les ouvrages ont été inégalement répartis dans les sites de production d'urine. En effet, lors de la première phase, les quartiers Nagnankaha et Kaklinkaha concentraient à eux seuls plus de 76 % des boîtes urinaires installées dans les débits de boisson à travers la ville de Katiola. Au niveau des bidurs, 66 sur 211 ménages à Katiola ont accepté l'installation de ces ouvrages dans leurs domiciles à Nagnankaha. Dans la deuxième phase, c'est Dioulabougou qui a enregistré le nombre le plus élevé de bidurs installés (35 sur 101). Ceci montre que certaines populations sont plus réceptives que d'autres. Cette réceptivité dépend aussi de l'approche de communication utilisée, de la dextérité de l'animateur et voir son appartenance sociale. Les populations sont plus disposées à écouter et suivre les instructions d'un animateur avec lequel ils ont en partage, la langue, la culture, etc. La variabilité du taux d'acceptation des ouvrages traduit celle de l'adhésion des populations à l'approche.

Les urines collectées varient selon le nombre, le type et la fréquence d'utilisation des ouvrages. En effet, celles obtenues auprès des ménages sont nettement plus importantes. Les productions spécifiques sont environ 12 fois plus importantes dans les ménages que dans les lieux publics, quel que soit la périodicité, montrant ainsi leur efficacité. Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait que les bidurs font l'objet d'utilisation fréquente et régulière et généralement par tous les membres du ménage, ce à tout moment. Aussi ils sont disponibles pour l'assouissement des besoins dès qu'ils se présentent. Ceci est conforme aux différents temps de production d'urine par les ménages qui sont relativement plus court que ceux des boîtes urinaires. C'est ce que l'on remarque chez le trésorier de la coopérative de Nianra habitant le périmètre qui a réalisé des performances inédites de taux de collecte (250 litres par mois). Quant aux boîtes urinaires, ils sont utilisés occasionnellement et/ou périodiquement, généralement la journée. Notons aussi que ces ouvrages ne sont pas faciles d'utilisation pour la gente féminine, excluant ainsi cette frange de population très importante. Il en est de même pour les enfants qui sont exclus de son utilisation. A cela il faut ajouter les pesanteurs socio-culturelles, les croyances et convictions religieuses. Ces pesanteurs et croyances pourraient aussi expliquer les faibles productions d'urines à Toubokaha (7 litres / semaine / bidur) et Kassémé (8 litres / semaine / bidur), berceau de la tradition. Notons aussi que les populations rurales n'ont pas accès à leurs bidurs à tout moment, notamment la journée quand elles sont au champ. Malgré cette variabilité de production, l'on note avec satisfaction une implication des populations. Même l'arrêt des activités observé entre 2011 et 2013 n'a pas éteint leur intérêt pour l'approche. Des quartiers comme Nagnankaha, Nandjèplékaha et Mangorosso ont participé aux deux phases. Mieux la reprise des activités a permis d'atteindre une capacité de production de 3 et 13 fûts de 1000 litres par semaine et par mois.

L'urine ainsi collectée est acheminée vers les zones de valorisation (rizières) pour y être hygiénisée et utilisée comme fertilisant selon les recommandations de [12], [13], [14], [15]. En effet, le stockage constitue la technique la plus efficace et la plus usuelle pour réaliser une bonne hygiénisation surtout si l'urine est recueillie auprès de plusieurs ménages ou proviennent de latrines. Il est également nécessaire si l'urine est recueillie hors saison agricole. Un aspect commun à tous les systèmes de

stockage est le fait que l'urine doit être entreposée dans des récipients fermés afin d'éviter les pertes d'ammoniac. Le sort réservé aux organismes pathogènes entériques dans le récipient collecteur d'urine est important à cause des risques liés à la manipulation et à l'utilisation de l'urine. La survie dans le temps de différents micro-organismes présents dans l'urine dépend des conditions de stockage. L'urée dans l'urine est dissociée et forme l'ammonium/ammoniac. Ainsi l'urée devient alcaline, ce qui permet d'éliminer les agents pathogènes. Des études ont montré que dans l'urine, ce sont surtout la température et un pH élevé (~9) combiné à l'ammoniaque qui ont été reconnus comme influençant l'inactivation des micro-organismes [16], [14]. C'est pourquoi, **Richert et al. (2013) [12]** recommandent le traitement par stockage dans des systèmes à grande échelle (réservoirs de plus d'un mètre cube), pendant un mois à une température de 20°C avant l'utilisation, malgré l'existence d'autres techniques de traitement des urines.

Les superficies fertilisées à l'urine ont augmenté dans le temps passant souvent du simple au double pour les mêmes riziculteurs. Ce qui montre ainsi leur intérêt pour ce fertilisant. Cet intérêt exprime une forme d'adhésion à l'approche. L'utilisation des urines humaines a permis d'observer une amélioration de la productivité du riz et donc la fertilité du sol des deux périmètres rizicoles (Nianra et Lopé). L'amélioration des paramètres agronomiques du riz avait été déjà montrée par **Dembélé en 2009 [17]**. Pour cet auteur, les parcelles fertilisées à l'urine présentent un taux d'enherbement plus faible, avec une forte production de paille et un rendement élevé. L'urine aurait donc des effets herbicides et la paille une fois retournée au sol constituerait un élément de bonne gestion de la fertilité des sols. Avec ses potentialités agronomiques, l'urine humaine permet d'assurer la durabilité des systèmes rizicoles à des coûts économiquement supportables par les producteurs.

L'acceptation des responsables de débits de boisson et des ménages à installer des ouvrages (boxs et bidurs) pour la production des urines et leur utilisation comme fertilisant agricole par les riziculteurs constituent des indicateurs objectifs de l'adhésion des populations à l'approche. De plus, la continuité de l'implication des populations à EcoSan observée de 2007 à ce jour, témoigne leur adhésion totale que la suspension d'activités n'a pu éroder. L'Adhésion des populations à l'approche EcoSan constitue la garantie du succès de cette approche en lui assurant sa durabilité.

5 CONCLUSION

Les populations ont accueilli avec beaucoup d'enthousiasme l'approche EcoSan. Au total 25 tenanciers de débits de boisson et 258 ménages ont accepté l'installation des équipements de production d'urine. Ils ont fourni respectivement 602,34 et 7 444,99 litres d'urine par semaine soit environ 2 500 et 32 000 litres d'urine par mois. Ainsi les ménages ont été plus efficaces dans la production d'urine (plus de 12 fois) que les lieux publics. C'est dire donc que l'assainissement individuel est plus efficace que l'assainissement collectif. Ces urines collectées sont hygiénisées par stockage et appliquées comme fertilisant sur les sites rizicoles. L'acceptation des paysans, les mêmes depuis le début du programme, de faire recours à l'urine en remplacement de l'urée chimique dans la production rizicole, montre leur attachement à cet fertilisant et l'intérêt qu'ils lui accordent. Les rendements de la fertilisation à l'urine sont meilleurs à ceux de la fertilisation à l'engrais chimique avec en plus des avantages liés à son caractère herbicide. Tout en améliorant la productivité du riz et donc la fertilité des sols, l'urine permet d'assurer la durabilité des systèmes rizicoles à des coûts économiquement supportables par les producteurs. Ces résultats constituent l'expression de l'adhésion des populations, gage de la durabilité de l'approche EcoSan, à travers leur implication à la production, la collecte et utilisation des urines comme fertilisant. Qu'elles soient riziculteurs ou pas, ces populations adhèrent ainsi à la promotion de l'assainissement, depuis 2007 jusqu'à ce jour.

REFERENCES

- [1] A. L. F. Gautier, Analyser la durabilité du développement de valorisations non alimentaires d'agro-ressources. Thèse de doctorat, Université de Technologie de Troyes, France, 438 p. 2009.
- [2] J. Beausejour, Alternatives à l'assainissement centralisé dans les pays en développement : le cas des zones périurbaines du Vietnam. Thèse de Ph.D., Université de Montréal, Canada, 307 p. 2009.
- [3] WHO – UNICEF, Meeting the MDG drinking water and sanitation target : the urban and rural challenge of the decade, WHO-UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation, 2006.
- [4] S. A. Esrey, J. Gough, D. Rapaport, R. Sawyer, M. Simpson-Hébert, J. Vargas and U. Winblad, Ecological Sanitation. Swedish International Development Cooperation Agency (SIDA), Stockholm, Sweden, 100 p. 1998.
- [5] A. Morel, R. Schertenleib, C. Zurbrugg, Approches alternatives d'assainissement environnemental dans les pays en développement. EAWAG News 57, pp. 18-20, 2003
- [6] U. Winblad, H. M. Simpson, Ecological sanitation. Revised and enlarged edition. EcoSanRes programme, Environnement Institute, Stockholm, Sweden, 141 p. 2004.

- [7] E. Kvarnström, K. Emilsson, R. A. Stintzing, Urine diversion : One Step Towards sustainable sanitation. Report 2006-1, EcoSanRes Publications Series and Stockholm Environment Institute, 64 p. 2006.
- [8] T. Gnagne, S. Kanga, K. B. Comoé, K. F. Konan, Faisabilité socio-économique de l'utilisation de l'urine comme fertilisant pour la culture d'igname : cas de Petit Badien à Dabou en Côte d'Ivoire. *INFOCREPA*, 54, pp. 11-21, 2006.
- [9] Diagnostic concerté de l'accès à l'eau potable et à l'assainissement de la commune de Katiola. Rapport de diagnostic avril 2010, CREPA Katiola, Côte d'Ivoire, 50 p. 2010.
- [10] J. T. Gouesse, Apport des contrats de performance dans les Districts sanitaires en situation de crise : cas du district sanitaire de Katiola (Côte d'Ivoire). «*Organisation et Management des Systèmes Publics de prévention vaccinale dans les Pays en Développement*». Diplôme Interuniversitaire, Ouidah, Bénin, 23 p. 2008.
- [11] T. J. H Coulibaly, Répartition spatiale, gestion et exploitation des eaux souterraines : cas du département de Katiola, région des savanes de Côte d'Ivoire. Thèse de doctorat en Sciences de l'Information Géographique de l'Université de Paris Est, 142 p, 2009.
- [12] A. Richert, R. Gensch, H. Jönsson, T. A. Stenström et L. Dagerskog, Conseils Pratiques pour une Utilisation de l'Urine en Production Agricole. Stockholm Environment Institute, EcoSanRes Series 2013-1, 73 p. 2013.
- [13] K. B. Comoé, T. Gnagne, D. Koné, S. Aké, S. G. Dembélé et A. Kluste, Amélioration de la productivité de l'igname par l'utilisation d'urine humaine comme fertilisant. *Sud Sciences et Technologies*, Semestriel N°17, pp. 27-37, 2009.
- [14] T. Gnagne, K. F. Konan, S. Coulibaly, K. Koné, Qualité azotée et sanitaire de l'urine humaine collectée en vue de la fertilisation des sols. *Cahier de Santé Publique*, 5 (22), pp. 65-75, 2006.
- [15] C. Schönning et T. A. Stenström, Recommandations pour un usage sans risques de l'urine et des matières fécales dans les systèmes d'assainissement écologique. Rapport 2004 – 1, collection des publications EcoSanRes. Institut de l'environnement de Stockholm, 53 p. 2004.
- [16] C. Höglund, Evaluation of microbial health risks associated with the reuse of source separated human urine. PhD thesis, Departement of Biotechnology, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden. ISBN 91-7283-039-5, 87p. 2001.
- [17] D. D. Dembélé, Effet de l'urine humaine hygiénisée sur la productivité du riz irrigué *Oryza sativa* variété "Bouaké 189" à Katiola au centre nord de la Côte d'Ivoire. Mémoire de DESS en Protection de l'Environnement et Amélioration des Systèmes Agraires Sahéliens, Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger, 2009.

L'enseignement de la dérivée dans le processus d'apprentissage en 3^{ème} des humanités scientifiques en République Démocratique du Congo

Jean André MUANZA KAMUANGA

Université Pédagogique Nationale, RD Congo

Copyright © 2020 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This article focuses on the teaching of the derivative in the 3rd year of science in the Democratic Republic of Congo. He poses the fundamental question of his conceptual meaning "what is it for ?" The field work has highlighted the aspect calculations, algorithms of computation. Nothing special about what it's used for. This historical work of interpretation of the derivative and to ask the question of how to introduce different aspects in our teaching.

KEYWORDS: Acceleration, increase, director coefficient, derivative, right, limit, inclination, rate, variation, speed.

RÉSUMÉ: Cet article porte sur l'enseignement de la dérivée en 3^{ème} année des humanités scientifiques en République Démocratique du Congo. Il pose la question fondamentale de son sens conceptuel "le à quoi ça sert ?" Les travaux de terrain ont mis en évidence l'aspect calcul, les algorithmiques des calculs. Rien de particulier sur le à quoi sert la dérivée. Le travail historique et épistémologique de la dérivée nous a conduits à mettre en évidence un nombre d'interprétations de la dérivée et à se poser la question de comment s'y prendre pour introduire différents aspects dans notre enseignement.

MOTS-CLEFS: Accélération, accroissement, coefficient directeur, dérivée, droite, limite, pente, taux, variation, vitesse.

1 INTRODUCTION

Nous présentons, dans ces pages, notre travail de recherche mené depuis 2017 et qui a pour objet "l'enseignement-apprentissage de la dérivée en troisième année des humanités scientifiques en République Démocratique du Congo".

Il semble exister un malaise dans l'enseignement-apprentissage de la notion de dérivée qui est un des concepts qui posent des problèmes d'apprentissage en mathématiques.

Les élèves qui l'apprennent, la mémorisent plus qu'ils la comprennent. De manière procédurale ou calculatoire, ils manipulent bien les formules apprises, ils parviennent de fois aux résultats attendus, mais quant à comment le réinvestir au quotidien, les problèmes se posent.

Cet enseignement est resté théorique, centré sur la reproduction des élèves, ce qui implique son caractère informatif et algorithmique. Ceci ne permet nullement aux apprenants à s'approprier des connaissances qui sont à leur portée afin de les mobiliser dans des situations nouvelles ou dans d'autres sciences comme la physique, la biologie, la chimie..., dans le cadre de l'interdisciplinarité scolaire.

Nous pensons que ce qui cause très souvent les soucis, c'est sa manière assez contractuelle, le fait qu'il y a beaucoup de façons de comprendre cette notion. La pire des démarches à ne pas suivre, c'est d'envisager une seule façon d'introduire cette notion comme nous le faisons si souvent dans notre enseignement-apprentissage en suivant la marche des manuels utilisés.

C'est rare de constater qu'après avoir enseigné la droite en deuxième scientifique, l'enseignant puisse aller très loin pour faire voir aux élèves l'importance que revêt la notion de pente et à quoi elle pouvait les amener dans la classe montante.

Beaucoup d'enseignants suivent la procédure de manuel scolaire qui reste disponible et peu sont ceux qui peuvent réfléchir personnellement pour introduire la notion de la dérivée par la pente de la droite malgré l'usage de la limite.

Notre principale hypothèse est que la structuration actuelle de cet enseignement d'introduire uniquement la dérivée par $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h)-f(x)}{h}$ ne permet pas aux apprenants de gérer efficacement la complexité de ce concept. C'est ce qui expliquerait pour la plupart de temps leurs difficultés et c'est pourquoi ils privilégient la mémorisation au contenu qui donne du sens.

Nous estimons que le travail a priori de l'enseignant pouvait donner aux apprenants quelques éléments nécessaires qui entreraient en compte dans le travail de recherche de la situation-problème appropriée et adaptée.

Ainsi pour réaliser un tel travail de recherche, nous avons pu recourir aux quatre points essentiels comme une des procédures à adopter pour que l'apprenant, dans son étude de la dérivée, apprenne certains sens de cette notion mathématiques et à quoi ça sert.

2 ÉLÉMENTS DE L'APPROCHE HISTORIQUE ET DE L'APPROCHE PEDAGOGIQUE

2.1 POINTS D'HISTOIRE

Les problèmes de tangentes appelés (dérivation) et de calculs d'aire (intégration) ont passionné plusieurs mathématiciens depuis Archimède. Les premiers à avoir compris le rapport entre les deux sont Isaac Newton et Gottfried Wilhelm Von Leibniz. Ils sont maintenant considérés comme **Co-inventeurs du calcul différentiel**.

Malgré la controverse qui a longtemps fait rage, du vivant de **Newton et Leibniz**, et pendant encore de nombreuses années après leur mort. Les uns, à la suite de Newton lui-même, accusaient Leibniz de plagiat, car il aurait eu accès à des manuscrits non publiés de Newton. Mais au finish, on est arrivé à concilier les deux notations de Leibniz et de Newton.

Voici comment, dans *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (1687), Newton exprime sa vision des dérivées : "*Les rapports ultimes dans lesquels les quantités disparaissent ne sont pas réellement des rapports de quantités ultimes, mais les limites vers lesquelles les rapports de quantités, décroissant sans limite, s'approchent toujours, et vers lesquelles ils peuvent s'approcher aussi près qu'on veut*". La vision de Newton est très proche de la définition moderne de la dérivée comme limite d'un taux d'accroissement.

2.2 APPROCHE PEDAGOGIQUE ENVISAGEABLE

L'histoire du concept de dérivée est complexe. Pour l'aborder de façon plus claire, nous prenons le parti de la comparer avec la présentation que donnent de ce même concept les programmes actuels de notre enseignement secondaire. La dérivée est une des notions centrales de notre programme de mathématique. La dérivabilité en un réel x_0 et l'éventuel nombre dérivé en x_0 sont d'abord définis à partir du concept de limite (en o ou en x_0). Il s'agit là de *notions locales* qui ne dépendent que des restrictions de la fonction au voisinage du réel considéré.

Le nombre dérivé, s'il existe, s'interprète de plusieurs façons :

- *Cinématiquement*, en termes de vitesse instantanée ;
- *Numériquement*, en termes d'approximation affine ;
- *Géométriquement*, en termes de tangente ;
- En *économie*, il est lié aux quantités marginales.

Dans un second temps, *on passe du local au global, en définissant la dérivabilité sur un intervalle, et la fonction dérivée*. On s'intéresse alors aux variations de la fonction que l'on dérive, et aux problèmes d'optimisation. On développe de purs calculs, des algorithmes de dérivation : dérivées des fonctions de référence, dérivées de fonctions obtenues en composant d'autres fonctions par les opérations classiques : +, -, ×, /, o .

C'est ce travail algorithmique que réussissent si bien les logiciels de calcul formel.

2.3 APPROCHE PEDAGOGIQUE ET APPROCHE HISTORIQUE

2.3.1 POINTS COMMUNS POSSIBLES

- ❖ Didactiquement comme historiquement, on ne saurait établir un calcul différentiel sans posséder le concept de fonction.

Trois aspects majeurs du concept de fonction sont à distinguer :

1. L'aspect calculatoire ou algébrique, suivant lequel une fonction est définie par une formule ;
2. L'aspect graphique et géométrique, pour lequel une fonction est assimilée à sa courbe représentative dans un repère ;
3. L'aspect intuitif et causal, qui considère une quantité y dépendant d'une quantité x (on dit alors que y varie en fonction de x).

C'est pourquoi il faut lui donner une telle importance, dès le secondaire général appelé maintenant éducation de base (7ème et 8ème années) en RDC.

Cependant, historiquement, cette notion a émergé parallèlement et non préalablement au calcul différentiel et sous des aspects variés :

- Courbes représentatives (au xviième siècle, on disait « lignes ») ;
- Formules algébriques ;
- Lois de mouvement (la variable est alors le temps).

Le concept moderne de fonction est plus abstrait et plus général, mais ces anciennes représentations ont abondamment prouvé leur puissance et leur fécondité, même si elles n'allaient pas sans certaines naïvetés.

- ❖ Entre notre enseignement et l'évolution historique du concept de dérivée, l'importance du point de vue cinématique ; C'est grâce à lui qu'a pu se forger une *intuition du nombre dérivé*, comme *vitesse instantanée d'un mobile* se déplaçant sur un axe. Il est à l'origine de l'une des deux formalisations du calcul différentiel, celle d'Isaac Newton qui, à partir d'une quantité x qui varie (la fluente) considère la variation de x (la fluxion, notée $\dot{x}$), façon de voir équivalente à notre opération de dérivation qui, à partir de f donne f' .

Dès avant Newton, la représentation cinématique avait une importance primordiale, due à ses aspects intuitif et physique. C'est en se plaçant à ce point de vue que Galilée intègre l'équation différentielle $y' = Ct$ (par une méthode sommatoire, d'origine médiévale), et que ses successeurs déterminent diverses primitives, donc, par renversement de la démarche, diverses vitesses de mouvements, ainsi que de nombreuses tangentes, en décomposant le mouvement suivant deux axes perpendiculaires : ce fut le travail, en particulier, de Torricelli, de Roberval, de Barrow, le maître de Newton. On voit donc que la cinématique est historiquement la source principale de la notion de dérivée.

- ❖ L'histoire et l'enseignement se rejoignent également dans l'intérêt qu'ils portent aux problèmes d'optimisation.

« Kepler, en 1615, fait l'observation, que l'on trouve déjà chez Nicole Oresme et qui n'avait pas échappé même aux astronomes babyloniens, que *la variation d'une fonction est particulièrement lente au voisinage d'un maximum*¹ ». Pierre de Fermat, surtout, s'intéresse à ce type de problèmes, qu'il résout par une méthode d'ailleurs plus algébrique qu'analytique, que nous interpréterions comme un cas particulier d'équation $f'(x_0) = 0$.

- ❖ Au cours de l'histoire de l'Analyse comme dans la plupart des exercices que nous proposons aux élèves, l'aspect global éclipse largement l'aspect local. Ce point de vue global permet de développer tout le côté *algorithmique du calcul des dérivées*, mais il néglige les difficultés qui peuvent se poser aux points « singuliers ». Ce privilège du global par rapport au local, de la fonction dérivée par rapport au nombre dérivé demande peut-être à être nuancé.

¹ Citation des << Eléments d'Histoire des Mathématiques >>, par Bourbaki, chez Herman, (pp 221-222)

2.3.2 CONTRASTES POSSIBLES

➤ Historiquement, l'idée d'intégrale précède le concept de dérivée, à l'inverse du déroulement de notre enseignement.

L'Analyse tire, en effet, son origine de divers problèmes qui se posaient aux mathématiciens, et qui furent d'abord géométriques. Il s'agissait d'un nombre réduit de problèmes de tangentes, mais surtout de problèmes de type sommatoire (nous dirions aujourd'hui de type intégral).

➤ Le concept de limite, qui est primordial dans notre enseignement, n'occupe pas cette place centrale dans l'histoire des mathématiques.

La plupart des mathématiciens, avant le XIX^{ème} siècle, utilisaient plutôt le concept d'indivisible, ou d'infiniment petit, lequel n'était pas compatible avec la rigueur logique de l'exposé, mais constitua une source d'inspiration majeure pour les Analystes: Cavalieri, Pascal, Leibniz et ses disciples. C'est cette notion d'infinitésimal qui sous-tend les différentielles de Leibniz, le fameux « dx », mais aussi la notation « o » de Newton (qui, avec les notations de Leibniz, ne serait autre que ($o = dt$)).

Dans le domaine de la dérivée comme dans beaucoup d'autres, le progrès historique et la progression didactique, s'ils se recoupent parfois, ne sauraient coïncider : l'histoire est beaucoup plus complexe, emmêlée, touffue, que ne pourrait l'être aucun enseignement. Mais l'enseignant peut trouver dans l'histoire des concepts une source de réflexion et d'inspiration.

2.4 PROCESSUS D'APPRENTISSAGE

2.4.1 APPROCHE CINÉMATIQUE

Dans ce processus, tout peut aller d'un constat que les maths et les sciences physiques s'interrogent réciproquement en précisant que les mathématiques sont constitutives des sciences physiques et celles-ci utilisent mieux des mathématiques pour son développement intégral d'une part et d'autre part, les principes voudraient que l'on parte des sciences physiques vers les mathématiques tout en regardant comment les physiciens utilisent les mathématiques dans leur vie pratique.

Ainsi pour parler d'un questionnement sur la notion de "vitesse", "accélération" et dérivée", on les définirait respectivement comme taux de variation de la distance parcourue ; "taux de variation de la vitesse" et "taux de variation d'une grandeur". Cela peut s'illustrer par la balade en voiture et par le sportif de manière suivante :

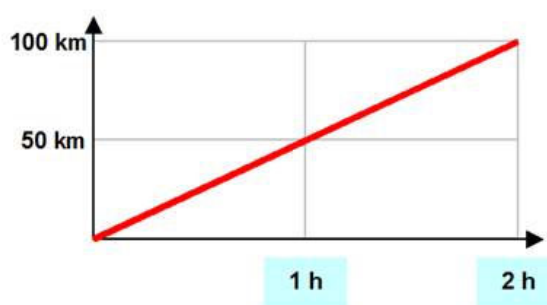
2.4.1.1 LA BALADE EN VOITURE

Nous sommes sur une belle route de la ville et nous notons la distance parcourue :

- En 1 heure, nous faisons 50 km ;
- La 2^{ème} heure, nous faisons 50 km.

Cela fait un total de 100 km. Donc notre vitesse est vraiment régulière : elle est de 50km/heure.

Voici le graphique :

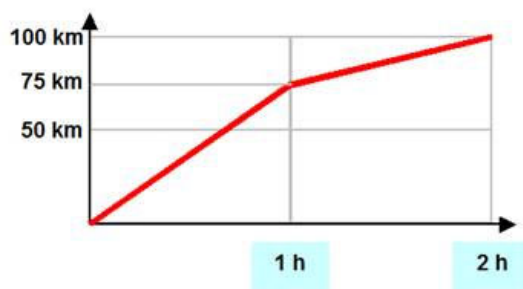


On observe une simple droite sur le graphique.

Le lendemain, nous faisons :

- En 1 h, 75 km ;
- La 2^{ème} heure, 25 km. Cela fait un total de 100 km.

Voici le graphique :



On observe une fluctuation du trafic : notre vitesse n'est pas la même selon l'heure. La 1^{ère} heure, nous allons plus vite que la seconde. La pente² de la droite témoigne de la vitesse. Donc la *vitesse est la pente de la droite dessinée*.

2.4.1.2 LE SPORTIF

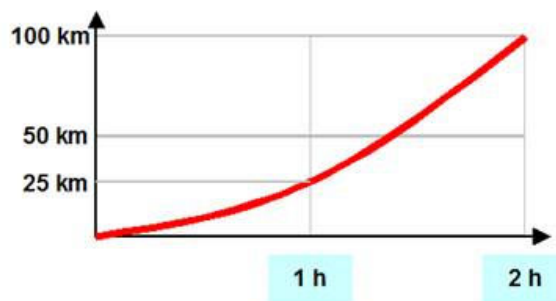
Un sportif en voiture se lance départ, arrête et accélère :

- En 1 heure, il fait 25 km ;
- La 2^{ème} heure, il fait 75 km. Cela fait un total de 100 km

Quelle sa vitesse ?

- Elle change constamment,
- *C'est là qu'intervienne la notion de dérivée.*
- *Comment tracer la pente de la tangente en tout point ?*

Voici le graphique :



La vitesse, c'est la pente de la courbe. Mais quelle pente ?

En effet, prenons la courbe décrite par la fonction (une parabole):

- $y = ax^2$
- Avec au point extrême :

$$\begin{aligned} x &= 2 \text{ h} \\ y &= 100 \text{ km} \\ \text{Soit } 100 &= a \cdot 2^2 \\ a &= 25 \end{aligned}$$

² Pente d'une droite : valeur de la tangente de l'angle que forme cette droite avec la projection orthogonale sur le plan horizontal.

L'équation de la courbe devient :

$$y = 25x^2, \text{ avec } x = 1 \rightarrow y = 25$$

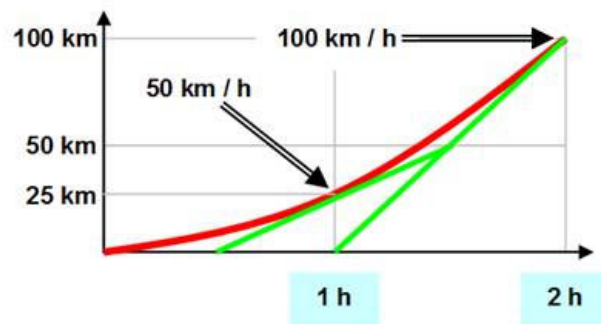
Effectivement, le sportif avait noté qu'il avait fait 25 km au bout de la première heure. On apprendra que la fonction dérivée de $y = ax^2$ est $y' = 2ax$.

$$\text{Ici, } y' = 50x.$$

La constante $2a = 50$ (une accélération) permet de calculer la *vitesse instantanée*. Elle vaut 50km/heure au point $x = 1$ heure et elle vaut 100km/heure au point $x = 2$ heures.

Ici, cette accélération est constante : elle vaut 50km/h². Ce qui veut dire que la vitesse progresse de 50km/h toutes les heures.

Voici le graphique



On note la distance en fonction du temps : $d = f(t)$.

Mais pour être plus général, nous allons prendre : $y = f(x)$

$$\text{Ici : } y = 25x^2$$

La dérivée est $y' = 50x$, Avec $x = 1 \rightarrow y' = 50 \text{ km/h}$;

C'est notre vitesse au temps 1 heure (droite tangente en vert).

Avec $x = 2 \rightarrow y' = 100 \text{ km/h}$; C'est notre vitesse au temps 2 heures (2^e droite tangente en vert).

OBSERVATIONS :

On peut se demander pourquoi au bout d'une heure, la vitesse (instantanée) est déjà de 50km/h, alors que nous avons parcouru que 25 km ?

Voyons cela en prenant une échelle de temps plus petite ; voyons ce qui se passe toutes les cinq minutes :

Sur ce tableau ci-dessous à gauche, les valeurs trouvées pour une heure et deux heures de route. Notamment 25 km parcourus avec une vitesse au bout d'une heure qui est grimpée à 50 km/h (sujet de notre interrogation).

x heures	y = 25 x ²	y' = 50 x
1	25	50
2	100	100

m minutes	y = 25 m ² / 60 ²	y' = 50 m / 60	Dy	total
0	0,00	0,00		
5	0,17	4,17	0,17	
10	0,69	8,33	0,52	
15	1,56	12,50	0,87	
20	2,78	16,67	1,22	
25	4,34	20,83	1,56	
30	6,25	25,00	1,91	
35	8,51	29,17	2,26	
40	11,11	33,33	2,60	
45	14,06	37,50	2,95	
50	17,36	41,67	3,30	
55	21,01	45,83	3,65	
60	25,00	50,00	3,99	25
65	29,34	54,17		
70	34,03	58,33		
75	39,06	62,50		
80	44,44	66,67		

Sur le tableau à gauche, nous avons le même type de calcul mais avec les minutes comme unité de temps. Nos valeurs au bout d'une heure, c'est-à-dire (60 min) se retrouvent. Nous constatons que la vitesse croît progressivement pour atteindre 50km/h. Calculons la distance parcourue toutes les tranches de cinq minutes. Un calcul approximatif serait le suivant : Autour du temps 5 min, nous prenons la vitesse moyenne $(0 + 4,17) / 2 = 2,08$ que nous multiplions par la tranche de temps de 5 min. soit 5/60 heure. Résultat : 0,17. La somme de ces parcours élémentaires atteint les 25 km. Nous voilà rassurés.

Généralement :

Si nous voulons calculer la vitesse à laquelle nous roulons à 1 heure :

- Nous regardons la distance parcourue au compteur, 25 km ;
- Nous roulons un peu, disons 10 minute et nous notons à nouveau la distance parcourue, nous trouvons 35 km.

Le calcul classique de vitesse donne : 10 km en 10 minutes ; 6 fois plus en 1 heure, soit 60km/h.

Plus le temps de mesure est court, plus la vitesse instantanée est précise. Pour cela, il faut un compteur kilométrique très précis. Combien de mètres en 10 secondes et même moins ? Pour y parvenir, Newton a trouvé un truc en termes de postulat $y = x^n$ pour s'en sortir dans tous les cas ... avec³: ($y' = nx^{n-1}$)

Le second principe voudra qu'avec des situations rencontrées en physique, on peut contextualiser en maths, des techniques plus ou moins explicites des programmes et inversement en mathématiques, il s'agit de prendre en charge l'acquisition des outils et des techniques dont le physicien pourrait avoir besoin.

C'est pour cette raison qu'on évitera à l'enseignant de math de faire de physique et vice versa, mais que les deux en collaboration peuvent enseigner ce qui donne du sens aux apprenants en chacune des branches.

³ <http://villemin.gerard.free/WWWgvm/analyse/anaderiv.htm#approche>

3 ETUDE DE LA DROITE (APPROCHE ANALYTIQUE)

3.1 LA DROITE

Didactiquement, la droite est une fonction qui peut être écrite sous la forme

$y = mx + b$. Et graphiquement, une droite est une fonction dont l'inclinaison est constante en tout point. Quelles sont les composantes de l'équation de la droite ?

La pente qui est représentée par la lettre m , mesure l'inclinaison de la droite. Elle correspond à la variation de la valeur de y lorsque x augmente d'une unité. Graphiquement, elle exprime la variation verticale de la droite pour un déplacement horizontal d'une unité positive comme le schématise la fig 1 ci-dessous.

Considérons le graphique suivant de l'équation $f(x) = 2x + 6 = y$ tout en cherchant ce qui la caractérise et ce qui pourrait la distinguer d'une autre ligne droite dans le plan cartésien.

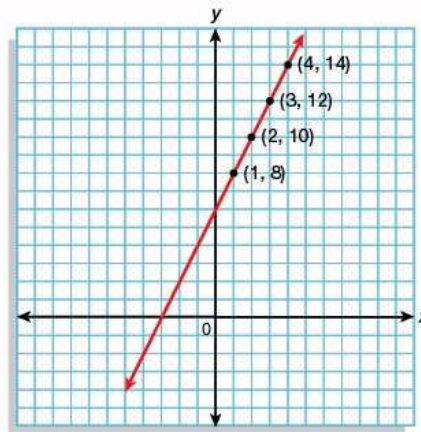


Fig. 1.

OBSERVATIONS :

- Certains feront sans doute l'observation suivante en partant du point (1,8) ; on peut se rendre à un autre point sur la droite, disons (2,10), en se déplaçant d'une unité vers la droite et ensuite 2 unités vers le haut. Si on définit un déplacement vers le bas et un déplacement vers la gauche comme étant tous les deux négatifs, on peut dire un déplacement vertical de - 8 et horizontal de -4 » nous permettra de nous rendre au point (-3,0).

On conclut donc que si on respecte le rapport $\frac{\text{déplacement vertical}}{\text{déplacement horizontal}} = \frac{2}{1} = 2$.

Avec un point de départ sur la droite, on atterrira toujours sur un autre point sur la droite.

Ce rapport $m = \frac{\text{déplacement vertical}}{\text{déplacement horizontal}}$ est une caractéristique essentielle de cette droite appelée la pente de la droite.

Exemple : l'équation $y = 2x - 3$ représente une droite dont la pente est 2 ($m = 2$) et dont l'ordonnée à l'origine est - 3 ($b = - 3$)

N.B. Les variables x et y sont arbitraires. On peut les renommer comme on veut dans le cas des courbes d'offre et de demande (p , q) pourvu qu'on sache laquelle des deux est variable indépendante à placer horizontalement et dépendante à placer verticalement.

Comment obtenir l'équation d'une droite ?

- Si la droite passe par les points (x_1, y_1) et (x_2, y_2) , la pente est obtenue par la relation : $m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$ et l'ordonnée à l'origine qui est représentée par la lettre b , est la valeur de y lorsque x est zéro. Il s'agit là de position de la droite lorsque celle-ci croise l'axe des y comme le stipulent les figures 2 et 3 ci-dessous ⁴:

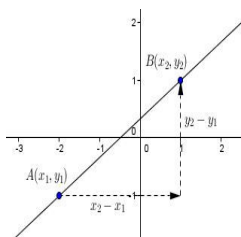


Fig. 2.

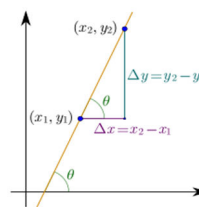


Fig. 3.

EXEMPLE :

Quelle est l'équation de la droite qui passe par les points (2,4) et (3,8) ?

La réponse à cette question est de trouver les valeurs de m et b qui caractérisent la droite.

En effet, par définition la pente est mesurée par la relation $m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{8 - 4}{3 - 2} = \frac{4}{1} = 4$.

Ce qui indique que pour un déplacement d'une unité vers la droite, il y a un déplacement de 4 unités vers le haut. Attention, le choix du 1^{er} ou 2^e point n'affectera pas le calcul de la pente.

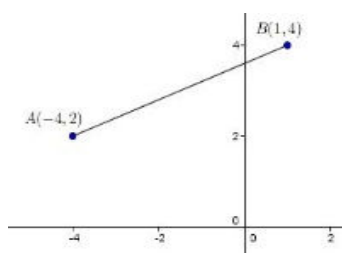
On a : $m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{4 - 8}{2 - 3} = \frac{-4}{-1} = 4$.

Trouvons b ; on prend $y = mx + b = 4x + b$. Mais nous savons que le point (2,4) se trouve sur une droite et doit donc satisfaire son équation.

On a : $4 = 4(2) + b \rightarrow b = 4 - 8 \rightarrow b = -4$

EXEMPLE :

Calculer la pente du segment suivant.



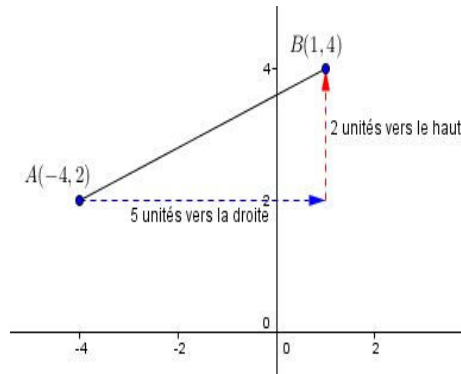
$$\text{Pente} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$\text{Pente} = \frac{4 - 2}{1 - (-4)}$$

$$\text{Pente} = \frac{2}{5}$$

⁴ [http:// commons.wikimedia.org /wiki/ File wiki-stop –in-2d. Svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:wiki-stop-in-2d.Svg) ? Use Lang = Fr

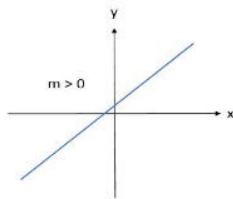
Le taux de variation est donc de $\frac{2}{5}$. Cela signifie qu'à chaque fois que l'on se déplace de 5 unités sur l'axe des x positifs, on monte de 2 unités sur l'axe des y.



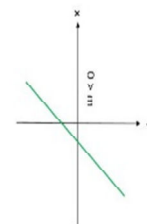
EN RÉSUMÉ :

On peut retrouver 4 inclinaisons différentes selon le type de pente que l'on observe : une droite ascendante a une pente positive ; une droite descendante a une pente négative ; une droite horizontale a une pente nulle ; une droite verticale a une pente indéterminée.

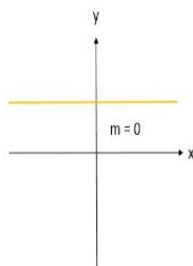
Droite ascendante = pente positive



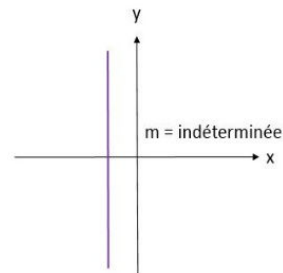
Droite descendante = pente négative



Droite horizontale = pente nulle



Droite verticale = pente indéterminée



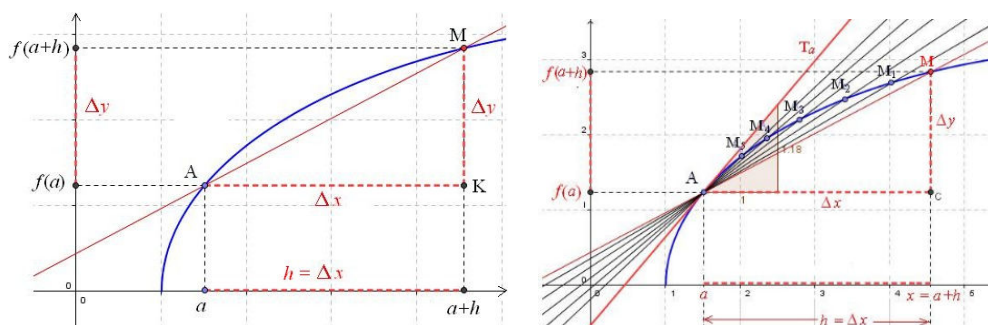
4 LA DERIVEE

4.1 TANGENTE EN UN POINT D'UNE COURBE

Nous commencerons par l'étude du problème qui consiste à déterminer la pente de la tangente en un point du graphe d'une fonction. Ça nous conduira à la notion de dérivée.

Par la suite, nous oublierons l'aspect géométrique du problème pour définir la dérivée comme limite d'une expression impliquant une fonction. Une fois définie, on peut généraliser ce concept de dérivée à différentes fonctions et développer des règles de dérivation.

Soient deux points distincts $A(a, f(a))$ et $M(a + h, f(a + h))$ de la courbe représentative de la fonction f , la droite passant par ces deux points est appelée sécante à la courbe de f en A et B . le coefficient directeur de cette sécante vaut: $m = \frac{f(a+h)-f(a)}{a+h-a} = \frac{f(a+h)-f(a)}{h} = \frac{\Delta y}{\Delta x}$



Quand l'abscisse $a + h$ est proche de a , le point M sera proche du point A .

Le coefficient directeur des sécantes (AM) va tendre vers le coefficient directeur de la tangente à la courbe en A . La tangente est à la position limite de ces sécantes. Son coefficient directeur est égal à la limite quand $h \rightarrow 0$. Le coefficient directeur de la tangente s'écrit alors :

$m = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(a+h) - f(a)}{h}$ Si cette limite existe, sa valeur m est le coefficient directeur de la tangente à la courbe représentative de f au point $A(a, f(a))$.

4.2 DEFINITION DE LA DERIVEE

4.2.1 DÉFINITION

$$f'(a) = m = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(a+h) - f(a)}{h}.$$

OBSERVATION :

« La **dérivée** d'une fonction est le moyen de déterminer combien cette fonction varie quand la quantité dont elle dépend, son argument⁵, change. Plus précisément, une dérivée est une expression (numérique ou algébrique) donnant le rapport t entre les variations infinitésimales de la fonction et les variations infinitésimales de son argument ».

On appelle nombre dérivée d'une fonction f en a , le coefficient directeur de la tangente à la courbe représentative de f au point d'abscisse a . On note ce nombre $f'(a)$.

Par exemple, la vitesse est la dérivée du déplacement par rapport au temps, et l'accélération est la dérivée, par rapport au temps, de la vitesse.

4.2.2 DÉFINITIONS

DÉFINITION 1 :

Soit f une fonction définie sur un intervalle I de $\mathbf{R}$ et, $x \in I, x \neq a$. On appelle taux d'accroissement de la fonction f entre a et b ,

le nombre réel : $\frac{f(x) - f(a)}{x - a} = \frac{\Delta y}{\Delta x}$, C'est le coefficient directeur de la droite (AM) où $A(a, f(a))$ et $M(x, f(x))$. ou

DÉFINITION 2 :

Si on pose $h = x - a$ alors $x = a + h$ et $\Delta x = h$.

On a une deuxième définition :

⁵ Un argument est la variable dont la valeur permet de définir celle d'une fonction. Exemple : x est l'argument de la fonction $\sin x$.

Soit f une fonction définie sur un intervalle I de $\mathbb{R}$ et $a \in I$. Soit h un nombre réel non nul tel que $a + h \in I$. On appelle taux d'accroissement de la fonction f entre a et $a + h$, le nombre réel $\frac{f(a+h)-f(a)}{h} = \frac{\Delta y}{\Delta x}$, C'est le coefficient directeur de la droite (AM) où $A(a, f(a))$ et $M(a + h, f(a + h))$.

EXEMPLE

Le taux d'accroissement de la fonction $f : x \rightarrow x^2$ entre 1 et $1 + h$ est donné par : $\frac{f(1+h)-f(1)}{h} = \frac{(1+h)^2-1^2}{h} = \frac{1^2+h^2+2h-1^2}{h} = \frac{h^2+2h}{h} = \frac{h(h+2)}{h} = h + 2$

Pour la fonction $f : x \rightarrow x^2$, ci-dessus, nous avons : $\frac{f(1+h)-f(1)}{h} = \lim_{h \rightarrow 0} h + 2 = 2$

Donc la fonction carrée $f : x \rightarrow x^2$ est dérivable en 1 et $f'(1) = 2$.

5 DERIVEE OUTIL POUR LA PHYSIQUE

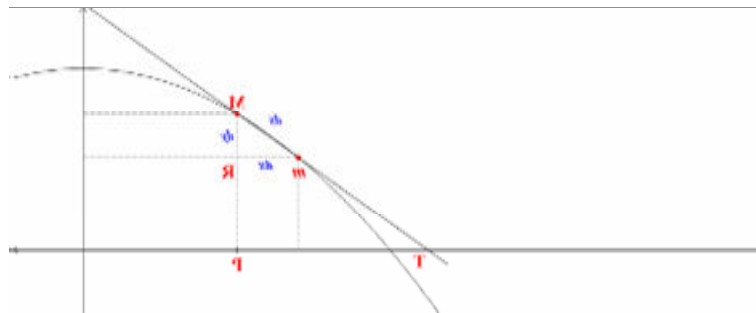
5.1 UN POINT D'HISTOIRE POUR DEUX NOTATIONS⁶

Pour désigner le nombre dérivé d'une fonction f en un point a , les mathématiciens emploient la notation $f'(a)$ due au mathématicien français Joseph-Louis Lagrange (1736-1813). Les physiciens privilégient la notation différentielle introduite, en 1684, par le mathématicien et philosophe allemand Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716), dans son traité « Nouvelle méthode pour chercher les maxima, les minima, ainsi que les tangentes ... ».

Pourquoi ces divergences ? Pour répondre à cette interrogation, un point d'histoire est nécessaire ... Historiquement, la notion de dérivée découle de celle de différentielle.

Dès l'antiquité, les Grecs s'intéressaient à la détermination des tangentes à des courbes. Ainsi Archimède (287 – , 212 –) propose une construction de la tangente en un point d'une spirale. Mais, il faut attendre la première moitié du XVII^{ème} siècle avec Descartes, Fermat et Roberval, pour voir apparaître des méthodes plus générales de détermination de tangentes.

Ces méthodes donneront naissance au calcul différentiel développé séparément par Leibniz et par le mathématicien, physicien et astronome anglais Isaac Newton (1642-1727).



Le calcul différentiel permet alors aux physiciens de déterminer la vitesse d'évolution d'un phénomène. Considérons par exemple le mouvement d'un mobile se déplaçant sur une droite. À un instant t , le mobile se trouve à une abscisse x .



⁶ . Références : « Des tangentes aux infiniment petits » IREM de Poitiers - 1998

Si on considère une distance infiniment petite dx correspondant à un temps infiniment petit dt , la vitesse instantanée à l'instant t s'exprime par $v(t) = \frac{dx}{dt}$

Ainsi, si l'on connaît la courbe d'évolution de x en fonction du temps, la vitesse à un instant donné sera le coefficient directeur de la tangente au point considéré.

5.2 FINALEMENT, A QUOI SERT UNE DERIVEE ?

La dérivée sert au moins à :

- Calculer, de manière approchée, une variation d'une grandeur en un point ;
- Remplacer localement une courbe par une droite.

Etudier une courbe est souvent plus difficile qu'étudier une droite. Pour faciliter l'étude d'une courbe au voisinage d'un point (par exemple une route dont le profil est courbe), on peut remplacer la courbe par la droite qui correspondrait à une route dont le profil serait rectiligne, avec comme pente, la pente de la route en ce point (donc la dérivée du profil).

On peut montrer que cette droite est celle qui approche le mieux la courbe au voisinage du point. L'avantage est qu'on simplifie, mais l'inconvénient est qu'on n'a plus les valeurs exactes.

6 CONCLUSION

Dans l'enseignement-apprentissage de la notion de dérivée en RDC, seule la définition de la limite d'un taux d'accroissement est envisagée. Cette définition, présentée parfois de manière brute, ne peut donner exactement son sens. L'enseignant qui la soumet aux apprenants n'a pour objectif que de permettre à ces derniers de l'utiliser simplement dans les différents calculs. Sous d'autres cieux, cette notion est introduite, soit par la vitesse, soit par la succession de la vitesse et de calcul de la limite de taux d'accroissement dans le souci de chercher son sens.

Comme on veut éviter à l'enseignant de maths de faire la physique et vice versa, la collaboration entre les deux s'avère nécessaire et devraient aller dans une progression concertée tout expliquant chacun dans son langage ce que c'est la dérivée (la vitesse). C'est-à-dire la vitesse = coefficient directeur de la tangente au sens mathématique et elle est la longueur du vecteur vitesse au sens physique.

En nous appuyant sur ce que les prédécesseurs ont fait, nous avons cherché à introduire l'enseignement de la dérivée qui donne du sens en approximant une longueur d'une courbe parmi d'autres aspects. Pour y arriver, nous avons cherché à passer par certaines étapes pour introduire la dérivée en lui donnant tout son contenu notionnel. Trois fiches de préparation ont été confectionnées :

- La première portant sur la familiarité des termes utilisés : fonction, vitesse, accélération, limite, droite ;
- La deuxième fiche a fait allusion à l'étude d'une droite : droites parallèles, droites sécantes, pente de la droite, coefficient angulaire etc.
- La troisième a introduit la dérivée et après évaluation, les élèves ont su ce que c'est la dérivée et à quoi ça sert.

Donc, en dehors de la cinématique, de la limite des taux d'accroissement, ou de variation instantanée, nous sommes parvenus à approximer une longueur d'une courbe et avons démontré que la dérivée n'est rien d'autre que le calcul de la pente de cette droite courbe en passant par celle de la droite en général. Voilà ce qui confirme notre hypothèse.

REFERENCES

- [1] BARBIN, E. (2006), La révolution mathématique du XVII^e siècle, Eclipse.
- [2] BLOCH, L. (2002), Différents niveaux de modèles de milieu dans la théorie des situations, *Actes de la 11^e Ecole d'été de didactique des mathématiques* 21- 30/08/2001. Corps- France. Pensée Sauvage.
- [3] BOS H.J. M. (1980), Newton, Leibniz and Leibnizian tradition, dans *from the calculus to set theory, 1630-1910 : an introductory history*, I Grattan-Guinness, London.
- [4] BROUSSEAU, G. (1998), *La théorie des situations didactiques*. Grenoble : La pensée Sauvage.
- [5] DALMEDICO, A & PEIFFER, J. (1986), Une histoire des mathématiques, Seuil, Paris.
- [6] DIEUDONNE, J. (1986), Abrégé d'histoire des mathématiques, Hermann Editeur, Paris.
- [7] MASCHIETTO, M. (2004), le jeu entre le point de vue local et point de vue global en analyse : une ingénierie didactique à visée diagnostique niveau de la première. Acte du colloque Mulhouse 8-9 mars 2002. IREM de Strasbourg.
- [8] MOPONDI, B. (2015), Didactique des mathématiques- Eléments de contextualisation de l'enseignement en République Démocratique du Congo. Ed. L'harmattan.
- [9] NEWTON, I (1740), la méthode des fluxions et les suites infinies, par M. le chevalier de Newton, traduction de Buffon.

